

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



T E S I S

**Efecto de tres especies de sombra en las propiedades fisicoquímicas del
suelo y rendimiento de café (*Coffea arabica*) Oxapampa - Pasco**

Para optar el título profesional de:

Ingeniero Agrónomo

Autor:

Bach. Alexandra Yadira ALVAREZ DURAN

Asesor:

MSc. Josué Hernán INGA ORTIZ

Cerro de Pasco - Perú – 2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



T E S I S

**Efecto de tres especies de sombra en las propiedades fisicoquímicas del
suelo y rendimiento de café (*Coffea arabica*) Oxapampa - Pasco**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Dr. Carlos Adolfo DE LA CRUZ MERA
PRESIDENTE

Mg. Fidel DE LA ROSA AQUINO
MIEMBRO

Mg. Fernando James ALVAREZ RODRIGUEZ
MIEMBRO

DEDICATORIA

A Dios, por brindarme salud, sabiduría y paciencia para finalizar este trabajo; a mi madre, Domitila, la mujer más fuerte y luchadora que en todo momento es mi inspiración, a mi padre, Cesar que desde el cielo es la luz que me motiva siempre a seguir adelante; a mis hermanos Antonio, Kelly y Jenifer espero les sirva de ejemplo de que todo se puede lograr.

Alexandra

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, mi casa de estudios superiores, donde por cinco años me formé profesionalmente como Agrónoma.

A mis docentes de la filial Oxapampa de la Escuela de Agronomía, que aportaron con sus conocimientos durante mi formación académica y por hacer de mí una profesional y amante de la carrera de Agronomía.

A mi asesor, el Mg. Sc. Inga Ortiz, Josué Hernán, por su apoyo, dedicación y paciencia en todo el proceso de elaboración, ejecución y redacción del presente trabajo.

También deseo agradecer a los miembros del jurado Dr. Carlos Adolfo DE LA CRUZ MERA, Mg. Fidel DE LA ROSA AQUINO y al Mg. Fernando James ALVAREZ RODRIGUEZ, por las sugerencias en la redacción del libro final.

A Robinson Orihuela Enciso, por su apoyo incondicional en la ejecución de la tesis, por ser un ejemplo de fortaleza y motivación.

A mis mejores amigas y amigos, Mitzy, Keyla, Laura, Ashly, Emerson y Williams por estar conmigo en todo momento, me alentaron y creyeron en mí, fue lindo coincidir con ustedes.

A Shessira Toribio Gutiérrez, más que una amiga te considero mi hermana, por estar para mí en las malas, gracias por ser parte de este proceso.

.

RESUMEN

La investigación se desarrolló en el distrito de Chontabamba, provincia de Oxapampa. El principal objetivo fue: Determinar el efecto de tres especies de sombra en las propiedades fisicoquímicas del suelo y rendimiento de café (*Coffea arabica*) Oxapampa Pasco. Se estudiaron sistemas de producción café-pacae, café-pino, café-plátano y café sin sombra, para lo cual se realizaron encuestas a agricultores, análisis de fertilidad de suelos y análisis foliar de café. Los resultados muestran que la preferencia de especies de sombra en productores de café son pacae, pino, plátano y otras especies maderables nativos de la zona, algunos agricultores practican el monocultivo café sin sombra, se observó el mal manejo de sombra mayor a 55%. Las características fisicoquímicas presentan una adecuada textura de suelo cercanos a franco, el pH es adecuado, la CE es baja, la MO y el nitrógeno total alto, fósforo bajo en café sin sombra y alto en los otros agroecosistemas, el potasio es bajo en café-pino y café-pacae, en los demás agroecosistemas es adecuado. La nutrición de las plantas de café mediante análisis foliar indica que: el calcio es bajo en el agroecosistema café plátano, en cuanto a magnesio existe deficiencia en café con sombra (plátano, pacae y pino), en cuanto a potasio deficiente en café con plátano, en cuanto a cobre, hierro, zinc y manganeso todos los sistemas estudiados presentan valores normales. El rendimiento del cultivo de café cultivado bajo tres especies de sombra supera el promedio nacional, pero el menor rendimiento lo obtuvo el café con plátano y el mayor el café con pacae, por lo que se recomienda el cultivo de café con sombra (pacae, pino) por los beneficios adicionales que presentan.

Palabras clave: café, pacae, pino, especies de sombra, nutrición, rendimiento.

ABSTRACT

The investigation was carried out in the district of Chontabamba, province of Oxapampa. The main objective was: To determine the effect of three shade species on the physicochemical properties of the soil and yield of coffee (*Coffea arabica*) Oxapampa Pasco. Coffee-pacae, coffee-pine, coffee-plantain and coffee without shade production systems were studied, for which surveys of farmers, soil fertility analysis and foliar analysis of coffee were carried out. The results show that the preference of shade species in coffee producers are pacae, pine, plantain and other timber species native to the area, some farmers practice monoculture coffee without shade, mismanagement of shade greater than 55% was observed. The physicochemical characteristics present an adequate soil texture close to loam, the pH is adequate, the EC is low, the MO and high total nitrogen, low phosphorus in coffee without shade and high in the other agroecosystems, potassium is low in coffee -pine and coffee-pacae, in the other agroecosystems it is suitable. The nutrition of coffee plants by foliar analysis indicates that: calcium is low in the coffee-plantain agroecosystem, in terms of magnesium there is a deficiency in shade-grown coffee (plantain, pacae and pine), in terms of potassium it is deficient in coffee with plantain, in terms of copper, iron, zinc and manganese, all the systems studied present normal values. The yield of coffee grown under three species of shade exceeds the national average, but the lowest yield was obtained by coffee with plantain and the highest by coffee with pacae, for which reason the cultivation of coffee with shade (pacae, pine) for the additional benefits they present.

Keywords: coffee, pacae, pine, shade species, nutrition, yield.

INTRODUCCIÓN

En el Perú el año 2020, se sembró 228637 hectáreas del cultivo de café, en la región Pasco, en la provincia de Oxapampa se tienen instaladas 17245 hectáreas, con un rendimiento promedio de 0.95 t/ha (Ministerio de desarrollo agrario y riego del Perú 2023), sin embargo, algunos países presentan mejores rendimientos; en el mundo es uno de los principales cultivos y por consiguiente se debe mejorar el manejo del cultivo, así como también el área cultivada y de esa manera mejorar la calidad de vida de los agricultores. El cultivo de café es importante en nuestro país por las divisas que genera resultado de las exportaciones. Es necesario mencionar que la producción de café se da en diferentes agroecosistemas a más de mil metros sobre el nivel del mar, generalmente se cultiva bajo sombra y en Oxapampa se ha observado zonas donde se asocia café con pino, café con paca, café con plátano y también zonas sin sombra. Los árboles de sombra desempeñan un papel importante, mejoran la calidad, el crecimiento y el rendimiento del cultivo, además mejoran los ingresos de los agricultores.

La presente investigación muestra cómo los árboles de sombra utilizados en la provincia de Oxapampa en el cultivo de café influyen en la fertilidad física y química del suelo, así como también influye en la nutrición y el rendimiento del cultivo de café, para lo cual se realizó análisis de suelos y análisis foliar.

La tesis se ha estructurado de la siguiente manera: el capítulo I describe la problemática del cultivo de café y el desconocimiento de cómo influye las especies de sombra utilizadas en la fertilidad del suelo, por lo que en este capítulo se presenta los objetivos de la investigación, la justificación y las limitaciones que se presentaron en la ejecución de la investigación. El capítulo II presenta el marco teórico, antecedentes de la investigación, las bases teóricas científicas y la hipótesis de investigación a contrastar, así como la operacionalización de variables. El capítulo III muestra la metodología

utilizada en la investigación, así como las técnicas e instrumentos de recolección y procesamiento de datos. El capítulo IV presenta los resultados de la investigación, así como la discusión con otros autores, también la prueba de hipótesis, finalmente se presentan las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos.

ÍNDICE

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	
ÍNDICE	

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema	1
1.2. Delimitación de la investigación.....	3
1.3. Formulación del problema	3
1.3.1. Problema general	3
1.3.2. Problemas específicos.....	3
1.4. Formulación de objetivos.....	4
1.4.1. Objetivo general.....	4
1.4.2. Objetivos específicos	4
1.5. Justificación de la investigación	4
1.6. Limitaciones de la investigación.....	5

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio.....	6
2.2. Bases teóricas científicas	9
2.3. Definición de términos básicos.....	14
2.4. Formulación de hipótesis	14
2.4.1. Hipótesis general.....	14
2.4.2. Hipótesis específicas	14
2.5. Identificación de variables	15
2.6. Definición operacional de variables e indicadores	15

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICA DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación.....	16
3.2. Nivel de investigación	16

3.3. Métodos de investigación	16
3.4. Diseño de investigación	17
3.5. Población y muestra.....	20
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	20
3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación.....	20
3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	21
3.9. Tratamiento estadístico	21
3.10. Orientación ética filosófica y epistémica.....	21

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo.....	22
4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados	23
4.3. Prueba de hipótesis	45
4.4. Discusión de resultados	45

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Matriz de operacionalización de variables	15
Tabla 2 Especies de sombra evaluadas en el cultivo de café en Oxapampa	17
Tabla 3 Sistemas de producción de café en estudio	21
Tabla 4 Clase textural de suelos en sistemas de producción de café.....	27
Tabla 5 Análisis de variancia para pH del suelo a 1 m de distancia del tallo de sombra	28
Tabla 6 Prueba de Tukey para pH a 1 m de distancia del tallo de sombra.....	28
Tabla 7 Análisis de variancia para pH a 2.5 m de distancia del tallo de sombra	29
Tabla 8 Prueba de Tukey para pH a 2.5 m de distancia del tallo de sombra.....	29
Tabla 9 Análisis de variancia para conductividad eléctrica a 1 m de distancia del tallo de sombra.....	30
Tabla 10 Prueba de Tukey para conductividad eléctrica a 1 m de distancia del tallo de sombra	31
Tabla 11 Análisis de variancia para conductividad eléctrica a 2.5 m de distancia del tallo de sombra	31
Tabla 12 Prueba de Tukey para conductividad eléctrica a 2.5 m de distancia del tallo de sombra	32
Tabla 13 Análisis de variancia para materia orgánica a 1 m de distancia del tallo de sombra	33
Tabla 14 Prueba de Tukey para materia orgánica a 1 m de distancia del tallo de sombra	33
Tabla 15 Análisis de variancia para materia orgánica a 2.5 m de distancia del tallo de sombra	34
Tabla 16 Prueba de Tukey para materia orgánica a 2.5 m de distancia del tallo de sombra	34
Tabla 17 Análisis de variancia para nitrógeno total a 1 m de distancia del tallo de sombra	35
Tabla 18 Prueba de Tukey para nitrógeno total a 1 m de distancia del tallo de sombra	35
Tabla 19 Análisis de variancia para nitrógeno total a 2.5 m de distancia del tallo de sombra	36

Tabla 20 Prueba de Tukey para nitrógeno total a 2.5 m de distancia del tallo de sombra	36
Tabla 21 Análisis de variancia para contenido de fósforo en el suelo a 1 m de distancia del tallo de sombra.....	37
Tabla 22 Prueba de Tukey para fósforo a 1 m de distancia del tallo de sombra	38
Tabla 23 Análisis de variancia para fósforo a 2.5 m de distancia del tallo de sombra...	38
Tabla 24 Prueba de Tukey para fósforo a 2.5 m de distancia del tallo de sombra	39
Tabla 25 Análisis de variancia para potasio a 1 m de distancia del tallo de sombra.....	39
Tabla 26 Prueba de Tukey para potasio a 1 m de distancia del tallo de sombra	40
Tabla 27 Análisis de variancia para potasio a 2.5 m de distancia del tallo de sombra...	41
Tabla 28 Prueba de Tukey para potasio a 2.5 m de distancia del tallo de sombra	41

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Vista del aplicativo Habit CENICAFE	19
Figura 2 Icono del aplicativo Trees	18
Figura 3 Preferencia de agricultores a especies de sombra	23
Figura 4 Altura de especies de sombra en diferentes agroecosistemas	24
Figura 5 Diámetro de tallos de especies de sombra	25
Figura 6 Porcentaje de sombra proyectado por especies usadas	26
Figura 7 Contenido de calcio, magnesio, sodio y potasio en hojas de café en diferentes agroecosistemas	42
Figura 8 Contenido de cobre, hierro, zinc y manganeso en hojas de café en diferentes agroecosistemas	43
Figura 9 Rendimiento del cultivo de café en diferentes agroecosistemas (2020-2022).	44

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

El café (*Coffea arabica*) es una rubiácea que se cultiva en gran extensión; en nuestro país el área sembrada alcanzó el año 2020 más de trecientas veinte ocho mil hectáreas (MIDAGRI, 2022). La producción del año 2021 se incrementó en diecisiete por ciento respecto al año anterior, sin embargo, es un cultivo que podría extenderse aún más (INEI, 2021). El café se cultiva en diecisiete regiones del Perú y dependen de este cultivo más de doscientos cincuenta mil familias que son en su gran mayoría pequeños agricultores que manejan menos de cinco hectáreas, es así que cualquier investigación en este cultivo presenta un impacto positivo.

En muchos lugares del mundo como Brasil se cultiva café sin sombra, sin embargo, se trata de la especie *Coffea canephora* (Dalastra, 2014) y en nuestro país se cultiva principalmente el café bajo sombra, la especie *Coffea arabica* necesita baja intensidad de luz, suelos húmedos y temperatura del ambiente moderada.

Según Pincho *et al.* (2012) los árboles de sombra por sus raíces profundas extraen nutrientes del suelo a una mayor profundidad y también mejoran la estructura

del suelo, cuando las hojas de estos árboles se caen, forman la hojarasca y al descomponerse liberan nutrientes al suelo mejorando sus características fisicoquímicas. Bote y Struik (2011) manifiestan que la sombra es importante para la calidad y productividad del café. Además de las especies de sombra se puede conseguir un adicional económico como leña, frutos, madera entre otros.

En Oxapampa se usa diferentes especies de plantas como sombra, las principales son pino, plátano y guaba o pacaé. Sin embargo, también existen muchas alternativas en la asociación café con una especie forestal, por lo que se debe estudiar los beneficios ambientales, como especies hospedadoras de diversidad biológica de muchos seres vivos que cumplen un papel fundamental en el agroecosistema como las mariposas polinizadoras entre otras. La acumulación de hojarascas o llamado mulch favorecen la formación de los suelos haciéndolos más fértiles, pero es necesario escoger adecuadamente la especie de sombra para obtener los mejores beneficios y lograr mantener la fertilidad del suelo, con alta capacidad de retención de agua y mejorar la capacidad de intercambio catiónico, además el manejo de sombra es otro factor importante en los sistemas de café bajo sombra.

En la región Pasco se cultiva café en la provincia de Oxapampa como café de altura con alto contenido de cafeína lo cual es favorable para el aroma, color y sabor del café en tasa. Los problemas con las enfermedades fitosanitarias y la búsqueda de sistemas de producción más sostenibles y amigables con el medio ambiente como son el café bajo sombra nos incitaron a evaluar cómo influye las especies de sombra como pino, plátano y pacaé o guaba en la fertilidad del suelo y en el rendimiento del cultivo, por tal motivo en la presente investigación pretende recomendar la elección y el uso adecuado de la especie de sombra.

1.2. Delimitación de la investigación

1.2.1. Delimitación espacial

Esta investigación se llevó a cabo, en los sectores de Ripio, Machicura, María Teresa y Alto Gramazú, que pertenecen al distrito de Chontabamba, provincia de Oxapampa y Región Pasco.

1.2.2. Delimitación temporal

El desarrollo de la investigación se llevó a cabo en el transcurso del mes de julio del 2022 hasta noviembre del 2022.

1.2.3. Delimitación social.

Para la ejecución de esta investigación se trabajó con el asesor de la tesis y la tesista, se coordinó las actividades de campo, laboratorio, procesamiento de datos y la redacción de la tesis final. Además, se pidió una previa autorización para sacar las muestras de suelo de los terrenos, para las encuestas intervinieron 20 caficultores.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Cuál será el efecto de tres especies de sombra en las propiedades fisicoquímicas del suelo y rendimiento de café (*Coffea arabica*) Oxapampa -Pasco?

1.3.2. Problemas específicos

- ¿Cuál es la preferencia de especies de sombra en productores de café en Oxapampa - Pasco?
- ¿Cuáles son las características fisicoquímicas de los suelos cultivados con café bajo tres especies de sombra en Oxapampa - Pasco?
- ¿Cómo será la nutrición de las plantas de café bajo tres especies de sombra en Oxapampa - Pasco?

- ¿Cuál es el rendimiento de café cultivado bajo tres especies de sombra en Oxapampa - Pasco?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo General

Determinar el efecto de tres especies de sombra en las propiedades fisicoquímicas del suelo y rendimiento de café (*Coffea arabica*) Oxapampa - Pasco.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Evaluar la preferencia de especies de sombra en productores de café en Oxapampa - Pasco.
- Determinar las características fisicoquímicas de los suelos cultivados con café bajo tres especies de sombra en Oxapampa - Pasco.
- Evaluar la nutrición de las plantas de café bajo tres especies de sombra en Oxapampa - Pasco.
- Comparar el rendimiento de café cultivado bajo tres especies de sombra en Oxapampa - Pasco.

1.5. Justificación de la investigación

a. Desde el punto de vista económico

La provincia de Oxapampa y particularmente el distrito de Chontabamba por su especial situación geográfica y la condición de su clima, tiene un medio en los que se puede y se debe incentivar la siembra de café; ya que presenta condiciones agroecológicas favorables; proporcionando a los agricultores una alternativa para comercializar el café en el mercado nacional e internacional, además genera fuente de trabajo para las familias campesinas obteniendo mayores ingresos, la cual mejorará su calidad de vida.

b. Desde el punto de vista social

La información incentivar  a extender más las áreas cultivadas por café en un sistema agroforestal, aplicando un manejo planificado que traer  beneficios en la economía de los caficultores y posicionándolos como productores de café de calidad en taza.

c. Desde el punto de vista tecnológico

Permitirá al caficultor adquirir conocimientos científicos sobre el efecto de los árboles de sombra en la fertilidad del suelo, además del beneficio que brindan los sistemas agroforestales en cuanto al manejo de las enfermedades y plagas. También ayudará a percatarse a los caficultores de la situación de sus parcelas, para mejorar el manejo de sombra y la elección del árbol de sombra para aumentar la producción de café.

1.6. Limitaciones de la investigación

En la ejecución del presente trabajo de investigación se tuvo algunas limitaciones:

- Presencia de un clima variante producto del calentamiento global.
- Limitaciones en acceso a base de datos científicos.
- Idiosincrasia del agricultor al momento de brindar la información para la encuesta, son muy reservados.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

En el distrito de Chontabamba, no se han llevado a cabo evaluaciones del efecto de especies de sombra en la producción de café. Sin embargo, en otros lugares existen investigaciones referentes a ello:

Albertin y Nair (2004) evaluando el rol de los árboles de sombra en la producción de café, la percepción de los agricultores sobre el café bajo sombra, se hicieron entrevistas abiertas y cerradas a 85 agricultores en Costa Rica, se evaluaron altura de árbol, tamaño de hoja, la especie de árboles y el 85 % considera que debería aumentar el número de árboles frutales y evaluar la interacción entre café y árboles frutales.

Bosselmann *et al.* (2009) estudiando la influencia de árboles de sombra en la calidad del café en Colombia, estudiaron a la variedad Caturra y sometieron 46 muestras de café a catadores profesionales, los resultados muestran que la altitud influye positivamente en las características físicas del café, sin embargo, la sombra puede tener un efecto parcialmente adverso en las características sensoriales del café,

así mismo reportan que la incidencia de *Hypotenemus hampei* fue mayor en café bajo sombra.

Paolini (2018) evaluando la actividad microbiana en suelos cafetaleros en Venezuela reporta que existe mayor actividad microbiana en los suelos con sistemas de café y forestales, forman mayor biomasa microbiana y mejora los parámetros ecofisiológicos en comparación a los sistemas de café tradicionales y convencionales, por lo que las fincas de agricultura orgánica son la mejor alternativa para conservar la actividad microbiana del suelo.

Desta *et al.* (2018) evaluando el efecto de *Faidherbia albida* y *Acacia tortilis* en las propiedades físico-químicas del suelo, en el distrito de Bora Turquía, se muestrearon suelos a una distancia de 1.35, 3.35 y 26.35 m del tronco del árbol, los datos fueron analizados con análisis de varianza y prueba de LSD, los suelos fueron más húmedos (14.32%) con respecto a los suelos sin sombra (10,79%), la densidad aparente es más baja 1.20g/cm³ con respecto a suelos sin sombra 1.29 g/cm³, el pH es menor en suelo con sombra 6,05 y 7 en suelo sin sombra, la materia orgánica, nitrógeno total, fósforo disponible, calcio, magnesio y la CIC fueron mayores en suelos bajo sombra.

Garza-Lau *et al.* (2020) evaluando el efecto de sistemas agroforestales de café con *Inga vera* y *Erythrina poeppigiana*, se evaluaron características de los árboles como edad de árboles, altura, grosor de plantas de café y características de los suelos y se compararon con la asociación café-*Juglans pyriformis* no leguminosa, los resultados muestran que la mejor asociación fue *Erythina poeppigiana* para el cultivo de café y mejora la fertilidad de suelos, fijación biológica de nitrógeno y el microclima del agroecosistema.

Delgado *et al.* (2020) evaluaron la relevancia de especies arbóreas asociadas al cultivo de café en tres localidades de Nariño al sur de Colombia, para lo cual usaron encuesta aleatoria con respuestas abiertas, más del 93 % presentan uno o más especies de sombra, la especie arbórea con mayor porcentaje es el guamo (*Inga edulis*) 18 %, seguido por el naranjo, aguacate, limonero, además existe una riqueza de otras especies arbóreas. Se concluye que la mayor aceptación de asociación del cultivo de café es con guamo y críticos.

Campera *et al.* (2021) estudiando los árboles de sombra y el uso de agroquímicos en el cultivo de café, reportan que con la intensificación de la producción de café y con el uso de pesticidas, está disminuyendo el uso de sombra y por consiguiente también la biodiversidad; reportan que los árboles de sombra son nichos de diversidad biológica y especialmente de mariposas como bioindicadores de la riqueza y abundancia de la fauna, además las mariposas juegan un importante papel en la polinización del café, por lo que es importante conservar las especies de sombra en los agroecosistemas del café.

Merle *et al.* (2022) estudiando el microclima en sistemas agroforestales de producción de café bajo sombra, reportan que la sombra influye en el crecimiento y desarrollo del café, la altura de la sombra influye en el desarrollo de enfermedades y plagas del café, la altura de sombra y la especie de sombra sirven para diseñar sistemas agroforestales de café más sostenibles.

Tilahun (2022) estudiando el efecto de árboles de sombra en las propiedades del suelo en Etiopia, manifiesta que la *Acacia abyssinica* y *Albizia gummifera* son las principales especies de sombra en el cultivo de café en Etiopia, afirmación que se basa en encuestas a los agricultores y tomó muestras de suelo a 3, 5 y 7 m de radio de la sombra para analizar la fertilidad del suelo, los resultados muestran que el pH,

nitrógeno total, fósforo disponible y potasio intercambiable fueron más altas que en suelos cultivados con café sin sombra, también hubo mayor rendimiento de café cultivado en sombra; por lo que es importante la sombra para mantener la fertilidad del suelo.

2.2. Bases teóricas científicas

2.2.1. El café

A. Origen y distribución

La mayoría de las especies de café se originaron en África, con los centros de diversidad genética situados en la región que cubre el suroeste de Etiopía y el sureste de Sudán en el caso de *Coffea arabica*, mientras que para *Coffea canephora* y *Coffea liberia* es el bosque húmedo de África Central y Occidental, incluyendo Uganda y Madagascar. Con la excepción de *Coffea arabica*, todas las demás especies naturales son diploides con el número básico de cromosomas de $2n = 2x = 22$. *Coffea arabica* es un alotetraploide con una constitución cromosómica de $2n = 4x = 44$. La ascendencia de *Coffea arabica* ha sido controvertida durante algún tiempo, pero con un consenso general de que *Coffea eugenioides* debe ser considerado como uno de los padres. Estudios moleculares recientes ahora han confirmado que *Coffea canephora* es el otro padre de *Coffea arabica* (Lashermes *et al.*, 1999).

B. Taxonomía

Reino: Plantae
División: Magnoliophyta
Sub-División: Angiospermae
Clase: Magnoliata
Sub-clase: Asteridae
Orden: Rubiales

Familia:	Rubiacea
Género:	Coffea
Especie (s):	Arabica, canephora, liberica, (Rojas, 1994).

C. Descripción botánica

CENICAFE (2008) manifiesta que el café es un arbusto perenne de crecimiento apical y continuo, forma entrenudos y nudos de donde se forman ramas laterales y posteriormente las hojas, así mismo tiene un crecimiento vertical de alargamiento de ramas. Alvarado y Rojas (2007) mencionan que el café presenta raíces pivotantes con ramificaciones, la raíz principal puede llegar a medir hasta 65 centímetros, más del 85% de las raicillas se encuentran en la parte superior, las que se encargan de la absorción de nutrientes y de agua. Arcila *et al.* (2007) las ramas se inician del tallo central en las axilas, los frutos se forman en las ramas secundarias y terciarias, en los tallos se encuentran los brotes vegetativos, las hojas se forman en toda la planta, la cantidad de las hojas dependen de las variedades, también de la edad de la planta, la sombra y la densidad. Alvarado y Rojas (2007) afirman que el fruto del café es una cereza que va madurando y cambia de color y puede ser amarillo o rojo, la pulpa es el mesocarpio y contiene un mucílago, el pericarpio es la cascara del fruto, el endocarpio son las semillas.

D. Fenología

Yzarra y López (2017) mencionan que las fases fenológicas en el cultivo de café establecido son: hinchazón de yemas, botón floral, floración, fructificación y maduración.

2.2.2. Café bajo sombra

Jha *et al.* (2014) manifiestan que los sistemas agroforestales o agrosilvicultura han evolucionado, sin embargo, estos sistemas usan cada vez menos

especies forestales y están migrando al monocultivo. Dix *et al.* (1999) manifiesta que en los sistemas agroforestales de café se han identificado cuarenta especies forestales.

Schnabel *et al.* (2017) manifiestan que la agroforestería o agrosilvicultura tiene muchas ventajas o beneficios como autoconsumo, frutas, madera, incrementa la calidad de café, reduce la variación en la producción del café, reduce ciertas plagas y enfermedades, conserva la biodiversidad y la polinización, mejora el agua del suelo, mayor uso de la luz solar y captura de carbono.

Aerts *et al.* (2011) investigando el cultivo semi forestal del café y la conservación de selva tropical afirman que el café (*Coffea arabica*) es originario del sotobosque de la selva húmeda, sin embargo, es posible incrementar el rendimiento de café en ese tipo de sistemas agroforestales. Se registraron cuatro parcelas de cafetos, se realizaron análisis de conglomerados de especies indicadoras, se evaluó las características del suelo, densidad de café, tamaño de arbusto y rendimiento de café; la sombra ligera aumenta el rendimiento del café y depende de la ramificación y el diámetro basal.

Cisneros y Sánchez (2015) afirman que el café en un sistema agroforestal debe cumplir con 55% de sombra, esto con la finalidad de reducir el estrés hídrico lo cual se logra con podas y correcto espaciamiento.

Stigter (2015) refiere que los árboles de sombra compiten con el cultivo de café por nutrientes y por luz, lo cual es una desventaja.

Farfán (2010) reporta que la asociación entre café y pino el pH del suelo disminuye, pero no es una limitante para el desarrollo de ambas especies, así mismo el potasio, calcio y magnesio del suelo disminuye en el sistema café y pino, pero no

afecta al café, el aluminio del suelo se incrementa, pero no supera el máximo permitido para café.

Pezzopane *et al.* (2007) reporta que la asociación café-plátano tiene una influencia negativa en la fenología y producción del café ya que retarda el crecimiento y disminuye el rendimiento del café.

2.2.3. Fertilidad de suelos en sistemas agroforestales y café

Kahi *et al.* (2009) estudiaron el efecto de árboles de sombra en las propiedades físicas y químicas del suelo y reportan que la sombra influye en la frecuencia y la cobertura de biomasa de las especies que se encuentran bajo la sombra, sin embargo, las especies son mayores cuando las áreas son abiertas, así mismo todas las especies también logran adaptarse a la sombra (microambientes), en cuanto al suelo el efecto de sombra aumenta el mayor nivel de nitrógeno total y todas las propiedades físicas del suelo se incrementan, porosidad, retención de agua, oxigenación, por lo que los autores recomiendan que se debe conservar los árboles de sombra en el sistema agroforestal.

Garza *et al.* (2020) reportan que en sistemas agroforestales existen problemas de acidez del suelo y disminuye la asimilación de calcio, cobre, zinc, el nivel de hierro sube y el magnesio baja, los niveles de fósforo y potasio fueron normales, así mismo los autores mencionan que es recomendable usar a *Eritrina poeppigiana* como sombra para el cultivo de café y promover la inoculación de esta especie con *Rhizobium* y hacer uso de abonos promotores y activadores de nódulos como son el elemento cobalto, molibdeno y hierro y de esa manera asegurar que la fijación biológica de nitrógeno por parte de la simbiosis *Eritrina* y *Rhizobium* sea la más adecuada.

Beer *et al.* (1998) afirma que los árboles de sombra en el cultivo de café evitan la pérdida de suelo y el escurrimiento superficial, ya que la sombra amortigua la velocidad de caída de las gotas de aguas de lluvia y su impacto en el suelo, también las especies forestales producen “mulch” u hojarascas que protegen de la erosión hídrica.

2.2.4. Rendimiento de café con sombra

El rendimiento del café varía según el país y la región productora. Según la Organización Internacional del Café (ICO), el rendimiento promedio mundial de café en 2019 fue de 0,85 toneladas por hectárea. Sin embargo, el rendimiento del café puede variar significativamente según el país y la región productora. Por ejemplo, en Brasil, el mayor productor mundial de café, el rendimiento promedio en 2019 fue de 2,5 toneladas por hectárea, mientras que, en Etiopía, otro importante productor de café, el rendimiento promedio fue de 0,51 toneladas por hectárea en 2019 (ICO, 2021).

El rendimiento del café en toneladas por hectárea es un indicador importante de la productividad de las plantaciones de café. Como se ha señalado, el rendimiento del café puede variar según una serie de factores, incluyendo la variedad de café, la altitud, la temperatura, la precipitación, la calidad del suelo, la gestión de la plantación y la técnica de cosecha utilizada. Existen varias técnicas para mejorar el rendimiento del café, como la selección de variedades de alto rendimiento, la poda adecuada, la gestión de la fertilización y la implementación de técnicas de riego y control de plagas (Rodríguez, 2019, Cáceres y Vargas, 2019).

Moraga *et al.* (2011) reporta que las plantaciones de café con sombra llegaron a producir 2675 kg/ha de café oro con un manejo adecuado de sombra y superó al café a pleno sol, además se obtiene beneficios ecosistémicos, leña, frutos y madera.

Soto-Pinto *et al.* (2000) afirma que la cobertura de árboles de sombra tuvo un efecto positivo entre el 23 y el 38 % de la cobertura de sombra y luego se mantuvo el rendimiento hasta el 48 %. La producción puede disminuir bajo una cobertura de sombra > 50%.

2.3. Definición de términos básicos

- **Café bajo sombra:** Cultivo de café que crece bajo la sombra de otras especies de plantas generalmente árboles.
- **Fertilidad de suelo:** Conjunto de características físicas, químicas y biológicas que permiten al suelo dotar a las plantas de nutrientes necesarios para su desarrollo.
- **Café:** Planta cuya característica es formar el metabolito secundario llamado cafeína, por lo cual es consumido.
- **Rendimiento de café:** Cantidad de café en grano seco producido por unidad de área generalmente en una hectárea.
- **Propiedades fisicoquímicas del suelo:** Son las características físicas y químicas que influyen en su capacidad para retener, transportar y suministrar agua y nutrientes a las plantas.

2.4. Formulación de hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

El efecto de tres especies de sombra será positivo en las propiedades fisicoquímicas del suelo y rendimiento de café (*Coffea arabica*) Oxapampa - Pasco.

2.4.2. Hipótesis específicas

- La preferencia de especies de sombra en productores de café en Oxapampa - Pasco es variable y significativo.

- Las características fisicoquímicas de los suelos mejoran cuando son cultivados con café bajo tres especies de sombra en Oxapampa - Pasco.
- La nutrición de las plantas de café mejora bajo tres especies de sombra en Oxapampa - Pasco.
- El rendimiento del cultivo de café cultivado bajo tres especies de sombra en Oxapampa – Pasco es estable.

2.5. Identificación de variables

- **Variable independiente:** Efecto de tres especies de sombra.
- **Variable dependiente:** Propiedades fisicoquímicas del suelo y rendimiento de café.
- **Variable interviniente:** Condiciones ambientales de Oxapampa - Pasco.

2.6. Definición operacional de variables e indicadores

Tabla 1

Matriz de operacionalización de variables

Variables	Indicadores	Unidad de medida
Variable independiente Efecto de tres especies de sombra	• Preferencia por especie de sombra en agricultores (encuesta)	%
	Altura de planta de sombra	m
Variable dependiente Propiedades fisicoquímicas del suelo y rendimiento de café	Altura de la Planta de café	m
	% de sombra	%
	• Características fisicoquímicas de suelos	%
	Clase textural	Unidad de pH
	pH	mS/m
	Conductividad	%
	Materia Orgánica	%
	Nitrógeno total	ppm
	Fósforo	ppm
	Potasio	kg/ha
	• Rendimiento de café en los últimos 3 años	

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICA DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

La investigación es de tipo aplicada, porque se caracteriza en buscar la utilización de los conocimientos adquiridos, a la vez que se adquieren otros (Vargas, 2009), y cuantitativa porque se recogen y analizan los datos numéricos de los resultados de los análisis fisicoquímicos del suelo (Cadena-Iñiguez *et al.*, 2017).

3.2. Nivel de investigación

En la presente investigación se alcanzó el nivel descriptivo de la influencia de los árboles de sombra en la fertilidad del suelo y en el rendimiento del cultivo de café (Ñaupas *et al.* 2014).

3.3. Métodos de investigación

En la investigación se adoptó el método científico, que consiste en la identificación de un problema, formulación de objetivos, planteamiento de hipótesis, observación del fenómeno, toma y procesamiento de datos, contrastación de la hipótesis y explicar el fenómeno.

3.3.1. Agroecosistemas evaluados

Se seleccionaron tres especies de sombras predominantes en la provincia de Oxapampa y se describen a continuación.

Tabla 2

Especies de sombra evaluadas en el cultivo de café en Oxapampa

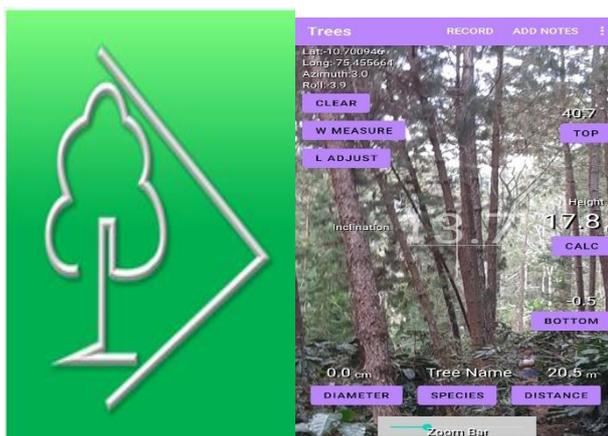
Especie de sombra: Pino			
	Café		Pino
Variedad:	Gran Colombia	Variedad:	Patula
Edad:	8 años	Edad:	10 años
Extensión:	1/4 ha. (1 x 1.5 m)	Extensión:	1/4 ha. (3 x 3 m)
Último abonamiento:	Noviembre 2022	Último abonamiento:	-----
Abono:	Guano de Isla	Abono:	-----
UTM:	450170 W 8817080 S	Altitud:	1510 m.s.n.m
Especie de sombra: Plátanos			
	Café		Plátano
Variedad:	Gran Colombia	Variedad:	Isla
Edad:	7 años	Edad:	3 años
Extensión:	1/4 ha. (1 x 1.5 m.)	Extensión:	1/4 ha. (4 x 3 m.)
Último abonamiento:	Febrero 2022	Último abonamiento:	-----
Abono:	Guano de Isla	Abono:	-----
UTM:	453671.9 W 8827730.8 S	Altitud:	1859 m.s.n.m
Especie de sombra: Pacae			
	Café		Pacae
Variedad:	Gran Colombia	Especie:	Inga spp.
Edad:	8 años	Edad:	8 años
Extensión:	3/4 ha. (1 x 1.5 m.)	Extensión:	3/4 ha. (12 x 12 m.)
Último abonamiento:	Marzo 2021	Último abonamiento:	-----
Abono:	Guano de Isla	Abono:	-----
UTM:	450064.51 W 8837359.19 S	Altitud:	1828 m.s.n.m
Café sin sombra			
Variedad:	Gran Colombia		
Edad:	8 años		
Extensión:	1/4 ha. (1 x 1.5 m.)		
Último abonamiento:	Setiembre 2021		
Abono:	Guano de Isla		
UTM:	450012 W 8818246 S	Altitud:	1813 m.s.n.m

3.3.2. Medición de la altura de los árboles de sombra

De cada lugar se seleccionaron 10 árboles de sombra como el pino y pacaé, se usó el aplicativo Trees, para lo cual se midió 20 metros de distancia del árbol elegido con dirección al siguiente árbol, la distancia se obtuvo con la cinta métrica, luego se ubicó en los 20 metros de distancia y con la aplicación se establece el ángulo superior e inferior y se presionó “calc” y se obtuvo la altura. Para determinar la altura del plátano y la altura de dos plantas de café que están debajo del árbol de sombra se realizó con el uso de un jalón topográfico.

Figura 1

Icono del aplicativo Trees



3.3.3. Medición del perímetro de los árboles de sombra

Se tomó una cinta métrica y se midió el perímetro del tronco del árbol a un metro de altura hacia arriba desde la base del árbol de sombra.

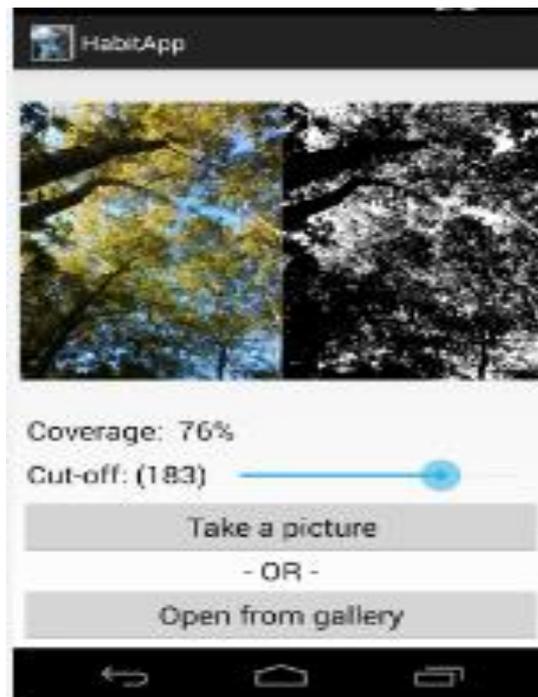
3.3.4. Evaluación del porcentaje de sombra de los árboles de sombra

Con la App HabitApp se tomó el porcentaje de sombra que proyectan los árboles de pino, pacaé y plátano, aplicando la metodología desarrollada por el CENICAFE-Colombia y haciendo uso del aplicativo HabitApp en el celular a través de fotografías, por cada árbol de sombra se capturó dos fotografías, para la primera

fotografía se ubicó al costado del tronco y para la segunda, al final de la copa del árbol. Esta evaluación se realizó a las 12 p.m., del día para poder capturar el porcentaje de sombra máximo.

Figura 2

Vista del aplicativo HabitApp CENICAFE



3.3.5. Análisis de fertilidad de suelo de los agroecosistemas

Para el análisis de fertilidad de suelo, se sacó 4 muestras de suelo a un distanciamiento de 1 metro y 2.5 metros del tallo principal del árbol de sombra, haciendo un total de 24 muestras de suelo. Las muestras de suelo fueron analizadas en el Instituto Nacional de Innovación Agraria INIA Santa Ana – Huancayo, donde se realizó el análisis fisicoquímico (Clase textural, % de arena, limo y arcilla, pH, conductividad, materia orgánica, nitrógeno total, fósforo y potasio).

3.3.6. Análisis de foliar de las plantas de café

Para el análisis foliar se recogió 10 hojas al azar de la parte media de la rama del tercio superior de la planta de café. Las muestras fueron analizadas en el Instituto

Nacional de Innovación Agraria INIA Santa Ana – Huancayo, donde se realizó el análisis de materia orgánica, nitrógeno total, fósforo y potasio.

3.4. Diseño de investigación

Para evaluar la fertilidad se usó el DCA (Diseño Completamente al Azar) se comparó cuatro sistemas de producción de café-pino, café-pacae, café-plátano y café sin sombra, se tomaron muestras de suelos al azar.

3.5. Población y muestra

- **Población:** La población estuvo constituido por las plantas de café, pacae, pino y plátano de los agroecosistemas estudiados.
- **Muestra:** Se realizó un muestreo no probabilístico de acuerdo a los objetivos de la investigación, para el análisis de fertilidad de suelo se tomaron 4 muestras a una distancia de 1 metro y 2.5 metros de distancia del tallo de la especie de sombra.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

- Se utilizó la técnica observacional de las variables y para ello se elaboró fichas de evaluación.
- Se realizó el análisis documental de la bibliografía de diferentes bases de datos y de repositorios institucionales. Los instrumentos de medición fueron balanza, flexómetros, teléfono celular, GPS, entre otros.
- Para el análisis de suelo se usó el equipo de emisión atómica del INIA Huancayo.

3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación

Para la encuesta, se realizó la validación de instrumentos con Ingenieros expertos en el tema de investigación, para la confiabilidad se utilizó el coeficiente de variabilidad C.V. expresado en % (Calzada, 2003), los valores menores a 70% son aceptables para este tipo de investigaciones realizadas en campo.

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Con los datos de las encuestas realizadas a los agricultores se realizaron las estadísticas descriptivas y se usaron proporciones (%) para explicar las características de los agroecosistemas estudiados, mediante el uso del software Excel.

Los datos de análisis de suelos de la investigación se sometieron a un análisis de varianza (ANVA) y la prueba de Tukey a un nivel $\alpha = 0.05$, esto con la finalidad de comparar las medias o promedios de los diferentes sistemas estudiados y se realizó con el paquete estadístico Infostat versión 2019.

3.9. Tratamiento estadístico

Tabla 3

Sistemas de producción de café en estudio

Agroecosistemas
Café-Plátano
Café-Pacae
Café-Pino
Café Sin sombra

3.10. Orientación ética filosófica y epistémica

Originalidad

Se citaron a todos los autores según corresponde, sin modificar los créditos.

Autoría

Alexandra Yadira Alvarez Duran es la autora de la presente tesis.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo

4.1.1. Ubicación de los sistemas de producción de café

Las evaluaciones se desarrollaron en los sectores de Ripio, Machicura, María Teresa y Alto Gramazú, las cuales vienen a ser zonas productoras de café, para lo cual se pidió la autorización de los agricultores.

4.1.2. Ubicación geográfica

Región	: Pasco
Provincia	: Oxapampa
Distrito	: Chontabamba
Latitud Sur	: 10°03'15"
Longitud Oeste	: 75°35'00"

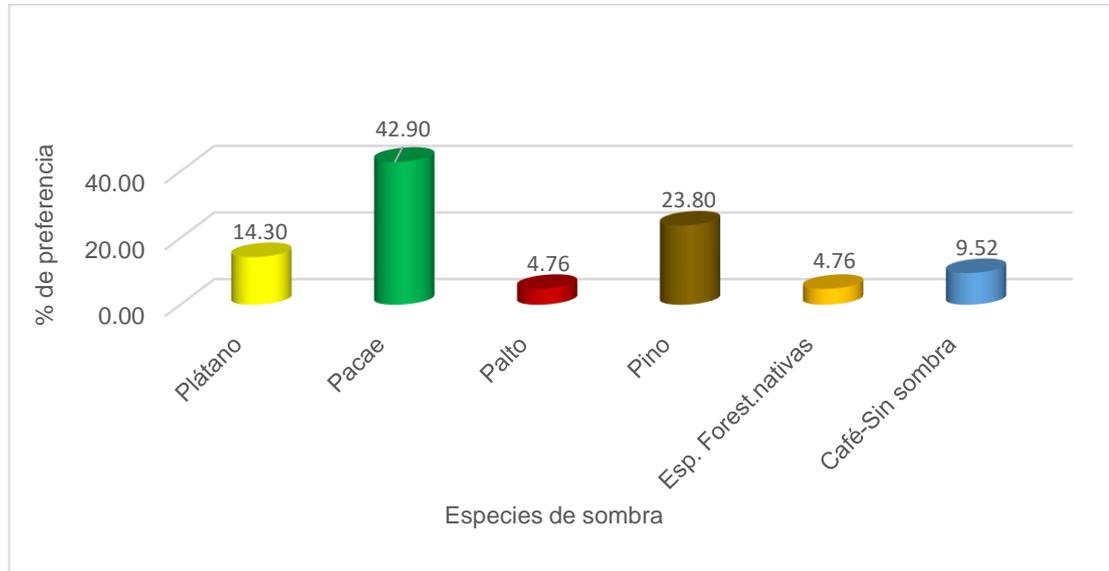
La georreferenciación de cada punto de muestreo, la tabulación de los datos de la encuesta, los resultados de análisis de suelo y foliar, los datos de sombra y altura de sombra y las evidencias fotográficas se encuentran en la sección de anexos de la tesis.

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

4.2.1. Preferencia de especies de sombra en agricultores

Figura 3

Preferencia de agricultores a especies de sombra



La figura 3, muestra que el 42.9 % de agricultores prefieren al pacae o guaba (*Inga sp.*) como especie de sombra para el cultivo de café, seguido por el 23.8 % de agricultores que prefieren pino (*Pinus patula*), así mismo se observa preferencia por el cultivo de plátano 14.3 % especialmente plátano Isla (*Musa paradisiaca L.*) por el mayor porte que presenta y por especies forestales maderables nativos con 4.76 % (caoba, tornillo, sangre de grado, etc.), y es preocupante el incremento de preferencia por café sin sombra o monocultivo con 9.52 %.

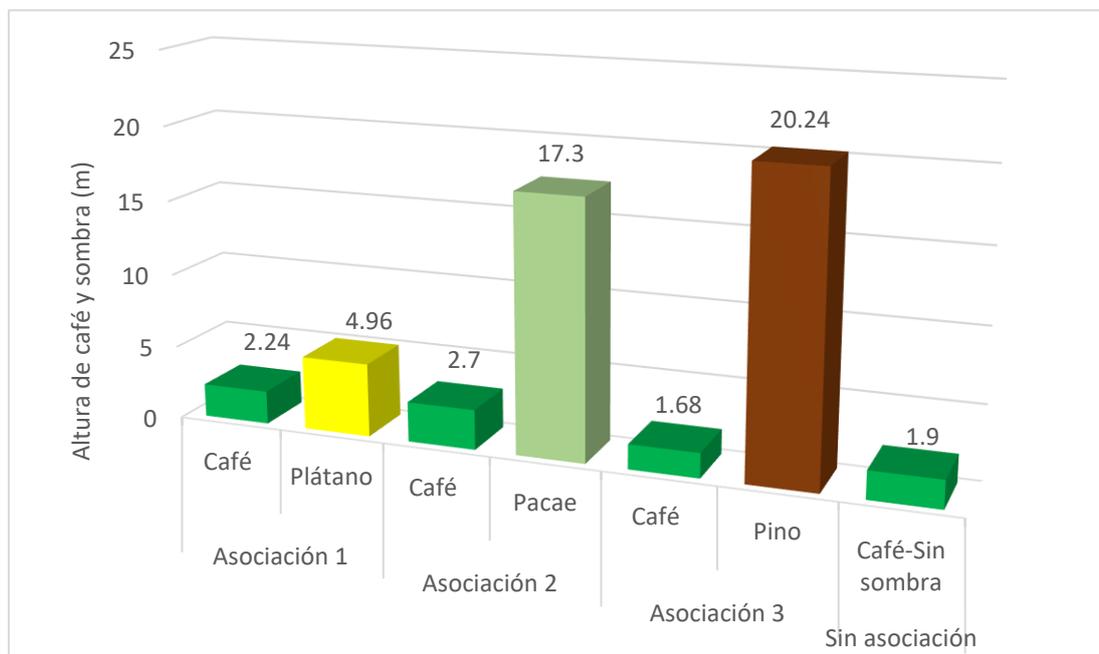
El cultivo de café con sombra proporciona un hábitat para la fauna silvestre y promueve la biodiversidad. Los árboles proporcionan un refugio para los pájaros y otros animales que ayudan a controlar las plagas de insectos y contribuyen a la polinización. Además, la sombra de los árboles ayuda a mantener una temperatura fresca en el suelo y a conservar la humedad, lo que contribuye a la salud del suelo.

4.2.2. Características de los agroecosistemas

a. Altura de planta de sombra y de café

Figura 4

Altura de especies de sombra en diferentes agroecosistemas



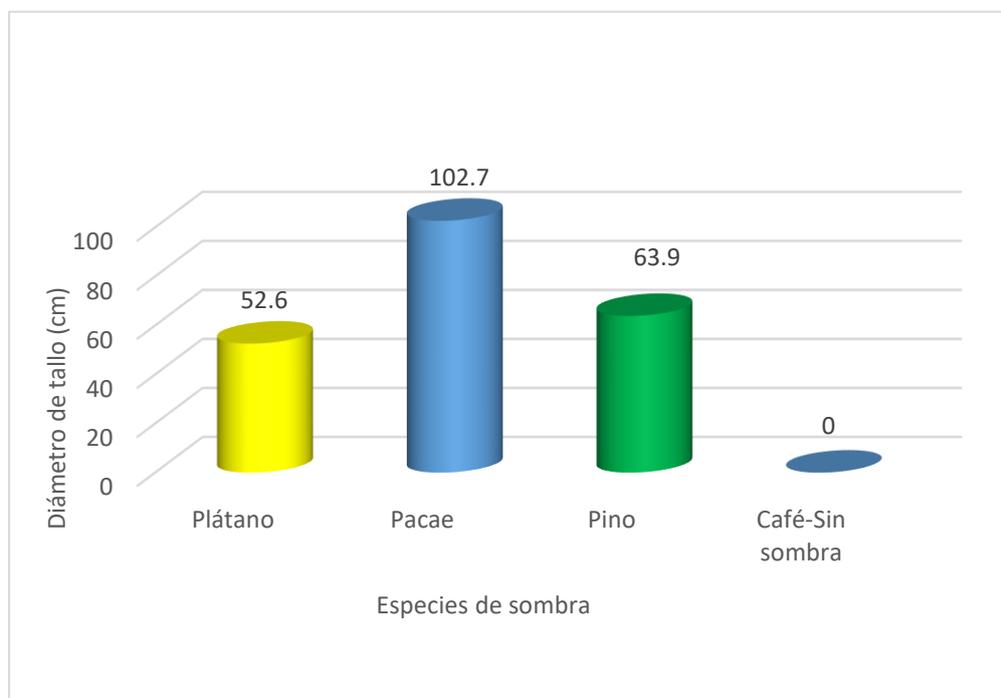
La figura 4, muestra que la especie de sombra con mayor altura es el pino alcanzando 20.24 metros en promedio en los agroecosistemas estudiados, así mismo, se observa que la especie de sombra pacae alcanza 17.3 metros de altura y el plátano como sombra alcanza 4.96 metros, la altura del cultivo de café en los diferentes agroecosistemas estudiados oscila entre 1.9 y 2.7 metros.

La altura de los árboles de sombra en las plantaciones de café puede variar dependiendo de varios factores, como el tipo de árbol de sombra utilizado, las condiciones climáticas y la variedad de café cultivada. Sin embargo, en general, se recomienda que los árboles de sombra tengan una altura mayor a 4 metros para proporcionar la cantidad adecuada de sombra para las plantas de café y permitir una buena circulación de aire en la plantación. Además, la altura de los árboles de sombra también puede afectar la calidad del café producido y el rendimiento del cultivo.

b. Diámetro de tallo de la planta de sombra

Figura 5

Diámetro de tallos de especies de sombra



La figura 5, muestra que la especie de sombra pacae presenta mayor perímetro de tallo con 102.7 cm, la especie de pino presenta 63.9 cm de perímetro de tallo y el plátano con 52.6 cm.

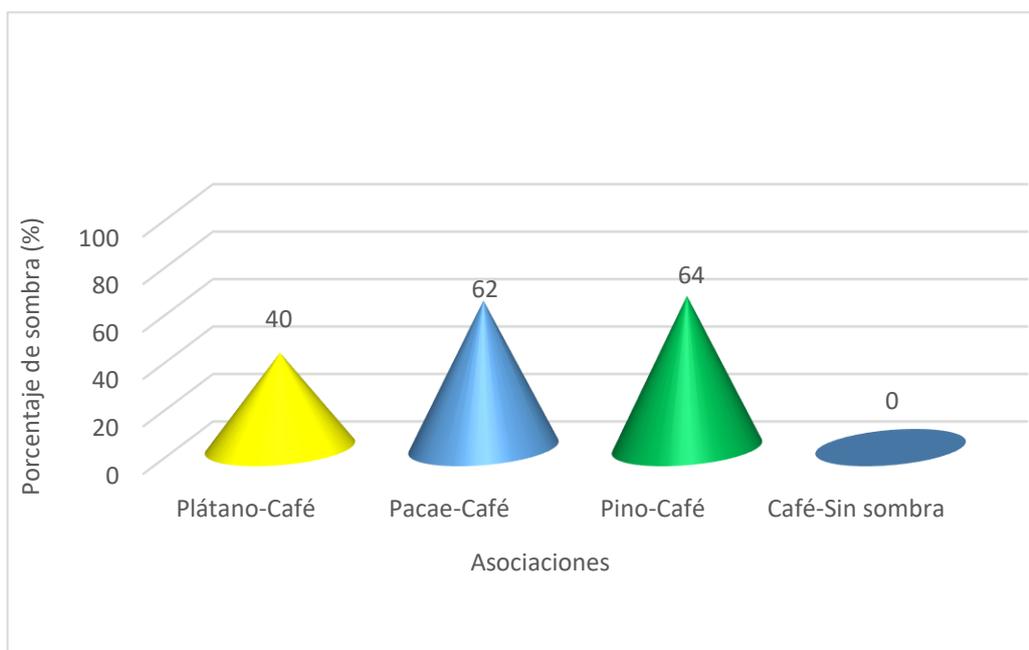
El perímetro del tallo de los árboles de sombra en las plantaciones de café también puede variar dependiendo de varios factores, como la edad del árbol y las condiciones de crecimiento. En general, se recomienda que los árboles de sombra tengan un perímetro de tallo de al menos 20 centímetros para proporcionar la cantidad adecuada de sombra y protección contra el viento para las plantas de café.

Un tallo grueso y fuerte indica que el árbol tiene una estructura sólida que le permite resistir mejor las condiciones climáticas adversas y las plagas. Además, un tallo más grueso proporciona un mejor soporte para las ramas y hojas, lo que facilita una mayor captación de luz solar y una fotosíntesis más eficiente.

c. Porcentaje de sombra

Figura 6

Porcentaje de sombra proyectado por especies usadas



La figura 6, muestra que la mayor sombra proyectada se presenta en el agroecosistema pino con café con 64% seguido de cerca de pacae con café con 62%, el plátano proyecta 40 % de sombra.

Este porcentaje puede variar dependiendo del tipo de café cultivado, las condiciones climáticas y el tipo de árbol de sombra utilizado. En general, se recomienda que las plantaciones de café tengan entre un 30% y un 50% de sombra para proporcionar un ambiente adecuado para el crecimiento y desarrollo de las plantas de café. Un nivel de sombra adecuado puede ayudar a regular la temperatura y la humedad, así como a promover la biodiversidad en la plantación. Además, la sombra también puede ayudar a proteger las plantas de café de los daños por rayos solares directos y a reducir la necesidad de riego.

Un nivel adecuado de sombra ayuda a regular la temperatura y reduce el estrés por radiación solar directa, lo que favorece un crecimiento más lento pero

sostenible de los cafetos. Un porcentaje óptimo de sombra varía entre el 30% y el 50%, ya que permite una adecuada captación de luz solar para la fotosíntesis, sin bloquearla por completo

4.2.3. Características fisicoquímicas de los suelos en diferentes sistemas de producción

a. Clase textural del suelo

Tabla 4

Clase textural de suelos en sistemas de producción de café

Asociación	Clase textural
Café-Plátano	Franco Franco Arcilloso Franco Limoso
Café-Pacae	Areno Francoso Francoso arenoso Franco
Café-Pino	Franco arenoso Areno Francoso
Café sin sombra	Franco

La tabla 4, muestra que en los diferentes agroecosistemas estudiados presentan suelos francos o cercanos a franco o sus variantes por lo que son los más adecuados.

b. pH de suelo

Tabla 5

Análisis de variancia para pH del suelo a 1 m de distancia del tallo de sombra

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Ft $\alpha=0.05$
Tratamientos	3	1.69	0.56	14.3	3.49 *
Error	12	0.47	0.04		
Total	15	2.17			

C.V. 3.53 %

El análisis de varianza para pH del suelo a 1 m de distancia del tallo de sombra muestra que los suelos donde se desarrollan las especies de sombra presentan diferente pH y existe diferencia estadística, el coeficiente de variabilidad de 3.53 % confirma que los datos son homogéneos.

Tabla 6

Prueba de Tukey para pH a 1 m de distancia del tallo de sombra

O.M.	Asociación	Promedio	Sig. $\alpha= 0.05$
1	Café-Plátano	5.93	A
2	Café-Pino	5.90	A
3	Café-Sin sombra	5.60	A
4	Café-Pacae	5.12	B

La prueba de Tukey para el pH del suelo a 1 m de distancia del tallo de sombra muestra que el pH del suelo de la asociación café - plátano presenta valores ligeramente ácidos, sin embargo, no existe diferencia con la asociación café - pino y

café sin sombra (A), el suelo de la asociación café - pacaes es ácido y estadísticamente es diferente a las demás asociaciones.

Tabla 7

Análisis de variancia para pH a 2.5 m de distancia del tallo de sombra

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Ft $\alpha=0.05$
Tratamientos	3	1.70	0.57	8.38	3.49 *
Error	12	0.81	0.07		
Total	15	2.51			

C.V. 4.61 %

El análisis de varianza para pH del suelo a 2.5 m de distancia del tallo de sombra muestra que los suelos donde se desarrollan las especies de sombra presentan diferente pH y existe diferencia estadística, el coeficiente de variabilidad de 4.61 % confirma que los datos son homogéneos.

Tabla 8

Prueba de Tukey para pH a 2.5 m de distancia del tallo de sombra

O.M.	Asociación	Promedio	Sig. $\alpha= 0.05$
1	Café-Pino	5.94	A
2	Café-Plátano	5.91	A
3	Café-Sin sombra	5.60	A B
4	Café-Pacaes	5.13	B

La prueba de Tukey para el pH del suelo a 2.5 m de distancia del tallo de sombra muestra que el pH del suelo de la asociación café - pino presenta valores ligeramente ácidos, sin embargo, no existe diferencia con la asociación café - plátano y café sin sombra (A), el suelo de la asociación café - pacaes es ácido y estadísticamente no es diferente con la asociación café sin sombra.

El pH es un factor importante en el cultivo de café, ya que puede afectar la absorción de nutrientes por las plantas. Según varios estudios, se ha demostrado que el rango de pH ideal para el cultivo de café es de 6.0 a 6.5. Si el pH es demasiado bajo, por debajo de 5.0, puede provocar deficiencias de nutrientes, como el hierro, zinc y manganeso.

El café generalmente prefiere un suelo ligeramente ácido, con un rango de pH entre 6 y 6.5. Al asociar árboles forestales, es importante considerar sus requerimientos de pH para garantizar una compatibilidad adecuada. Algunas especies forestales pueden tener preferencias específicas de pH, y su elección cuidadosa puede ayudar a equilibrar y mantener el pH del suelo en el rango óptimo para el café

c. Conductividad eléctrica

Tabla 9

Análisis de variancia para conductividad eléctrica a 1 m de distancia del tallo de sombra

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Ft $\alpha=0.01$
Tratamientos	3	8.65	2.88	3.34	2.60 **
Error	12	10.35	0.86		
Total	15	19.00			

C.V. 21.48 %

El análisis de varianza para conductividad eléctrica del suelo a 1 m de distancia del tallo de sombra muestra que los suelos donde se desarrollan las especies de sombra presentan diferente conductividad eléctrica y existe diferencia estadística altamente significativa, el coeficiente de variabilidad de 21.48 % confirma que los datos son homogéneos.

Tabla 10

Prueba de Tukey para conductividad eléctrica a 1 m de distancia del tallo de sombra

O.M.	Asociación	Promedio	Sig. $\alpha= 0.05$
1	Café-Sin sombra	5.30	A
2	Café-Plátano	4.52	A B
3	Café-Pacae	4.23	A B
4	Café-Pino	3.25	B

La prueba de Tukey para conductividad eléctrica del suelo a 1 m de distancia del tallo de sombra muestra que conductividad eléctrica del suelo de la asociación café sin sombra presenta el mayor valor con 5.30 mS/m, sin embargo, no existe diferencia con la asociación café - plátano y café - pacae (A), el suelo de la asociación café - pino presenta el menor valor con 3.25 mS/m, pero no existe diferencia con las asociaciones café - plátano y café - pacae (B).

Tabla 11

Análisis de variancia para conductividad eléctrica a 2.5 m de distancia del tallo de sombra

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Ft $\alpha=0.05$
Tratamientos	3	19.76	6.59	9.50	3.49 *
Error	12	8.32	0.69		
Total	15	28.09			

C.V. 20.59 %

El análisis de varianza para conductividad eléctrica del suelo a 2.5 m de distancia del tallo de sombra muestra que los suelos donde se desarrollan las especies de sombra presentan diferente conductividad eléctrica y existe diferencia estadística

significativa, el coeficiente de variabilidad de 20.59 % confirma que los datos son homogéneos.

La conductividad eléctrica del suelo es un factor crucial a considerar en el cultivo de café. La conductividad eléctrica del suelo se refiere a su capacidad para transmitir corriente eléctrica y está estrechamente relacionada con la presencia de sales disueltas en el suelo. En el caso del café, la conductividad eléctrica del suelo puede tener un impacto significativo en el crecimiento y desarrollo de las plantas.

Tabla 12

Prueba de Tukey para conductividad eléctrica a 2.5 m de distancia del tallo de sombra

O.M.	Asociación	Promedio	Sig. $\alpha= 0.05$
1	Café-Sin sombra	5.30	A
2	Café-Plátano	4.99	A
3	Café-Pino	3.09	B
4	Café-Pacae	2.80	B

La prueba de Tukey para conductividad eléctrica del suelo a 2.5 m de distancia del tallo de sombra muestra que conductividad eléctrica del suelo de la asociación café sin sombra presenta el mayor valor con 5.30 mS/m, sin embargo, no existe diferencia con la asociación café - plátano (A), el suelo de la asociación café - pacae presenta el menor valor con 2.80 mS/m, pero no existe diferencia con la asociación café - pino (B).

d. Materia Orgánica

Tabla 13

Análisis de variancia para materia orgánica a 1 m de distancia del tallo de sombra

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Ft $\alpha=0.05$
Tratamientos	3	9.90	3.30	1.76	3.49 n.s.
Error	12	22.55	1.88		
Total	15	32.46			

C.V. 23.42 %

El análisis de varianza para materia orgánica del suelo a 1 m de distancia del tallo de sombra muestra que los suelos donde se desarrollan las especies de sombra presentan similar materia orgánica y no existe diferencia estadística, el coeficiente de variabilidad de 23.42 % confirma que los datos son homogéneos.

Tabla 14

Prueba de Tukey para materia orgánica a 1 m de distancia del tallo de sombra

O.M.	Asociación	Promedio	Sig. $\alpha= 0.05$
1	Café-Pino	6.86	A
2	Café-Plátano	6.36	A
3	Café-Pacae	5.30	A
4	Café-Sin sombra	4.90	A

La prueba de Tukey para materia orgánica del suelo a 1 m de distancia del tallo de sombra muestra que la materia orgánica es similar en todos los agroecosistemas estudiados (A).

Tabla 15

Análisis de variancia para materia orgánica a 2.5 m de distancia del tallo de sombra

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Ft $\alpha=0.05$
Tratamientos	3	14.74	4.91	2.04	3.49 n.s.
Error	12	28.94	2.41		
Total	15	43.68			

C.V. 28.42 %

El análisis de varianza para materia orgánica del suelo a 2.5 m de distancia del tallo de sombra muestra que los suelos donde se desarrollan las especies de sombra presentan similar contenido de materia orgánica y no existe diferencia estadística, el coeficiente de variabilidad de 28.42 % confirma que los datos son homogéneos.

Tabla 16

Prueba de Tukey para materia orgánica a 2.5 m de distancia del tallo de sombra

O.M.	Asociación	Promedio	Sig. $\alpha= 0.05$
1	Café-Plátano	6.62	A
2	Café-Pino	6.13	A
3	Café-Sin sombra	4.90	A
4	Café-Pacae	4.21	A

La prueba de Tukey para materia orgánica del suelo a 2.5 m de distancia del tallo de sombra muestra que el contenido de materia orgánica en el suelo es similar en todos los agroecosistemas estudiados y el contenido es mayor a 3.6 % lo que se considera alto (A).

e. Nitrógeno total

Tabla 17

Análisis de variancia para nitrógeno total a 1 m de distancia del tallo de sombra

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Ft $\alpha=0.05$
Tratamientos	3	0.05	0.02	3.29	3.49 n.s.
Error	12	0.06	0.004		
Total	15	0.11			

C.V. 24.73 %

El análisis de varianza para nitrógeno total del suelo a 1 m de distancia del tallo de sombra muestra que los suelos donde se desarrollan las especies de sombra presentan similar contenido de nitrógeno total y no existe diferencia estadística, el coeficiente de variabilidad de 24.73 % confirma que los datos son homogéneos.

Tabla 18

Prueba de Tukey para nitrógeno total a 1 m de distancia del tallo de sombra

O.M.	Asociación	Promedio	Sig. $\alpha= 0.05$
1	Café-Pino	0.34	A
2	Café-Plátano	0.32	A
3	Café-Pacae	0.27	A
4	Café-Sin sombra	0.20	A

La prueba de Tukey para nitrógeno total del suelo a 1 m de distancia del tallo de sombra muestra que el contenido de nitrógeno total se encuentra entre valores de 0.2 a 0.34 % es similar en todos los agroecosistemas estudiados (A). El contenido de nitrógeno total en el suelo para el cultivo de café puede variar dependiendo de varios

factores, en general, se recomienda que el contenido de nitrógeno total en el suelo para el cultivo de café esté en el rango de 0.15% a 0.25%.

Tabla 19

Análisis de variancia para nitrógeno total a 2.5 m de distancia del tallo de sombra

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Ft $\alpha=0.05$
Tratamientos	3	0.05	0.02	2.89	3.49 n.s.
Error	12	0.07	0.01		
Total	15	0.12			

C.V. 29.67 %

El análisis de varianza para nitrógeno total del suelo a 2.5 m de distancia del tallo de sombra muestra que los suelos donde se desarrollan las especies de sombra presentan similar contenido de nitrógeno total y no existe diferencia estadística, el coeficiente de variabilidad de 29.67 % confirma que los datos son homogéneos.

Tabla 20

Prueba de Tukey para nitrógeno total a 2.5 m de distancia del tallo de sombra

O.M.	Asociación	Promedio	Sig. $\alpha= 0.05$
1	Café-Plátano	0.33	A
2	Café-Pino	0.31	A
3	Café-Pacae	0.21	A
4	Café-Sin sombra	0.20	A

La prueba de Tukey para nitrógeno total del suelo a 2.5 m de distancia del tallo de sombra muestra que el contenido de nitrógeno total se encuentra entre valores de 0.2 a 0.33 % es similar en todos los agroecosistemas estudiados (A). Así mismo se observa que el contenido es muy similar que a 1 metro de distancia del tallo de sombra de las especies en estudio.

El nitrógeno es un nutriente esencial que desempeña un papel fundamental en la síntesis de proteínas y el crecimiento vegetal. La presencia adecuada de nitrógeno en el suelo favorece el vigor y la productividad de las plantas de café, así como el desarrollo de los árboles asociados.

f. Fósforo

Tabla 21

Análisis de variancia para contenido de fósforo en el suelo a 1 m de distancia del tallo de sombra

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Ft $\alpha=0.05$
Tratamientos	3	1180.30	393.43	4.14	3.49 *
Error	12	1141.00	95.08		
Total	15	2321.30			

C.V. 51.71 %

El análisis de varianza para contenido de fósforo del suelo a 1 m de distancia del tallo de sombra, muestra que los suelos donde se desarrollan las especies de sombra presentan diferente contenido de fósforo, el coeficiente de variabilidad de 51.71 % confirma que los datos son heterogéneos.

Tabla 22*Prueba de Tukey para fósforo a 1 m de distancia del tallo de sombra*

O.M.	Asociación	Promedio	Sig. $\alpha=0.05$
1	Café-Pacae	26.29	A
2	Café-Pino	23.55	A B
3	Café-Plátano	21.29	A B
4	Café-Sin sombra	4.30	B

La prueba de Tukey para fósforo del suelo a 1 m de distancia del tallo de sombra muestra que el contenido de fósforo se encuentra entre valores de 4.30 a 26.29 ppm entre los agroecosistemas café - pacae, café - pino y café - plátano no existe diferencia estadística (A). Así mismo se observa que entre las asociaciones café - pino, café - plátano y café sin sombra (B) no existe diferencia estadística entre ellos. El café sin sombra presenta un contenido bajo de fósforo menor a 5.5 ppm, los demás sistemas estudiados presentan valores superiores a 11 ppm por lo que el contenido es alto.

Tabla 23*Análisis de variancia para fósforo a 2.5 m de distancia del tallo de sombra*

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Ft $\alpha=0.05$
Tratamientos	3	1577.21	525.74	6.24	3.49 *
Error	12	1010.52	84.21		
Total	15	2587.73			

C.V. 56.35 %

El análisis de variancia para contenido de fósforo del suelo a 2.5 m de distancia del tallo de sombra, muestra que los suelos donde se desarrollan las

especies de sombra presentan diferente contenido de fósforo, el coeficiente de variabilidad de 56.35 % confirma que los datos son heterogéneos.

Tabla 24

Prueba de Tukey para fósforo a 2.5 m de distancia del tallo de sombra

O.M.	Asociación	Promedio	Sig. $\alpha=0.05$
1	Café-Plátano	30.08	A
2	Café-Pino	20.81	A B
3	Café-Pacae	9.96	B
4	Café-Sin sombra	4.30	B

La prueba de Tukey para fósforo del suelo a 2.5 m de distancia del tallo de sombra muestra que el contenido de fósforo se encuentra entre valores de 4.30 a 30.08 ppm, entre los agroecosistemas café plátano y café pino, no existe diferencia estadística (A). Así mismo se observa que entre las asociaciones café pino, café pacae y café sin sombra (B) no existe diferencia estadística entre ellos. El café sin sombra presenta un contenido bajo de fósforo menor a 5.5 ppm, el café pacae presenta un contenido medio y los demás sistemas estudiados presentan valores superiores a 11 ppm por lo que el contenido es alto.

g. Potasio

Tabla 25

Análisis de variancia para potasio a 1 m de distancia del tallo de sombra

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Ft $\alpha=0.05$
Tratamientos	3	84607.73	28202.58	58.27	3.49 *
Error	12	5807.85	483.99		
Total	15	90415.58			

C.V. 15.02 %

El análisis de varianza para contenido de potasio del suelo a 1 m de distancia del tallo de sombra, muestra que los suelos donde se desarrollan las especies de sombra presentan diferente contenido de potasio, el coeficiente de variabilidad de 15.02 % confirma que los datos son homogéneos.

Tabla 26

Prueba de Tukey para potasio a 1 m de distancia del tallo de sombra

O.M.	Asociación	Promedio	Sig. $\alpha= 0.05$
1	Café-Sin sombra	267.50	A
2	Café-Pacae	138.49	B
3	Café-Plátano	94.94	B C
4	Café-Pino	84.96	C

La prueba de Tukey para potasio del suelo a 1 m de distancia del tallo de sombra muestra que el contenido de potasio se encuentra entre valores de 84.96 a 267.50 ppm el agroecosistema café sin sombra supera estadísticamente a los demás tratamientos (A), entre los sistemas café pace y café plátano no existe diferencia estadística (B). Así mismo se observa que entre las asociaciones café plátano y café pino (C) no existe diferencia estadística entre ellos. El café con plátano y café pino presentan un contenido bajo de potasio menor a 120 ppm, el café con pacae presenta valores de 138.49 ppm por lo que el contenido es medio y el café sin sombra presenta alto contenido de potasio mayor a 240 ppm.

Tabla 27*Análisis de variancia para potasio a 2.5 m de distancia del tallo de sombra*

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Ft $\alpha=0.05$
Tratamientos	3	65490.20	21830.07	13.37	3.49 *
Error	12	19599.02	1633.25		
Total	15	85089.23			

C.V. 25.47 %

El análisis de variancia para contenido de potasio del suelo a 2.5 m de distancia del tallo de sombra, muestra que los suelos donde se desarrollan las especies de sombra presentan diferente contenido de potasio, el coeficiente de variabilidad de 25.47 % confirma que los datos son homogéneos.

El potasio es un macronutriente esencial para el crecimiento de las plantas y desempeña un papel crucial en la regulación de diversos procesos metabólicos.

Una adecuada disponibilidad de potasio en el suelo favorece el desarrollo de raíces fuertes y saludables, aumentando la capacidad de absorción de nutrientes y agua.

Tabla 28*Prueba de Tukey para potasio a 2.5 m de distancia del tallo de sombra*

O.M.	Asociación	Promedio	Sig. $\alpha= 0.05$
1	Café-Sin sombra	267.50	A
2	Café-Pino	140.18	B
3	Café-Plátano	120.63	B
4	Café-Pacae	106.33	B

La prueba de Tukey para potasio del suelo a 2.5 m de distancia del tallo de sombra muestra que el contenido de potasio se encuentra entre valores de 106.33 a

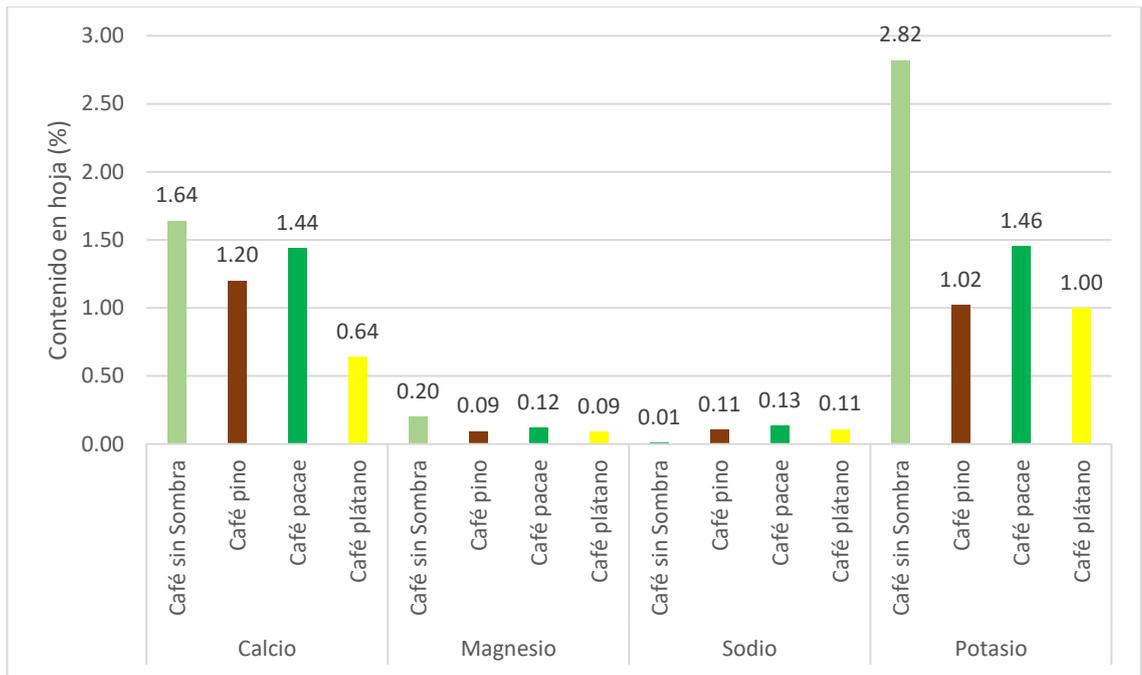
267.50 ppm el agroecosistema café sin sombra supera estadísticamente a los demás tratamientos (A), entre los sistemas café pino, café plátano y café pacaé no existe diferencia estadística (B). El café con pacaé presenta un contenido bajo de potasio menor a 120 ppm, el café pino y café plátano presenta un contenido medio y el café, también se observa que el café sin sombra presenta alto contenido de potasio mayor a 240 ppm.

El monitoreo regular del contenido de potasio total en el suelo y la aplicación de fertilizantes potásicos en caso de deficiencia son prácticas esenciales en el cultivo de café asociado con árboles. Mantener niveles adecuados de potasio promueve un crecimiento equilibrado de las plantas, mejora la calidad del café y aumenta la resistencia a enfermedades y condiciones ambientales desfavorables.

4.2.4. Características nutricionales de hojas de café en diferentes sistemas de producción

Figura 7

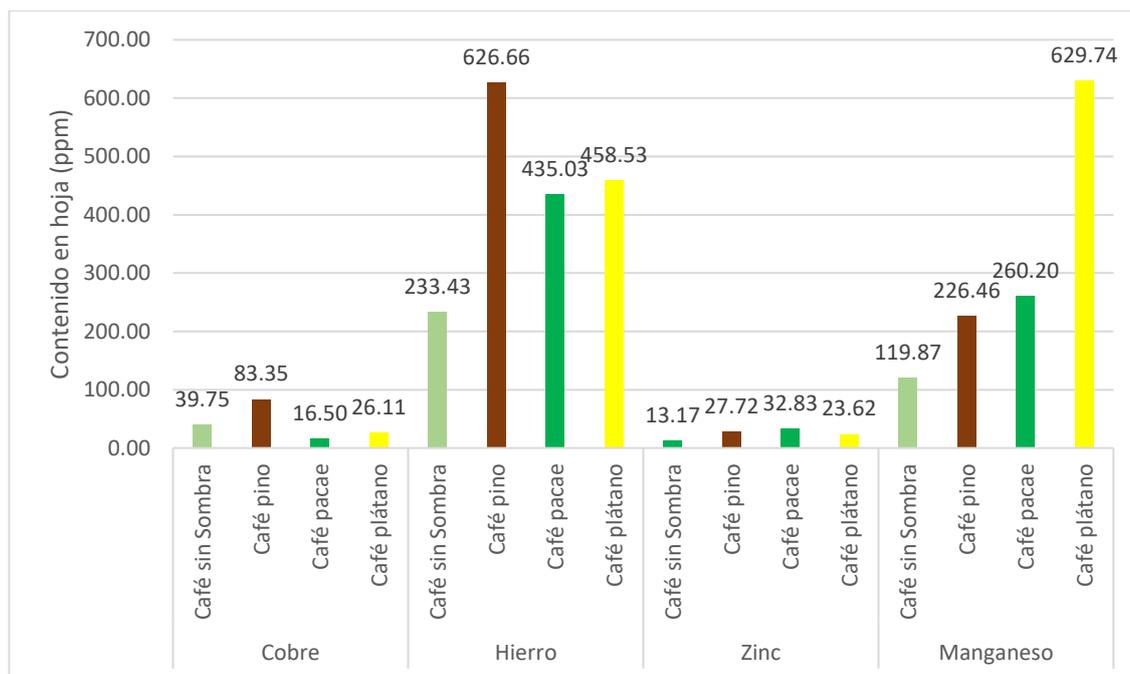
Contenido de calcio, magnesio, sodio y potasio en hojas de café en diferentes agroecosistemas



La figura 7, muestra que el contenido de calcio en hoja de café en los agroecosistemas café sin sombra y café pacaee muestra valores altos, y en el sistema café plátano es menor, en este mismo sistema el contenido de magnesio, sodio y potasio también son bajos evidenciando que el cultivo de plátano estaría afectando la nutrición del cultivo de café. Así mismo se observa que el café sin sombra por no tener competencia presenta valores altos en los diferentes agroecosistemas. También se observa que el agroecosistema café pacaee presenta valores altos lo cual favorece al cultivo de café.

Figura 8

Contenido de cobre, hierro, zinc y manganeso en hojas de café en diferentes agroecosistemas

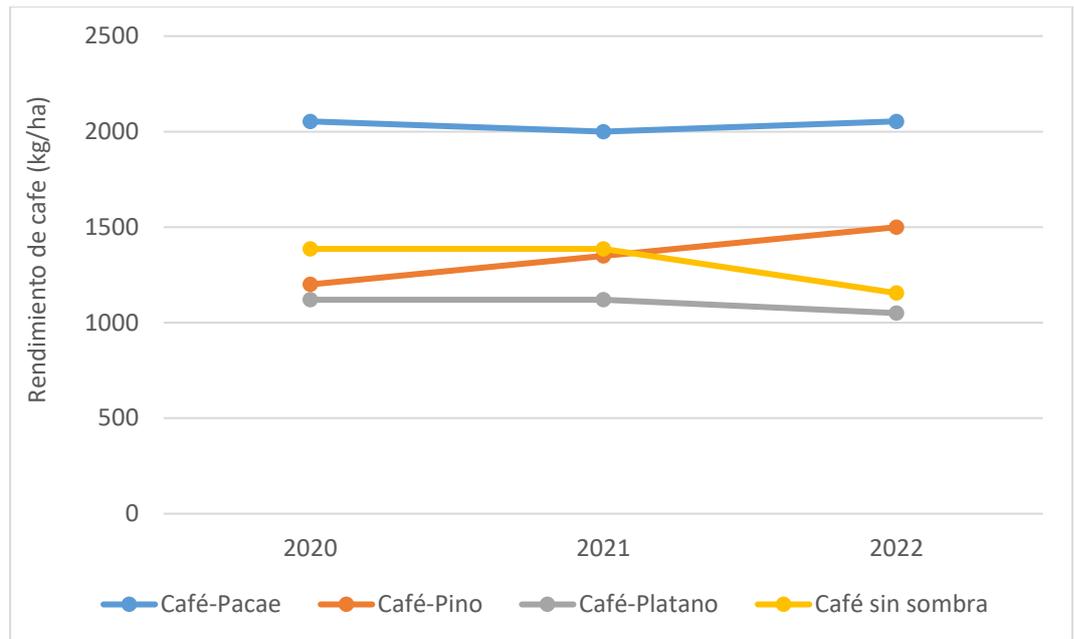


En la figura 8, se observa que el mayor contenido de cobre se presenta en el agroecosistema café pino, seguido de café sin sombra con 83.35 y 39.75 ppm respectivamente, en cuanto al hierro el mayor contenido en hojas de café se muestra cuando se asocia al pino como árbol de sombra con 626.66 ppm, en cuanto al contenido de zinc y manganeso el agroecosistema café pacaee presenta valores aceptables, finalmente en el agroecosistema café plátano el contenido de manganeso en hojas de café es elevado con 629.74 ppm. Los microelementos, como el hierro, zinc, manganeso, y cobre, son necesarios para la producción de clorofila y otros compuestos necesarios para la fotosíntesis. Sin estos nutrientes, las hojas pueden mostrar deficiencias que pueden reducir la producción y calidad de los granos de café.

4.2.5. Rendimiento de café en diferentes agroecosistemas

Figura 9

Rendimiento del cultivo de café en diferentes agroecosistemas (2020-2022)



La figura 9, muestra el rendimiento del cultivo de café en los últimos tres años en cuatro sistemas de producción, el rendimiento de café asociado a plátano es menor en los diferentes años, el mayor rendimiento se observa en el cultivo de café con pacae, además, en los cuatro sistemas estudiados en el último tres años se muestra un rendimiento constante por hectárea, el sistema café sin sombra tiende a bajar en el último año y el sistema café con pino tiende a subir en el último año.

4.3. Prueba de Hipótesis

La investigación demostró que se aceptan las hipótesis planteadas, la preferencia de especies de sombra en productores de café en Oxapampa Pasco es variable y significativo. Las características fisicoquímicas de los suelos mejoran cuando son cultivados con café bajo tres especies de sombra en Oxapampa Pasco y la nutrición y el rendimiento del cultivo de café cultivado bajo tres especies de sombra en Oxapampa Pasco es estable.

4.4. Discusión de resultados

a. Preferencia de especies de sombra en productores de café en Oxapampa

En la investigación el 42.9 % de agricultores prefieren al pacaé o guaba (*Inga sp.*), el 23.8 % prefieren pino (*Pinus patula*), el 14.3 % el cultivo plátano Isla (*Musa paradisiaca* L.) el 4.76 % prefiere (caoba, tornillo, etc.) y 9.52 % prefiere café sin sombra o monocultivo. Lo reportado concuerda con Beer *et al.* (1998) que afirma que el género *Inga* incluye más de 300 especies de árboles y arbustos nativos de América tropical. *Inga* se utiliza comúnmente como sombra en plantaciones de café en América Central y del Sur debido a su capacidad para fijar nitrógeno atmosférico, lo que mejora la calidad del suelo, y su capacidad para crecer rápido y proporcionar una sombra densa, el mismo autor menciona que también se usa como sombra árboles del género *Erythrina spp.* y *Gliricidia spp.* López *et al.* (2008) recomienda conservar la mayor biodiversidad de especies de sombra, en Veracruz México reportó 153 especies de árboles de sombra. Blanco y Aguilar (2015) mencionan que en Nicaragua la asociación de café con plátano y pacaé es común sin embargo la erosión de suelo es mayor en plantaciones de café asociadas con plátano. Por otro lado, Vásquez *et al.* (2015) reporta que, si es factible la asociación de café con pino, obteniendo rendimiento de café superiores a 1500 kg/ha.

En nuestra investigación se reporta la mayor altura en el pino alcanzando 20.24 metros en promedio, así mismo, se observa que la especie de sombra pacaé alcanza 17.3 metros de altura y el plátano como sombra alcanza 4.96 metros. Farfán (2019) menciona que la altura del árbol de sombra es variable y depende de muchos factores, lo más importante es la sombra que proyectan.

En cuanto al porcentaje de sombra proyectado por las especies estudiadas en la presente investigación en el agroecosistema pino con café 64%, pacaé con café con 62%, el plátano con café 40 % de sombra. Montañez *et al.* (2022) recomienda

un porcentaje de sombra del 30 % por lo que en los diferentes agroecosistemas se debe de dar asistencia técnica para el manejo adecuado de sombra. Garza *et al.* (2020) recomienda un porcentaje de sombra de 55 %.

b. Características fisicoquímicas de los suelos

Los suelos de los sistemas estudiados presentan una estructura franca o cercanos a franca, lo cual es favorable y concuerda con lo reportado por Wadt (2005) que menciona que el café es un cultivo exigente que requiere de un suelo bien estructurado y equilibrado en nutrientes para su óptimo crecimiento y producción. El tipo de suelo ideal para el cultivo del café varía según la región geográfica y climática en la que se cultiva. Sin embargo, en general, el café crece mejor en suelos que tienen un pH entre 6 y 6,5 y una textura media o franca. El pH de los suelos estudiados en Oxapampa se encuentra en el rango de moderadamente ácidos.

En cuanto a la conductividad eléctrica en la presente investigación se reporta que el cultivo de café sin sombra presenta el mayor valor con 5.30 mS/m y café paca presenta el menor valor con 2.80 mS/m, Garza *et al.* (2020) menciona que cuando menor es la conductividad eléctrica es mejor, para el café debe ser menor a 10 mS/m.

En nuestra investigación se reporta materia orgánica mayor a 3.6 % lo que según el INIA se considera alto (ver resultados de análisis Anexos), Garza *et al.* (2020) recomienda valores superiores a 5 % y afirma que las hojarascas o mulch favorecen las propiedades de los suelos ya que realizan reciclaje de nutrientes e influyen positivamente en la microflora del suelo. En cuanto al contenido de nitrógeno total se reporta valores de 0.2 a 0.33 % y está asociada al contenido de materia orgánica del suelo.

En la investigación se reporta que el fósforo presenta valores de entre 4.30 a 30.08 ppm, Tilahun (2022) afirma que cuando el contenido de fósforo en el suelo es inferior a 10 ppm la planta de café presenta deficiencias en los sistemas estudiados por la continua producción de hojarasca y por el abonamiento del agricultor se encuentran en rangos favorables.

Referente al potasio del suelo los valores encontrados se encuentran entre 84.96 a 267.50 ppm, los mayores valores se presentan en el sistema sin sombra y se debe al abonamiento y al origen de esos suelos. Sin embargo, las hojarasca de los demás sistemas de producción también influyen en el contenido de potasio en el suelo lo cual concuerda con lo mencionado por Titahun (2022).

c. Características nutricionales de hojas de café en diferentes sistemas de producción

En nuestra investigación se tuvo valores de calcio mayores a 0.75% por lo que se encuentra en lo óptimo, solo en café con plátano es bajo 0.69 % lo cual es deficiente, para el elemento magnesio el café sin sombra sobrepasa el límite mínimo con 0.2 % los demás se encuentran por debajo de 0.18% por lo que presenta deficiencia, en cuanto a potasio en hoja todos el sistema café con plátano es deficiente con valor de 1.0% los demás superan el 1.58 % mínimo requerido, en cuanto a cobre todos sobrepasan el mínimo de 8 ppm, en hierro todos sobrepasan el mínimo de 54 ppm, en zinc todos sobrepasan el mínimo de 6 ppm y manganeso todos sobrepasan el mínimo de 106 ppm, por lo que según Sadeghian (2020) y Cenicafé (2008) en la asociación de café con plátano se presenta deficiencia de calcio y en café paca, café pino y café paca presentan deficiencia de magnesio en hoja los demás micronutrientes se encuentran en

valores normales, por lo que es importante mejorar la nutrición de café vía suelo o también vía foliar.

d. Rendimiento de café en diferentes agroecosistemas

Titahuan (2022) reporta mayores rendimientos en café cultivado bajo sombra. En nuestra investigación se encontró mayor rendimiento en café con paca (2000 a 2053.5 kg/ha) y el rendimiento se mantiene constante en los 3 últimos años y esto se debe a que el paca produce cantidad de hojarasca, mulch que se van descomponiendo y liberando nutrientes para la planta. MIDAGRI (2022) reporta para el año 2021 un rendimiento de 1320 kg/ha y para el año 2022 un rendimiento 1130 kg/ha, lo cual confirma la baja de rendimiento a nivel nacional. Sin embargo, el rendimiento de Oxapampa es mayor al promedio nacional.

CONCLUSIONES

Según los objetivos planteados y los resultados se llegó a las siguientes conclusiones:

- El efecto de tres especies de sombra es positivo en las propiedades fisicoquímicas del suelo y rendimiento de café (*Coffea arabica*) en Oxapampa Pasco.
- La preferencia de especies de sombra en productores de café en Oxapampa Pasco es en orden: Pacae, pino, plátano y otras especies maderables nativos de la zona, sin embargo, es preocupante que algunos agricultores practiquen el monocultivo café sin sombra, también se observó el mal manejo de sombra mayor a 55% (pino-café 64%, pacae-café 62%)
- Las características fisicoquímicas de los suelos cultivados con café bajo tres especies de sombra en Oxapampa Pasco, presentan una adecuada estructura cercanos a franco, el pH es inadecuado (5.61-5.90), la C.E es baja (2.80-4.99 mS/m), la M.O (5.30-6.86 %) y nitrógeno total (0.21%-0.33) es alta, fósforo bajo en café sin sombra (4.30 ppm) y alto en los otros agroecosistemas (21.29-26.29 ppm), potasio es bajo (84.96 ppm) en café pino (1m del tallo) y bajo (106.33 ppm) en café pacae (2.5 m del tallo) en los demás agroecosistemas es adecuado.
- La nutrición de las plantas de café bajo tres especies de sombra en Oxapampa Pasco mediante análisis foliar indica que: el calcio es bajo (0.64%) en el agroecosistema café plátano, en cuanto a magnesio (0.09-0.12 %) existe deficiencia en café con sombra (plátano, pacae y pino), en cuanto a potasio (1.00-1.02%) es deficiente en café con plátano y café con pino, en cuanto a cobre, hierro, zinc y manganeso todos los sistemas estudiados presentan valores normales.

- El rendimiento del cultivo de café cultivado bajo tres especies de sombra en Oxapampa Pasco de acuerdo a la encuesta realizada supera el promedio nacional, pero el menor rendimiento lo obtuvo el café con plátano y el mayor el café paca.

RECOMENDACIONES

En base a las conclusiones obtenidas se realizan las siguientes recomendaciones:

- Se recomienda seguir cultivando café bajo sombra por los múltiples beneficios que presenta.
- También se recomienda seguir investigando en los diferentes aspectos del cultivo de café por ser un cultivo de mucha importancia para el país.
- La provincia Oxapampa presenta condiciones favorables para la máxima producción del cultivo de café, por lo que se debe promover la asistencia técnica.
- Promover la conservación de suelos, evaluar constantemente la fertilidad del suelo y la nutrición del cultivo de café.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aerts, R., Hundera, K., Berecha, G., Gijbels, P., Baeten, M., Van Mechelen, M., ... & Honnay, O. (2011). Semi-forest coffee cultivation and the conservation of Ethiopian Afromontane rainforest fragments. *Forest Ecology and Management*, 261(6), 1034-1041.
- Albertin, A., & Nair, P. K. R. (2004). Farmers' perspectives on the role of shade trees in coffee production systems: An assessment from the Nicoya Peninsula, Costa Rica. *Human ecology*, 32(4), 443-463.
- Alvarado, M., & Rojas, G. (2007). El cultivo y beneficio del café. Universidad Nacional a Distancia (EUNED). San José, Costa Rica.
- Arcila, J., Farfán, F. F., Moreno, A. M., Salazar, L. F., & Hincapié, E. (2007). Sistemas de producción de café en Colombia. <https://biblioteca.cenicafe.org/handle/10778/720>
- Beer, J., R. Muschler, D. Kass, & E. Somarriba. 1998. Shade management in coffee and cacao plantations. *Agrofor. Syst.* 38: 139-164.
- Blanco, S., & Aguilar, C. A. (2015). Soil erosion and erosion thresholds in an agroforestry system of coffee (*Coffea arabica*) and mixed shade trees (*Inga spp and Musa spp*) in Northern Nicaragua. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 210, 25-35.
- Bosselmann, A. S., Dons, K., Oberthur, T., Olsen, C. S., Ræbild, A., & Usma, H. (2009). The influence of shade trees on coffee quality in small holder coffee agroforestry systems in Southern Colombia. *Agriculture, ecosystems & environment*, 129(1-3), 253-260.

- Bote D. Adugna & Struik C. Paul (2011). Effects of shade on growth, production and quality of coffee (*Coffea arabica*) in Ethiopia. *Journal of Horticulture and Forestry*, 3(11), 336-341.
- Cáceres Huamán, A. D., & Vargas Meléndez, H. R. (2019). Factores determinantes de la oferta exportable del café de las principales regiones cafetaleras del Perú, periodo 2005-2018.
- Cadena-Iñiguez, Pedro; Rendón-Medel, Roberto; Aguilar-Ávila, Jorge; Salinas-Cruz, Eileen; de la Cruz-Morales, Francisca del Rosario; Sangerman-Jarquín, Dora Ma. (2017). Métodos cuantitativos, métodos cualitativos o su combinación en la investigación: un acercamiento en las ciencias sociales* <https://www.redalyc.org/pdf/2631/263153520009.pdf>
- Campera, M., Balestri, M., Manson, S., Hedger, K., Ahmad, N., Adinda, E., ... & Nekaris, K. A. I. (2021). Shade trees and agrochemical use affect butterfly assemblages in coffee home gardens. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 319, 107547.
- CENICAFE (2008). Germinadores de café. Obtenido de <https://www.cenicafe.org/es/publications/avt0368.pdf>
- Cisneros, C. & Sánchez, M. 2015. Solubilización de fosfatos por hongos asociados a un Andisol de tres agroecosistemas cafeteros de la región andina colombiana. *Ingenium*. 9(25):37-46.
- Dalastra, Fernando G. (2014). Sombreamento arbóreo na produção do café. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados.
- Delgado Gualmatan, W. L., Navia Estrada, J. F., & Lagos Burbano, T. C. (2021). Caracterización de especies arbóreas asociadas al cultivo de café (*Coffea*

arabica L.) en el sur de Colombia. Revista Facultad De Ciencias Agropecuarias -FAGROPEC, 12(2), 210–219. <https://doi.org/10.47847/fagropec.v12n2a4ICO>. (2021). Crop year production by country. Organización Internacional del Café.

Destá, K. N., Lisanenwork, N., & Muktar, M. (2018). Physico-chemical properties of soil under the canopies of *Faidherbia albida* (Delile) A. Chev and *Acacia tortilis* (Forssk.) Hayen in park land agroforestry system in Central Rift Valley, Ethiopia. Journal of Horticulture and Forestry, 10(1), 1-8.

Dix, M. E., Bishaw, B., Workman, S. W., Barnhart, M. R., Klopfenstein, N. B., & Dix, A. M. (1999). Pest Management in Energy and Labor-Intensive Agroforestry Systems. Sustainable Agricultural Systems.

Farfán, F. (2010). Cambios en la fertilidad del suelo con plantaciones de café y sombrío de especies forestales.

Farfán, F. (2015). Instrumentos para estimar el porcentaje de sombra en el cafetal. CENICAFÉ.

Farfán, F. (2019). Descripción de la estructura del dosel arbóreo al interior de un sistema agroforestal con café. Centro Nacional de Investigaciones de Café (Cenicafé).

Garza-Lau, R., Maldonado-Torres, R., Álvarez-Sánchez, M. E., & Torres-Rivera, J. A. (2020). Caracterización de especies arbóreas asociadas al cultivo de café. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 11(1), 25-32.

INEI (2021). Producción de café se incrementó en 17% en el 2021. <https://www.inei.gob.pe/prensa/noticias/produccion-de-cafe-se-incremento-170-en-julio-de-2021>

- Jha, S., Bacon, C. M., Philpott, S. M., Ernesto Méndez, V., Läderach, P., & Rice, R. A. (2014). Shade coffee: update on a disappearing refuge for biodiversity. *BioScience*, 64(5), 416-428.
- Jovellanos (2021) Como medir la altura de un árbol. http://www.iesjovellanos.com/archivos/medicion_altura_volumen_biomasa_deun_arbol.1286905158.pdf
- Kahi, H. C., Ngugi, R. K., Mureithi, S. M., & Ng'ethe, J. C. (2009). The canopy effects of *Prosopis juliflora* (dc.) and *Acacia tortilis* (hayne) trees on herbaceous plants species and soil physico-chemical properties in Njemps flats, Kenya. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 10(3), 441-449.
- Koehbach, J., & Gruber, C. (2015). Chapter Three - Cyclotides in the Rubiaceae. *Advances in Botanical Research*, 76: 51-78.
- Lashermes P., Combes M.C., Robert J., Trouslot P., D'Hont A., Anthony F. & Charrier A. (1999). Molecular characterisation and origin of the *Coffea arabica* L. genome *Mol. Gen. Genet.*, 261 (1999), pp. 259-266.
- López-Gómez A. M., Williams-Linera, G., & Manson, R. H. (2008). Tree species diversity and vegetation structure in shade coffee farms in Veracruz, Mexico. *Agriculture, ecosystems & environment*, 124(3-4), 160-172.
- Merle, I., Villarreyna-Acuña, R., Ribeyre, F., Rounsard, O., Cilas, C., & Avelino, J. (2022). Microclimate estimation under different coffee-based agroforestry systems using full-sun weather data and shade tree characteristics. *European Journal of Agronomy*, 132, 126396.
- Ministerio de desarrollo agrario y riego del Perú (2022). Perfil productivo y regional. https://siea.midagri.gob.pe/portal/siea_bi/index.html

- Montañez Ártica, A. G., Arias Ricaldi, J. N., Ayala Salcedo, W., Carrera Rojo, R. P., Dávila Pérez, J., Campos Tello, J. D., ... & Altamirano Pareja, M. (2022). Manual del cultivo de café en el VRAEM.
- Ñaupas, H. P., Mejía, E. M., Ramírez, E. N., & Paucar, A. V. (2014). Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis. Ediciones de la U.
- Paolini G. J. E. (2018). Actividad microbiológica y biomasa microbiana en suelos cafetaleros de los Andes venezolanos. *Terra Latinoamericana*, 36(1), 13-22.
- Pezzopane, J. R. M., Pedro Júnior, M. J., Gallo, P. B., Carmargo, M. B. P. D., & Fazuoli, L. C. (2007). Avaliações fenológicas e agronômicas em café arábica cultivado a pleno sol e consorciado com banana'Prata Anã'. *Bragantia*, 66, 701-709.
- Pincho, M. Rachel, P. Robert, S. & Alfaia, S. (2012) Agroforestería y el Mejoramiento de la fertilidad del suelo: una mirada desde la Amazonía. Ciencias del suelo aplicadas y ambientales, India Publishing Corporation.
- Rodriguez Chavez, E. E. (2019). Rendimiento del café (*Coffea arábica* L.) asociado a la diversidad florística en arreglos de sistemas agroforestales en el anexo Membrillo, Pisuquia, Luya, Amazonas.
- Rojas, A. (1994). Cultivo y Beneficio del Café. Primera edición. Costa Rica. 184pp.
- Sadeghian, S. (2020). Análisis foliar: Una guía para evaluar el estado nutricional del café. *Avances Técnicos Cenicafé*, 1-4.
- Schnabel, F., de Melo Virginio Filho, E., Xu, S., Fisk, I. D., Roupsard, O., & Haggar, J. (2018). Shade trees: a determinant to the relative success of organic versus conventional coffee production. *Agroforestry systems*, 92(6), 1535-1549.

- Soto-Pinto, L., Perfecto, I., Castillo-Hernandez, J., & Caballero-Nieto, J. (2000). Shade effect on coffee production at the northern Tzeltal zone of the state of Chiapas, Mexico. *Agriculture, ecosystems & environment*, 80(1-2), 61-69.
- Stigter, K. C. J. (2015). Agroforestry and micro-climate change. *Tree-crop interactions: agroforestry in a changing climate*, 509, 119-145.
- Tilahum A. E. (2022). Effect of dominant shade tree species on selected soil physicochemical properties and coffee production in Sayyo district, western Ethiopia. *Trees, Forests and People*, 8, 100245.
- Vargas C. Z. R. (2009). *La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica*. Maestría en Orientación de la Universidad de Costa Rica San José, Costa Rica
- Vázquez, E., Molina, G., Díaz, W., Camejo, R., & Renda, S. (2010). Factibilidad de la asociación pino-café como sistema productivo. In *Congreso Científico del INCA, XVII, San José de las Lajas, 22-26 nov. 2010*. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas.
- Wadt, P. G. S. (2005). Relationships between soil class and nutritional status of coffee plantations. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 29, 227-234.
- Yzarra Tito, W. J., & López Ríos, F. M. (2017). *Manual de observaciones fenológicas*.

ANEXOS

Instrumentos para recolección de datos

- Cartillas de registro de datos para las evaluaciones (Formato CENICAFE)
- GPS GARMIN Modelo ETREX 20
- Laptop Lenovo I7
- Cuaderno de campo
- Celular SAMSUNG A30s
- USB HP 16 GB
- Balanza Electrónica Digital SF-400
- Wincha Pro Stanley 5 mts.
- Cinta métrica Stanley 50 mts.
- Jalón topográfico de Fibra de Carbono de 5 mts.
- Software Excel 2017 e Infostat 2019
- Observación de fenómenos y entrevista a expertos como técnicas para recojo de la información.

FICHA DE VALIDACIÓN Y/O CONFIABILIDAD DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS INFORMATIVOS:

Apellidos y nombres del Informante	Grado Académico	Cargo o Institución donde labora	Nombre del Instrumento de Evaluación	Autor (a) del Instrumento
Benito Filemón, BUENDIA QUISPE	Ingeniero agrónomo	Responsable del Proyecto Forestal- Agronomía- UNDAC Oxapampa	Efecto de tres especies de sombra en las propiedades fisicoquímicas del suelo y rendimiento de café (<i>Coffea arabica</i>) Oxapampa – Pasco.	Alexandra Yadira, ALVAREZ DURAN
Título de la tesis “Efecto de tres especies de sombra en las propiedades fisicoquímicas del suelo y rendimiento de café (<i>Coffea arabica</i>) Oxapampa - Pasco”				

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0- 20%	Regular 21 - 40%	Buena 41 - 60%	Muy Buena 61 - 80%	Excelente 81 - 100%
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado.					X
2. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables.					X
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					X
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.					X
5. SUFICIENCIA	Comprende a los aspectos de cantidad y calidad.					X
6. INTENCIONALIDAD	Está adecuado para valorar aspectos del sistema de evaluación y el desarrollo de capacidades cognitivas.					X
7. CONSISTENCIA	Basado en aspectos teórico científicos de la tecnología educativa.					X

8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores y las dimensiones.					X
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito de la investigación.					X
10. OPORTUNIDAD	El instrumento ha sido aplicado en el momento oportuno y más adecuado					X
III. OPINIÓN DE APLICACIÓN: Se trata de un Instrumento adecuado a la realización del experimento para ser aplicado en la investigación por los puntajes alcanzados al ser evaluado en estricta relación con las variables y sus dimensiones.						
IV. PROMEDIO DE VALIDACIÓN: 84%						
Oxapampa, 09 de enero de 2023	22459437	 Ing. Benito F. Buendía Quispe CIP. 133741			943406240	
Lugar y Fecha	Nº DNI	Firma del experto			Nº Celular	

FICHA DE VALIDACIÓN Y/O CONFIABILIDAD DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

V. DATOS INFORMATIVOS:

Apellidos y nombres del Informante	Grado Académico	Cargo o Institución donde labora	Nombre del Instrumento de Evaluación	Autor (a) del Instrumento
Rolan, VALENCIA LEÓN	Ingeniero Agrónomo	Gerente de Desarrollo Económico de la Municipalidad Distrital de Samigari, La Mar Ayacucho.	Efecto de tres especies de sombra en las propiedades fisicoquímicas del suelo y rendimiento de café (<i>Coffea arabica</i>) Oxapampa – Pasco.	Alexandra Yadira, ALVAREZ DURAN
Título de la tesis: “Efecto de tres especies de sombra en las propiedades fisicoquímicas del suelo y rendimiento de café (<i>Coffea arabica</i>) Oxapampa - Pasco”				

VI. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0- 20%	Regular 21 - 40%	Buena 41 - 60%	Muy Buena 61 - 80%	Excelente 81 - 100%
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado.					X
2. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables.					X
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					X
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.					X
5. SUFICIENCIA	Comprende a los aspectos de cantidad y calidad.					X
6. INTENCIONALIDAD	Está adecuado para valorar aspectos del sistema de evaluación y el desarrollo de capacidades cognitivas.					X
7. CONSISTENCIA	Basado en aspectos teórico científicos de la tecnología educativa.					X

8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores y las dimensiones.					X
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito de la investigación.					X
10. OPORTUNIDAD	El instrumento ha sido aplicado en el momento oportuno y más adecuado					X
VII. OPINIÓN DE APLICACIÓN: Instrumento adecuado para ser aplicado en la investigación por los puntajes alcanzados al ser evaluado en estricta relación con las variables y sus respectivas dimensiones.						
VIII. PROMEDIO DE VALIDACIÓN: 81%						
Oxapampa, 09 de enero de 2023	04329719	 			947106743	
Lugar y Fecha	Nº DNI	Firma del experto			Nº Celular	

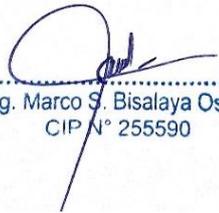
FICHA DE VALIDACIÓN Y/O CONFIABILIDAD DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS INFORMATIVOS:

Apellidos y nombres del Informante	Grado Académico	Cargo o Institución donde labora	Nombre del Instrumento de Evaluación	Autor (a) del Instrumento
Marco Antonio, BISALAYA OSORIO	Ingeniero Agrónomo	Verificador Común de la SUNARP	“Efecto de tres especies de sombra en las propiedades fisicoquímicas del suelo y rendimiento de café (<i>Coffea arabica</i>) Oxapampa - Pasco”	Alexandra Yadira, ALVAREZ DURAN
Título de la tesis “Efecto de tres especies de sombra en las propiedades fisicoquímicas del suelo y rendimiento de café (<i>Coffea arabica</i>) Oxapampa - Pasco”				

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0- 20%	Regular 21 - 40%	Buena 41 - 60%	Muy Buena 61 - 80%	Excelente 81 - 100%
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado.					X
2. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables.					X
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					X
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.					X
5. SUFICIENCIA	Comprende a los aspectos de cantidad y calidad.					X
6. INTENCIONALIDAD	Está adecuado para valorar aspectos del sistema de evaluación y el desarrollo de capacidades cognitivas.					X
7. CONSISTENCIA	Basado en aspectos teórico científicos de la tecnología educativa.					X

8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores y las dimensiones.					X
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito de la investigación.					X
10. OPORTUNIDAD	El instrumento ha sido aplicado en el momento oportuno y más adecuado					X
III. OPINIÓN DE APLICACIÓN: Instrumento adecuado para ser aplicado en la investigación por los puntajes.						
IV. PROMEDIO DE VALIDACIÓN: 81.8%						
Oxapampa, 09 de enero de 2023	40130297	 Ing. Marco S. Bisalaya Osorio CIP N° 255590			932127472	
Lugar y Fecha	Nº DNI	Firma del experto			Nº Celular	

Entrevista para agricultores

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS-ESCUELA DE AGRONOMÍA

Ubicación

Zona de producción:

Tipo de asociación Café +

¿Cómo fue el rendimiento del cultivo de café bajo sombra en los últimos 3 años? (kg/ha o Kg/ parcela).

.....

¿Qué plagas y enfermedades se presentan con mayor frecuencia en café bajo sombra?

.....

¿Cada cuánto tiempo realiza podas a los árboles de sombra?

.....

¿Cómo afecta al suelo los árboles de sombra?

.....

¿Los árboles de sombra conservan la biodiversidad y favorecen la polinización del café?

.....

Análisis de suelo



INFORME DE ENSAYO N° 091463-22/SU/SANTA ANA

I. INFORMACIÓN GENERAL

Cliente	:	Alvarez Duran Alexandra
Propietario / Productor	:	Alvarez Duran Alexandra
Dirección del cliente	:	Oxapampa-Pasco
Solicitado por	:	Alvarez Duran Alexandra
Muestreado por	:	Cliente
Número de muestra(s)	:	01 muestra
Producto declarado	:	Suelo (Suelo Agrícola)
Presentación de las muestras(s)	:	Bolsas de plástico
Referencia del muestreo	:	Reservado por el cliente
Procedencia de muestra(s)	:	María Teresa-Chontabamba-Oxapampa-Pasco
Fecha(s) de muestreo	:	2022-09-11
Fecha de recepción de muestra(s)	:	2022-09-19
Lugar de ensayo	:	LABSAF Santa Ana
Fecha(s) de análisis	:	2022-09-22
Cotización del servicio	:	233-22-SA
Fecha de emisión	:	2022-10-10

II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM	1	2	3	4	5
Código de Laboratorio	SU1463-SA-22	-	-	-	-
Matriz Analizada	Suelo (Suelo Agrícola)	-	-	-	-
Fecha de Muestreo	2022-09-11	-	-	-	-
Hora de Inicio de Muestreo (h)	09:00	-	-	-	-
Condición de la muestra	Conservada	-	-	-	-
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente	CSS	-	-	-	-
Ensayo	Unidad	LC	Resultados		
pH	unid. pH	--	5.6	-	-
Conductividad Eléctrica	mS/m	--	5.3	-	-
Materia Orgánica	%	--	4.9	-	-
Nitrógeno	%	--	0.2	-	-
Fósforo	ppm	--	4.3	-	-
Potasio	ppm	--	267.5	-	-
Análisis de Textura					
Arena	%	--	40.1	-	-
Limo	%	--	35.9	-	-
Arcilla	%	--	24.0	-	-
Clase Textural	---	--	Franco	-	-



Firmado digitalmente por:
TERAN ROJAS Jose Alfonso
FAU 20131385984 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 19/10/2022 12:34:25-0500

INFORME DE ENSAYO

N° 091463-22/SU/SANTA ANA

III. METODOLOGÍA DE ENSAYO

ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA
pH	EPA 9045D, Rev. 4, 2004. Soil and waste pH.
Conductividad Eléctrica	ISO 11265:1994, First Edition/Cor1 1996. Soil Quality - Determination of the Specific Electrical Conductivity - Technical Corrigendum 1
Textura	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). Item 7.1.7, AS-09. 2000. Determinación de la textura del suelo por procedimiento de Bouyoucos.
Materia Orgánica	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). Item 7.1.7, AS-07. 2000. Contenido de materia orgánica por el método de Walkley y Black.
Fósforo	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). Item 7.1.10, AS-10. 2000. Fosforo extraíble, en suelos de neutros a alcalinos (Procedimiento de Olsen y colaboradores).
	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). Item 7.1.11, AS-11. 2000. Fosforo extraíble, en suelos de ácidos a neutros (Procedimiento de Bray y Kurtz 1).
Potasio	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). Item 7.1.12, AS-12. 2000. Determinación de la capacidad de intercambio catiónico y bases intercambiables del suelo, con acetato de amonio.

IV. CONSIDERACIONES

- Estado en las que ingreso la Muestras: Buenas Condiciones de almacenamiento.
- Este informe no puede ser reproducido total, ni parcialmente sin la autorización de LABSAF y del cliente.
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo.
- Los resultados se aplican a las muestras, tales como se recibieron.
- Este documento es válido sólo para el producto mencionado anteriormente.
- El Laboratorio no es responsable cuando la información proporcionada por el cliente pueda afectar la validez de los resultados.
- Medición de Conductividad Eléctrica realizada a 25 °C
- Medición de pH realizada a 25 °C

Firma

Ing. Jose Alfonso Teran Rojas
Director EEA Santa Ana

FIN DE INFORME DE ENSAYO



Firmado digitalmente por:
 TERAN ROJAS Jose Alfonso
 FAU 20131365994 soft
 Motivo: Soy el autor del documento
 Fecha: 19/10/2022 12:34:53-0500

INTERPRETACIONES DE RESULTADOS DE ANALISIS

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN VALOR DE PH

pH	Evaluación	Efectos
< 5.0	Fuertemente ácido	Condiciones muy desfavorables
5.1 - 6.5	Moderadamente ácido	Deficiente asimilación de algunos elementos
6,6 - 7,3	Neutro	Efectos tóxicos mínimos
7.4 - 8.5	Medianamente alcalino	Existencia de carbonato cálcico. Deficiente asimilación de algunos nutrientes
> 8.5	Alcalino	Presencia de carbonato sódico. Poca asimilación de algunos nutrientes

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN EL VALOR DE LA CONDUCTIVIDAD (CE)

CLASIFICACION	CE (mS/m)	Efectos
Normal	<100	Efecto despreciable de la salinidad. No existe restricción para ningún cultivo, aunque algunos cultivos muy sensibles pueden ser afectado en sus rendimientos.
Muy Ligeramente salino	110 – 200	Los rendimientos de cultivos sensibles pueden verse afectados en sus rendimientos.
Moderadamente salino	210 – 400	Los rendimientos de cultivos pueden verse afectados en sus rendimientos.
Suelo salino	410 - 800	El rendimiento de casi todos los cultivos se ve afectado por esta condición de salinidad.
Fuertemente salino	810 - 1600	Solo lo cultivos muy resistentes a la salinidad pueden crecer en estos suelos.
Muy fuertemente salino	> 1600	Prácticamente ningún cultivo convencional puede crecer económicamente en estos suelos.

Nota: 1 dS/m = 100 mS/m

MATERIA ORGANICA

Clasificación	%MO
Muy Bajo	<0.5
Bajo	0.6 - 1.5
Medio	1.6 - 3.5
Alto	3.6 - 6.0
Muy Alto	> 6.0

FÓSFORO

Clasificación	ppm de P
Bajo	<5.5
Medio	5.5 - 11
Alto	>11

POTASIO

Clasificación	ppm de K
Bajo	<120
Medio	120 - 240
Alto	240 - 480
Muy alto	>480

CATIONES INTERCAMBIABLES (Ca, Mg, K Cmol/kg)

Clase	Calcio (Ca)	Magnesio (Mg)	Potasio (K)
Muy Baja	<2.0	<0.5	<0.2
Baja	2.0 - 5.0	0.5 - 1.3	0.2 - 0.3
Media	5.0 - 10	1.3 - 3.0	0.3 - 0.6
Alta	>10	>3.0	>0.6

Nota: 1 Cmol/Kg = meq/100 g

SATURACIÓN DE BASES CAMBIABLES

Calificativo	Saturación de Bases (%)	Efectos
Bajo	< 35	Suelo muy ácido. Aconsejable una enmienda caliza.
Medio	35 - 80	Suelo medio. Su riqueza dependerá de la CIC.
Alto	> 80	Suelo neutro a alcalino. Suelo saturado de bases.

Fuente: Norma Oficial Mexicana NOM-021-REC NAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002)



Firmado digitalmente por:
 TERAN ROJAS Jose Alfonso
 FAU 20131365994 soft
 Motivo: Soy el autor del documento
 Fecha: 19/10/2022 12:35:15-0500

- El resumen de los demás análisis se presenta en el cuadro de la última hoja del documento.

Análisis foliar



INFORME DE ENSAYO N° 091462-22/FO/SANTA ANA

I. INFORMACIÓN GENERAL

Cliente : Alvarez Duran Alexandra
 Propietario / Productor : Alvarez Duran Alexandra
 Dirección del cliente : Oxapampa-Pasco
 Solicitado por : Alvarez Duran Alexandra
 Muestreado por : Cliente
 Número de muestra(s) : 01 muestra
 Producto declarado : Foliar
 Presentación de las muestras(s) : Bolsas de papel
 Referencia del muestreo : Reservado por el cliente
 Procedencia de muestra(s) : María Teresa-Chontabamba-Oxapampa-Pasco
 Fecha(s) de muestreo : 2022-09-11
 Fecha de recepción de muestra(s) : 2022-09-19
 Lugar de ensayo : LABSAF Santa Ana
 Fecha(s) de análisis : 2022-09-22
 Cotización del servicio : 233-22-SA
 Fecha de emisión : 2022-10-10

II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM	1	2	3	4	5
Código de Laboratorio	FO1462-SA-22	-	-	-	-
Matriz Analizada	Foliar	-	-	-	-
Fecha de Muestreo	2022-09-11	-	-	-	-
Hora de inicio de Muestreo (h)	09:00	-	-	-	-
Condición de la muestra	Conservada	-	-	-	-
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente	HCSS	-	-	-	-
Ensayo	Unidad	LC	Resultados		
Materia Seca	%	-	-	-	-
Análisis de metales					
Aluminio (Al)	ppm	-	71,11	-	-
Arsénico (As)	ppm	-	0,01	-	-
Bario (Ba)	ppm	-	16,43	-	-
Cálcico (Ca)	ppm	-	16477,00	-	-
Cadmio (Cd)	ppm	-	0,03	-	-
Cobalto (Co)	ppm	-	0,02	-	-
Cromo (Cr)	ppm	-	1,67	-	-
Cobre (Cu)	ppm	-	39,75	-	-
Hierro (Fe)	ppm	-	233,43	-	-
Potasio (K)	ppm	-	28285,79	-	-
Magnesio (Mg)	ppm	-	2010,30	-	-
Manganeso (Mn)	ppm	-	119,87	-	-
Molibdeno (Mo)	ppm	-	0,01	-	-
Sodio (Na)	ppm	-	98,46	-	-
Níquel (Ni)	ppm	-	2,88	-	-
Plomo (Pb)	ppm	-	4,15	-	-
Estroncio (Sr)	ppm	-	13,48	-	-
Zinc (Zn)	ppm	-	13,17	-	-

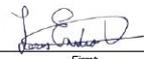
III. METODOLOGÍA DE ENSAYO

ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA
Metales	EPA Method 3050B, Revision 2, December 1996. Acid digestion of Sediments, sludges and soils by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry.

IV. CONSIDERACIONES

- Estado en las que ingreso la Muestras: Buenas Condiciones de almacenamiento.
- Este informe no puede ser reproducido total, ni parcialmente sin la autorización de LABSAF y del cliente.
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo.
- Los resultados se aplican a las muestras, tales como se recibieron.
- Este documento es válido sólo para el producto mencionado anteriormente.
- El Laboratorio no es responsable cuando la información proporcionada por el cliente pueda afectar la validez de los resultados.




 Firma
 Ing. Jose Alfonso Teran Rojas
 Director EEA Santa Ana

FIN DE INFORME DE ENSAYO

* Por motivos de espacio solo se consideró los resultados de algunos análisis como evidencia.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos, Aguas y Ecotoxicología

Carretera Central Km 1.21 - Tingo María - Celular 944407531

analisisdesuelosumas@hotmail.com



ANALISIS ESPECIAL

SOLICITANTE:		ALVAREZ DURAND ALEXANDRA YADIRA														
DATOS DE LA MUESTRA		RESULTADOS EN BASE HUMEDA					RESULTADOS EN BASE SECA									
Código	Tipo	Humedad Hd (%)	Materia Organica (%)	Cenizas (%)	Materia Organica (%)	Cenizas (%)	N (%)	P ₂ O ₅ (%)	Ca (%)	Mg (%)	Na (%)	K (%)	Cu ppm	Fe ppm	Zn ppm	Mn ppm
E0902-1	HOJAS CPA 1	26.04	63.84	10.13	86.31	13.69	1.32	1.136	1.208	0.094	0.107	1.019	83.351	626.656	27.716	226.461
E0902-2	HOJAS CPA 2	39.09	57.48	3.43	94.37	5.63	1.77	1.440	1.444	0.120	0.133	1.456	16.498	435.033	32.833	260.199
E0902-3	HOJAS CPA 3	23.78	66.48	9.75	87.21	12.79	1.36	0.647	1.168	0.093	0.108	1.000	26.108	458.530	23.615	629.740

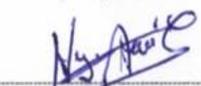
MUESTREO POR EL SOLICITANTE

RECIBO N° 001-0658393

Tingo María 15 de setiembre 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María


Dr. HUGO ALFREDO HUAMANI YUPANQUI
Jefe (e) Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología



Vistas fotográficas

Cultivo de café con sombra de pacaé



Cultivo de café con sombra de pino



Cultivo de café con sombra de plátano



Cultivo de café sin sombra



Evaluación de sombra en los cultivos de café con la aplicación HabitApp



Evaluación de sombra con la plantilla de CENICAFE



Recolecta de hojas de café para el análisis foliar



Muestreo de suelo de las parcelas de café



Medida del perímetro del árbol de pino a 1 metro del suelo



Medida de altura de plantas de café de la parcela con árboles de paca



Medida del distanciamiento para la toma de altura del árbol de pino



Midiendo altura del árbol del pino con la aplicación TREES



Encuesta a la agricultora del sector Alto Gramazú



Encuesta al agricultor del sector María Teresa



Análisis de suelos en el laboratorio del INIA Huancayo



Equipo de Emisión atómica para análisis de muestras del laboratorio INIA Huancayo



EVALUACIÓN DE LA INFORMACIÓN PLANTILLA VISUAL DE SOMBRA (PVS)

Ubicación de la Finca: Tsachopen, Chontabamba

Edad del café: 8 años

Especie de sombra: Pacae playa (*Inga spp.*)

Fecha de evaluación: 18/09/23

Especie de café: Costa Rica 97

Distanciamiento: 12 x 12 m.

Extensión del terreno: 1/4 ha.

Distanciamiento de café: 1 x 1/2 m

Edad de sombra: 8 años

NÚMERO DE TRANSECTO	LONGITUD DE TRANSECTO	PUNTOS MUESTREADOS	% DE SOMBRA		PERÍMETRO DEL ÁRBOL cm	ALTURA DEL ÁRBOL m	ALTURA DEL CAFÉ 1 (m)	ALTURA DEL CAFÉ 2 (m)
			INICIO %	FINAL %				
1	18 METROS	1	66%	64%	147	22.1	3.15	3.17
		2	54%	69%				
		3	48%	55%	56	13.1	2.5	2.25
		4	59%	61%	65	19.1	3	2.85
		5	74%	71%	55	10.6	3.5	3
		6	64%	62%	91.3	16.5	2.5	2.37
		7	76%	64%	64	17.7	2.65	2.6
		8	61%	63%	91.5	22.6	2.85	2.12
		9	66%	64%	54.5	14.3	3.3	2.12
		10	56%	57%	67	20.5	2.65	2.25
		11	62%	55%	117	16.4	2.95	2.8
		12	61%	63%				
		13	68%	64%				
		14	62%	43%				
		15	52%	48%				
		16	60%	59%				
		17	70%	71%				
		18	65%	67%				
		19	67%	67%				
		20	63%	58%				
		21	67%	60%				
		% TOTAL	63%	61%				

EVALUACIÓN DE LA INFORMACIÓN PLANTILLA VISUAL DE SOMBRA (PVS)

Ubicación de la finca: La Florida, Chontabamba

Edad del café: 8 años

Var. de sombra: Isla (*Musa paradisiaca* L.)

Fecha de evaluación: 08/09/23

Especie de café: Costa Rica 96

Distanciamiento: 4 x 5 m.

Extensión del terreno: 1/4 ha.

Distanciamiento: 2 x 1 m.

Edad de sombra: 3 años

NÚMERO DE TRANSECTO	LONGITUD DE TRANSECTO	PUNTOS MUESTREADOS	% DE SOMBRA		PERÍMETRO DEL ÁRBOL cm	ALTURA DEL ÁRBOL m	ALTURA DEL CAFÉ 1 (m)	ALTURA DEL CAFÉ 2 (m)
			INICIO %	FINAL %				
1	18 METROS	1	59%	48%				
		2	41%	47%				
		3	38%	25%	60	4.4	2.55	2.55
		4	37%	42%				
		5	54%	53%	57	6	2.2	2.25
		6	36%	23%				
		7	51%	29%	33	3.65	1.85	2.25
		8	44%	13%				
		9	30%	30%	52	4.6	2.25	2.1
		10	55%	36%				
		11	47%	34%				
		12	51%	25%	53	5	2	2.2
		13	30%	24%	60	5.3	1.75	2.2
		14	64%	33%	65	6	2.3	2.2
		15	34%	24%	50	5.3	2.4	2.35
		16	47%	37%	46	5	2.3	2.65
		17	45%	24%				
		18	38%	28%				
		19	42%	47%				
		20	60%	43%				
		21	64%	58%	50	4.35	2.3	2.15
		% TOTAL	46%	34%				

EVALUACIÓN DE LA INFORMACIÓN PLANTILLA VISUAL DE SOMBRA (PVS)

Ubicación de la Finca: Maria Teresa, Chontabamba

Edad del café: 9 años

Especie de sombra: Pino (*Pinus patula*)

Fecha de evaluación: 11/09/23

Especie de café: Costa Rica 97

Distanciamiento: 3 x 3 m.

Extensión del terreno: 1/4 ha.

Distanciamiento: 1 x 1/2 m.

Edad de sombra: 10 años

NÚMERO DE TRANSECTO	LONGITUD DE TRANSECTO	PUNTOS MUESTREADOS	% DE SOMBRA		PERÍMETRO DEL ÁRBOL cm	ALTURA DEL ÁRBOL m	ALTURA DEL CAFÉ 1 (m)	ALTURA DEL CAFÉ 2 (m)
			INICIO %	FINAL %				
1	18 METROS	1	68%	70%	64	20.4	1.71	1.65
		2	71%	70%	83	17.8	1.3	1.17
		3	66%	55%				
		4	60%	60%				
		5	66%	68%	55	19.1	1.65	1.65
		6	59%	57%	68	23.6	1.65	1.5
		7	72%	69%	45	20.4	1.3	1.46
		8	50%	54%				
		9	56%	65%	67	20.8	1.95	1.8
		10	67%	70%				
		11	66%	66%				
		12	69%	68%	83	20.2	1.37	1.33
		13	62%	60%				
		14	64%	67%				
		15	69%	68%	67	20	1.79	1.9
		16	70%	72%				
		17	66%	63%	55	21.4	1.39	2.3
		18	53%	65%	52	18.7	2.27	2.54
		19	49%	52%				
		20	64%	66%				
		21	62%	63%				
		% TOTAL	63%	64%				

EVALUACIÓN DE LA INFORMACIÓN PLANTILLA VISUAL DE SOMBRA (PVS)

Finca:Machicura, Chontabamba

Edad del café: 8 años

Fecha de evaluación: 11/09/24

Especie de café: Costa Rica 97

Extensión del terreno: 1/4 ha.

Distanciamiento:2 x 1 m.

NÚMERO DE TRANSECTO	LONGITUD DE TRANSECTO	PUNTOS MUESTREADOS	% DE SOMBRA	ALTURA DEL CAFÉ 1 (m)
1	18 METROS	1	0%	2.78
		2		1.96
		3		1.82
		4	0%	1.65
		5		2.43
		6		2.2
		7		2.1
		8	0%	2.15
		9		1.64
		10		1.6
		11	0%	1.5
		12		1.8
		13		2.3
		14	0%	1.6
		15		1.55
		16		1.7
		17	0%	1.45
		18		1.95
		19	0%	1.6
		20		2.2
		21	0%	1.96

Resultados de las encuestas

N°	Datos de encuestados			RESULTADOS DE LOS ENCUESTADOS							
	Ubicación	UTM	Zona de producción	Tipo de asociación	Rendimiento Kg/ha	Plagas	Enfermedades	Tiempo de poda	¿Cómo afecta al suelo los árboles de sombra?	¿Los árboles de sombra conservan la biodiversidad?	¿Los árboles de sombra favorecen la polinización?
1	Alto Gramazú	450069 E 8837330 N 18L	Alto Gramazú	Pacae	1110	Roya, Ojo de gallo, Pie negro	Broca	Cada 2 años	Suelos más sueltos y mantiene la humedad.	Si, porque crecen orquídeas.	Si, en la floración.
2	Machicura	450020 E 8818219 N 18L	Machicura	Sin sombra	1155	Roya, necrosis, mancha negra	Sin sombra	Sin sombra	Suelo compactado y seco porque no hay sombra.	Sin sombra, no hay aves.	Sin sombra
3	María Teresa	450177 E 8817099 N 18L	María Teresa	Pino	2520	Roya, Ojo de gallo	Broca	Cada 2 años	Suelos más sueltos.	Si, genera un ecosistema favorable para las aves.	Si, en la floración.
4	Sector San Alberto	453695 E 8827710 N 18L	Ripio	Plátanos	1050	Ojo de gallo	Broca	Cada 4 meses	Aporte de potasio al suelo.	Si, en las hojas se posan diversas mariposas.	Si, en la floración. Aumentan las abejas.
5	Palmeras Bajo	449351 E 8814385 N 18L	Palmeras Bajo-Pusapno	Pino	1275	Roya, Ojo de gallo	Broca	Anual	Las raíces de los pinos mejoran la porosidad del suelo.	Si, en los árboles habitan varias aves.	Si, ya que en la floración de los pinos existen abejas.
6	Palmeras Bajo	449914 E 8815979 N 18L	Palmeras Bajo-Pusapno	Palta	975	Roya, Ojo de gallo	Broca	Anual	La sombra que brinda la palta ayuda al suelo a mantenerse húmedo.	Si, en los árboles habitan varias aves.	Si, en la temporada de floración.

7	Maria Teresa	450017 E 8817286 N 18L	Agua Fresca- Pusapno	Pacae	2275	Roya, Ojo de gallo	Broca	Cada 3 años	La sombra mantiene húmedo al suelo.	Si, en los árboles habitan mariposas aves y picaflores.	Si, en la floración.
8	Maria Teresa	450020 E 8817339 N 18L	Agua Fresca- Pusapno	Pacae	800	Roya, Ojo de gallo	Broca	Anual	La sombra aporta nutrientes al suelo.	Si, en los árboles habitan orquídeas.	Si, en la floración.
9	Maria Teresa	450036 E 8817283 N 18L	Torrebamba	Pacae	600	Roya, Ojo de gallo	Broca	Anual	La sombra ayuda al control de enfermedades.	Si, en los árboles habitan animales silvestres.	Si, en la floración.
10	María Teresa	450036 E 8817283 N 18L	Agua Fresca- Pusapno	Pacae	4 000	Roya, Ojo de gallo	Broca	Anual	La sombra genera un ambiente favorable para el desarrollo del café.	Si, en los árboles habitan insectos benéficos.	Si, en la floración.
11	Agua Fresca	450087 E 8817235 N 18L	Agua Fresca- Pusapno	Pino	2100	Roya, Ojo de gallo	Broca	Anual	Las acículas de los pinos que caen al suelo aportan nutrientes.	Si, en los árboles habitan ardillas.	Si, en la floración.
12	María Teresa	450009 E 8817306 N 18L	Palmeras- Pusapno	Plátano	2600	Roya, Ojo de gallo	Broca	Cada 4 meses	Aporte de potasio al suelo.	Si, en los árboles habitan aves silvestres.	Si, en la floración.
13	Torrebamba	447776 E 8811826 N 18L	Torrebamba	Pacae	2280	Roya, Ojo de gallo	Broca	Anual	La sombra ayuda al control de plagas.	Si, en los árboles habitan mariposas.	Si, en la floración.
14	San Roque	452258 E 8834213 N 18L	San Roque	Pacae	1950	Roya, Ojo de gallo	Broca	Cada 2 años	Las hojas del pacae caen al suelo y aportan materia orgánica.	Si, en los árboles habitan abejas.	Si, en la floración.

15	Tsachopen	451623 E 8834213 N 18L	Tsachopen	Pacae	2400	Roya, Ojo de gallo	Broca	Anual	Aporte de materia orgánica.	Si, en los árboles habitan abejas y picaflores.	Si, en la floración.
16	Tsachopen	451290 E 8835037 N 18L	Tsachopen	Sin sombra	800	Roya, Ojo de gallo	Broca	Sin sombra	Suelo compactado y seco porque no hay sombra.	Hay muchas malezas que atraen plagas.	Sin sombra
17	Gramazú	450927 E 8837452 N 18L	Gramazú	Pino	1000	Roya, Ojo de gallo	Broca	Anual	Gracias a las acículas que caen en el suelo se mantiene libre de malezas.	Abundancia de pájaros y aves.	Si, en la floración.
18	Alto Gramazú	450802 E 8837510 N 18L	Alto Gramazú	Pino	1750	Roya, Ojo de gallo	Broca	Anual	Las raíces ayudan que el suelo sea menos compactado.	Abundancia de aves.	Si, en la floración.
19	Huarapo	451633 E 8827691 N 18L	Huarapo	Pacae	1800	Roya, Ojo de gallo	Broca	No podan	Evitan que el agua del suelo se evapore en temporada de verano.	Abundancia de abejas.	Si, en la floración.
20	San Martin	450570 E 8827994 N 18L	San Martin	Plátano	1050	Roya, Ojo de gallo	Broca	Cada 5 meses	Nutrición al suelo, no hay necesidad de fertilizar.	Habitan en los árboles animales silvestres.	Si, en la floración.

Resultados del análisis foliar

Consolidado de resultados del análisis de suelos

N°	Código de Laboratorio	Fecha de análisis	Procedencia de muestra (s)	Código/Identificación de la Muestra por el Cliente	pH	CE_mS/m	MO_%	P_ppm	K_ppm	Al_ppm	N_%	Textura_%			Tipo de Suelo	Cultivo a instalar
												Arena	Arcilla	Limo		
1	SU1210-SA-22	2022-08-17	Fundo Santa Barbara-Chontabamba-Oxapama-Cerro de Pasco	CPLA-1A	6.20	6.53	8.74	10.49	108.47	1.38	0.44	27.46	24.62	47.93	Franco	Café 4-6 años
2	SU1211-SA-22	2022-08-17	Fundo Santa Barbara-Chontabamba-Oxapama-Cerro de Pasco	CPLA-3A	5.74	4.95	8.21	36.50	117.60	1.87	0.41	33.74	22.54	43.71	Franco	Café 4-6 años
3	SU1212-SA-22	2022-08-17	Fundo Santa Barbara-Chontabamba-Oxapama-Cerro de Pasco	CPLA-7A	6.08	2.86	4.24	14.63	59.37	1.37	0.21	23.60	32.54	43.86	Franco Arcilloso	Café 4-6 años
4	SU1213-SA-22	2022-08-17	Fundo Santa Barbara-Chontabamba-Oxapama-Cerro de Pasco	CPLA-9A	5.68	3.73	4.24	23.55	94.30	1.68	0.21	21.24	32.76	46.00	Franco Arcilloso	Café 4-6 años
5	SU1214-SA-22	2022-08-17	Fundo Santa Barbara-Chontabamba-Oxapama-Cerro de Pasco	CPLA-1B	6.37	6.44	8.35	33.91	211.83	1.27	0.42	29.24	26.83	43.93	Franco	Café 4-6 años
6	SU1215-SA-22	2022-08-17	Fundo Santa Barbara-Chontabamba-Oxapama-Cerro de Pasco	CPLA-3B	5.81	4.79	6.09	32.47	101.67	1.40	0.30	25.24	30.83	43.93	Franco Arcilloso	Café 4-6 años
7	SU1216-SA-22	2022-08-17	Fundo Santa Barbara-Chontabamba-Oxapama-Cerro de Pasco	CPLA-7B	5.84	4.13	6.09	11.14	78.88	0.99	0.30	23.02	24.13	52.85	Franco Limoso	Café 4-6 años

8	SU1217-SA-22	2022-08-17	Fundo Santa Barbara-Chontabamba-Oxapama-Cerro de Pasco	CPLA-9B	5.61	4.61	5.96	42.78	90.14	0.07	0.30	23.10	23.55	53.35	Franco Limoso	Café 4-6 años
9	SU1218-SA-22	2022-08-17	Alto Gramazú-Chontabamba-Oxapama-Cerro de Pasco	CPA-1A	5.22	3.96	4.37	19.81	89.62	2.67	0.22	83.24	1.48	15.28	Areno Francoso	Café 6-8 años
10	SU1219-SA-22	2022-08-17	Alto Gramazú-Chontabamba-Oxapama-Cerro de Pasco	CPA-2A	5.24	4.64	6.09	7.65	138.09	2.14	0.30	63.17	11.41	25.42	Franco Arenoso	Café 6-8 años
11	SU1220-SA-22	2022-08-17	Alto Gramazú-Chontabamba-Oxapama-Cerro de Pasco	CPA-3A	4.78	4.92	5.70	35.46	165.78	3.35	0.29	53.24	13.19	33.57	Franco Arenoso	Café 6-8 años
12	SU1221-SA-22	2022-08-17	Alto Gramazú-Chontabamba-Oxapama-Cerro de Pasco	CPA-4A	5.23	3.41	5.03	42.23	160.46	2.30	0.25	55.17	17.34	27.50	Franco Arenoso	Café 6-8 años
13	SU1222-SA-22	2022-08-17	Alto Gramazú-Chontabamba-Oxapama-Cerro de Pasco	CPA-1B	5.36	3.19	3.84	8.99	77.15	2.07	0.19	67.17	7.19	25.64	Franco Arenoso	Café 6-8 años
14	SU1223-SA-22	2022-08-17	Alto Gramazú-Chontabamba-Oxapama-Cerro de Pasco	CPA-2B	5.47	2.92	3.97	2.97	135.32	5.45	0.20	59.24	11.19	29.57	Franco Arenoso	Café 6-8 años
15	SU1224-SA-22	2022-08-17	Pusapno- Chontabamba-Oxapama-Cerro de Pasco	CPA-3B	4.67	2.57	3.58	14.38	98.32	1.49	0.18	59.38	9.41	31.21	Franco Arenoso	Café 6-8 años
16	SU1225-SA-22	2022-08-17	Alto Gramazú-Chontabamba-Oxapama-Cerro de Pasco	CPA-4B	5.00	2.51	5.43	13.48	114.53	3.67	0.27	49.24	17.41	33.35	Franco	Café 6-8 años
17	SU1226-SA-22	2022-08-17	Pusapno- Chontabamba-Oxapama-Cerro de Pasco	CPI-1A	5.96	3.33	7.42	20.86	83.64	1.49	0.37	71.17	3.55	25.28	Franco Arenoso	Café 6-8 años
18	SU1227-SA-22	2022-08-17	Pusapno- Chontabamba-Oxapama-Cerro de Pasco	CPI-2A	5.79	3.81	7.42	23.30	87.80	1.33	0.37	69.10	3.62	27.28	Franco Arenoso	Café 6-8 años

19	SU1228-SA-22	2022-08-17	Pusapno- Chontabamba-Oxapama-Cerro de Pasco	CPI-3A	6.16	3.56	7.15	23.55	94.65	0.95	0.36	71.02	3.62	25.35	Franco Arenoso	Café 6-8 años
20	SU1229-SA-22	2022-08-17	Pusapno- Chontabamba-Oxapama-Cerro de Pasco	CPI-4A	5.69	2.28	5.43	26.49	73.73	2.06	0.27	83.24	1.55	15.21	Areno Francoso	Café 6-8 años
21	SU1230-SA-22	2022-08-17	Pusapno- Chontabamba-Oxapama-Cerro de Pasco	CPI-1B	5.89	4.71	7.42	27.03	160.54	1.01	0.37	69.10	5.55	25.35	Franco Arenoso	Café 6-8 años
22	SU1231-SA-22	2022-08-17	Pusapno- Chontabamba-Oxapama-Cerro de Pasco	CPI-2B	5.86	2.83	7.68	10.99	141.91	1.92	0.38	77.10	1.62	21.28	Areno Francoso	Café 6-8 años
23	SU1232-SA-22	2022-08-17	Pusapno- Chontabamba-Oxapama-Cerro de Pasco	CPI-3B	6.20	3.24	7.42	33.71	182.81	0.61	0.37	75.17	3.62	21.21	Areno Francoso	Café 6-8 años
24	SU1233-SA-22	2022-08-17	Pusapno- Chontabamba-Oxapama-Cerro de Pasco	CPI-4B	5.79	1.58	1.99	11.49	75.44	0.90	0.10	75.10	3.70	21.21	Areno Francoso	Café 6-8 años
25	SU1233-SA-22	2022-09-22	María Teresa-Chontabamba-Oxapampa-Pasco	CSS	5.60	5.30	4.90	4.30	267.50	--	0.20	40.1	35.9	24.0	Franco	Café 6-8 años
26	SU1233-SA-22	2022-09-22	María Teresa-Chontabamba-Oxapampa-Pasco	CSS	5.59	5.31	4.89	4.29	267.49	--	0.19	40.1	35.9	24.0	Franco	Café 6-8 años
27	SU1233-SA-22	2022-09-22	María Teresa-Chontabamba-Oxapampa-Pasco	CSS	5.61	5.29	4.91	4.31	267.51	--	0.21	40.1	35.9	24.0	Franco	Café 6-8 años
28	SU1233-SA-22	2022-09-22	María Teresa-Chontabamba-Oxapampa-Pasco	CSS	5.60	5.30	4.90	4.30	267.50	--	0.20	40.1	35.9	24.0	Franco	Café 6-8 años