

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE AGRONOMÍA



**“PERCEPCIÓN DE CAMBIO CLIMÁTICO DE LOS PRODUCTORES
DE CAFÉ EN EL DISTRITO DE PICHANAQUI, CHANCHAMAYO-
JUNÍN”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERA AGRÓNOMA**

GLADYS ALBINA ATALAYA ROJAS

LIMA – PERÚ

2023

Tesis

INFORME DE ORIGINALIDAD

16%

INDICE DE SIMILITUD

15%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

3%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	3%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
3	orcid.org Fuente de Internet	1%
4	Submitted to Universidad Nacional Agraria La Molina Trabajo del estudiante	1%
5	cgspace.cgiar.org Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Universidad Alas Peruanas Trabajo del estudiante	1%
7	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	<1%
8	pdffox.com Fuente de Internet	<1%
9	www.slideshare.net Fuente de Internet	

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

**“PERCEPCIÓN DE CAMBIO CLIMÁTICO DE LOS PRODUCTORES
DE CAFÉ EN EL DISTRITO DE PICHANAQUI, CHANCHAMAYO -
JUNÍN”**

GLADYS ALBINA ATALAYA ROJAS

Tesis para optar el título de:
INGENIERA AGRÓNOMA

Sustentada y Aprobada ante el siguiente jurado:

.....

Dr. Federico Alexis Dueñas Dávila

PRESIDENTE

.....

Dr. Ricardo Roberto Borjas Ventura

ASESOR

.....

Ph. D. Susana Patricia Rodríguez Quispe

MIEMBRO

.....

Ph. D. Rember Emilio Pinedo Taco

MIEMBRO

Lima – Perú

2023

DEDICATORIA

Le dedico el resultado de este trabajo principalmente, a mis padres Jorge Atalaya Chacón y Bertha Rojas Alarcón por todos sus esfuerzos, sacrificios y ayuda incondicional, para poder lograr mis objetivos. Me han enseñado con el ejemplo a ser la persona que hoy soy, mis principios, mis valores, mi perseverancia y mi empeño.

A mi hermano Brandon Atalaya, por su cariño, apoyo y motivación constante durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento.

Finalmente quiero dedicar esta tesis a toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por guiar mis pasos y cuidar de mí.

A mis padres y hermano que siempre me han brindado su apoyo incondicional para poder cumplir mis objetivos personales y académicos. También son los que me han brindado el soporte material y económico para poder concentrarme en los estudios y nunca abandonarlos.

A mi asesor, el Dr. Ricardo Roberto Borjas Ventura, por su dedicación y paciencia durante la etapa de investigación, sin sus consejos y correcciones precisas no hubiese podido lograr llegar a este momento tan anhelado.

Por último, agradecer a los caticultores del distrito de Pichanaqui, que con su valiosa colaboración hicieron posible el desarrollo del presente estudio.

ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	2
2.1.	ORIGEN Y TAXONOMÍA DEL CAFÉ	2
2.2.	EL CAFÉ EN EL MUNDO	3
2.3.	PRODUCCIÓN DE CAFÉ EN EL PERÚ	4
2.4.	REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS DEL CULTIVO.....	7
2.5.	SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE CAFÉ.....	8
2.5.1.	Manejo convencional.....	8
2.5.2.	Manejo orgánico	9
2.5.3.	Agricultura de precisión	10
2.6.	PLAGAS Y ENFERMEDADES.....	10
2.6.1.	Broca (<i>Hypothenemus hampei</i>)	10
2.6.2.	Roya (<i>Hemileia vastatrix</i>)	11
2.6.3.	Ojo de gallo (<i>Mycena citricolor</i>)	12
2.6.4.	Cercospora (<i>Cercospora coffeicola</i>).....	13
2.6.5.	Pie negro (<i>Rosellinia bunodes</i>).....	13
2.7.	CARACTERIZACIÓN DE FINCAS.....	14
2.8.	CAMBIO CLIMÁTICO Y RIESGOS PARA EL CULTIVO DE CAFÉ	14
2.9.	PERCEPCIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO POR LOS CAFICULTORES	16
III.	METODOLOGÍA	20
3.1.	UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	20
3.1.1.	Ubicación geográfica.....	20
3.1.3.	Temperatura media	21
3.2.	MATERIALES Y EQUIPOS	22
3.3.	METODOLOGÍA DE ESTUDIO	22
3.3.1.	Muestra de estudio	22
3.3.2.	Toma de datos.....	23
3.4.	PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN.....	24
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	25
4.1.	CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA DEL PRODUCTOR	25
4.2.	CARACTERIZACIÓN ECONÓMICA DE LA FINCA	27

4.3. CARACTERIZACIÓN DEL MANEJO TÉCNICO DE LA FINCA	30
4.3.1. Manejo técnico de la producción.....	30
4.3.2. Sistemas de producción	31
4.3.3. Preparación de campo y siembra	33
4.3.4 Manejo de plagas, enfermedades y malezas.....	34
4.3.4. Fertilización	37
4.4. CAMBIO CLIMÁTICO.....	38
4.4.1. Percepción del cambio climático	38
4.4.2. Adaptación al cambio climático	42
V. CONCLUSIONES	45
VII. BIBLIOGRAFÍA	47
VIII. ANEXOS	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Variedades de café cultivadas por el productor en el distrito de Pichanaqui, Chanchamayo, Perú	29
Tabla 2: Otros cultivos que el caficultor posee en su finca en el distrito de Pichanaqui, Chanchamayo, Perú	29
Tabla 3: Diferentes especies forestales usadas como sombra por los caficultores en el distrito de Pichanaqui, Chanchamayo, Perú	31
Tabla 4: Obtención de semillas para el cultivo de café en el distrito de Pichanaqui, Chanchamayo, Perú	34
Tabla 5: Principales enfermedades que afectan al cultivo de café en el distrito de Pichanaqui, Chanchamayo, Perú	35
Tabla 6: Principales plagas que afectan al cultivo de café en el distrito de Pichanaqui, Chanchamayo, Perú	36
Tabla 7: Tipo de control realizado por el productor de café en el distrito de Pichanaqui, Chanchamayo, Perú	36

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Principales países productores de café en el mundo en la campaña 2022/2023	4
Figura 2: Participación regional de los principales productores de café en el Perú en la campaña 2021	5
Figura 3: Tendencias en la respuesta de los caficultores latinoamericanos frente al cambio climático	17
Figura 4: Ubicación de las unidades productivas en el distrito de Pichanaqui.....	20
Figura 5: Precipitación acumulada mensual en los años 2019 y 2022 en el distrito de Pichanaqui	21
Figura 6: Temperatura media mensual en los años 2019 y 2022 en el distrito de Pichanaqui	22
Figura 7: Toma de datos a los productores del distrito de Pichanaqui, Chanchamayo, Perú.....	24
Figura 8: Sexo y nivel de instrucción del responsable de la finca en el distrito de Pichanaqui, Chanchamayo, Perú	26
Figura 9: Años que los productores llevan sembrando el cultivo de café en el distrito de Pichanaqui, Chanchamayo, Perú	26
Figura 10: A la izquierda, tamaño de la finca y a la derecha, extensión del cultivo de café en el distrito de Pichanaqui, Chanchamayo, Perú.....	27
Figura 11: A la izquierda, edad promedio de la plantación y a la derecha, rendimiento de café pergamino seco en la campaña 2022 en el distrito de Pichanaqui, Chanchamayo, Perú.....	28
Figura 12: Caficultores que poseen árboles forestales en su finca en el distrito de Pichanaqui, Chanchamayo, Perú	31
Figura 13: Sistemas de producción usado por los productores de café en el distrito de Pichanaqui, Chanchamayo, Perú	32
Figura 14: Forma de organización de los productores de café en el distrito de Pichanaqui, Chanchamayo, Perú	32
Figura 15: Tipo de semilla utilizada por el productor de café en el distrito de Pichanaqui, Chanchamayo, Perú	33
Figura 16: Formas de control de malezas empleadas por el productor de café en el distrito de Pichanaqui, Chanchamayo, Perú	34

Figura 17: Productores que recibieron capacitación en el cultivo de café en el distrito de Pichanaqui, Chanchamayo, Perú	37
Figura 18: Uso de fertilizantes y abonos orgánicos en las fincas de los productores cafetaleros del distrito de Pichanaqui, Chanchamayo, Perú	38
Figura 19: Percepción del cambio climático por parte de los caficultores en el distrito de Pichanaqui, Chanchamayo, Perú	39
Figura 20: Percepción de los caficultores sobre la variación de la precipitación en el distrito de Pichanaqui, Chanchamayo, Perú	40
Figura 21: Percepción sobre la presencia de plagas y enfermedades en el café en el distrito de Pichanaqui, Chanchamayo, Perú	41
Figura 22: Percepción del impacto del cambio climático sobre la calidad y rendimiento del café en el distrito de Pichanaqui, Chanchamayo, Perú	42
Figura 23: Manejo de sombra como adaptación al cambio climático en las fincas cafetaleras en el distrito de Pichanaqui, Chanchamayo, Perú	42
Figura 24: Estrategias de adaptación al cambio climático en el distrito de Pichanaqui, Chanchamayo, Perú	44

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Encuesta sobre la percepción del cambio climático y estrategias de adaptación.....	65
Anexo 2: Encuesta de caracterización de fincas.....	66

RESUMEN

En los últimos 15 años, la producción y calidad del café peruano se ha visto amenazada por el cambio climático, ya que tiene severas consecuencias sobre la fenología de los cultivos y el incremento en la presencia de plagas y enfermedades, lo que afecta el crecimiento y desarrollo de los cafetos. La finalidad principal del presente trabajo fue determinar la percepción que los caficultores del distrito de Pichanaqui tienen acerca del impacto del cambio climático en la producción de café. Se encuestó a 60 caficultores de la zona con preguntas sobre los aspectos socioeconómicos, climáticos y agronómicos relacionados a su producción agrícola. En el distrito de Pichanaqui, más del 80% de plantaciones de café son de la variedad Catimor, tienen menos de 10 años de edad, con rendimientos entre 939 y 1251 kg de café pergamino seco/ha y son parte de una cooperativa. El 55% de los productores de café han escogido el manejo orgánico para sus fincas y el 90% de productores ha adoptado el sistema agroforestal usando árboles maderables como sombra. Entre las principales especies forestales que acompañan al café, se reporta al pacaé sogá, pino y al cedro americano. En cuanto a la percepción del cambio climático, el 67% de productores de café mencionan haber oído alguna vez hablar sobre ello y el 98% han notado un cambio de clima en su zona en los últimos 14 años. Asimismo, el 82% de los caficultores han notado que la estacionalidad de la temporada de lluvias ha variado, lo que ha incrementado la incidencia de plagas y enfermedades, entre ellas la broca, roya y ojo de gallo. Se recomienda continuar con estudios sobre la percepción del cambio climático, ya que son necesarios para el diseño e implementación de estrategias de adaptación en agroecosistemas vulnerables como el del café.

Palabras clave: *Coffea arabica*, adaptación al cambio climático, sistemas agrícolas.

ABSTRACT

In the last 15 years, peruvian coffee production and quality has been threatened by climate change, since it has severe consequences on the phenology of crops and the increase in the presence of pests and diseases, which affect the growth and development of coffee plants. Therefore, the main purpose of this work was to determine the perception that coffee growers in the Pichanaqui district have about the impact of climate change on coffee production. 60 coffee growers in the area were surveyed with questions related to socioeconomic, environmental and agronomic aspects of their agricultural production. In the Pichanaqui district, more than 80% of coffee plantations are cultivated with var. Catimor, are less than 10 years old, have yields between 939 and 1251 kg dry parchment coffee/ha and are part of a cooperative. 55% of coffee producers have chosen organic management for their farms and 90% of producers have adopted the agroforestry system using timber trees as shade. Among the main forest species that accompany coffee, there is *pacaë sogá*, pine and American cedar. Regarding the perception of climate change, 67% of coffee producers mention having heard about it and 98% have noticed a change in the climate in their area in the last 14 years. Likewise, 82% of coffee growers have noticed that the seasonality of the rain season has varied, resulting in an increase in pests and diseases, including the coffee berry borer, rust and american leaf spot. It is recommended to continue with studies on the perception of climate change, since they are necessary for the design and implementation of adaptation strategies in vulnerable agroecosystems such as coffee.

Keywords: *Coffea arabica*, climate change adaptation, farming systems.

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de café cumple un papel muy importante en el sector agrícola de los países en vías de desarrollo como el Perú, ya que tiene un fuerte impacto económico, social y ambiental, siendo la principal fuente de ingresos de más de doscientas mil familias (MIDAGRI, 2018). A nivel nacional, el comercio de café aportó más de 700 millones de dólares al PBI agrario nacional durante el año 2021, así como empleo para más de 2 millones de peruanos (MIDAGRI, 2019; BCRP, 2021). Sin embargo, en los últimos años la agricultura se ha visto amenazada por los efectos del cambio climático, que incluye valores anormales de temperatura, precipitación, velocidad del viento, intensidad lumínica y otros, lo que está poniendo en riesgo la producción agrícola al crear no solo el ambiente propicio para el desarrollo de plagas y enfermedades sino también al exacerbar eventos como sequías e inundaciones, en especial en ecosistemas complejos como en el que se desarrolla el café (Guerrero-Carrera *et al.*, 2020).

En este sentido, la percepción de los productores frente al cambio climático es clave ya que muestra los intereses, demandas y necesidades de los agricultores cafetaleros, y permite diseñar e implementar estrategias de adaptación que permiten mantener los niveles productivos y la rentabilidad del cultivo (Quiroga *et al.*, 2020). Las fincas productoras de café son muy diversas y complejas (Santistevan *et al.*, 2014) y son pocos los estudios en el Perú centrados en la percepción de los agricultores sobre el cambio climático y su repercusión en el cultivo. Estos datos, aunque ausentes, son de vital importancia para trazar estrategias para reducir los riesgos causados por este fenómeno.

Por lo indicado, el presente trabajo tiene como objetivo determinar la percepción del cambio climático de los productores de café del distrito de Pichanaqui, provincia de Chanchamayo, región Junín, y caracterizar los sistemas de producción de café de la zona mencionada.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ORIGEN Y TAXONOMÍA DEL CAFÉ

El árbol de café o cafeto es una planta perteneciente a la familia Rubiaceae y al género *Coffea*, el cual está conformado por 103 especies entre las que destacan tres por su importancia económica: *Coffea arabica* L. (café arábigo), *C. canephora* (café robusta) y *C. liberica* (café liberiano), en ese orden (Alvarado y Rojas, 2007). A pesar que en los últimos años el área cultivada de *C. canephora* ha aumentado debido a su resistencia a la roya (*Hemileia vastatrix* Berk. et Br.), una plaga que destruyó plantaciones de café en todo el mundo (Zambolim, 2016), *C. arabica* se mantiene como la principal especie comercial de café, ya que concentra el 62.5% de las exportaciones (ICO, 2022).

El origen de *Coffea arabica* L. se encuentra en las montañas del sudoeste de Etiopía y el sudeste de Sudán, donde la cruce de dos especies diploides de café (se ha considerado *C. congensis*, *C. eugenoides*, *C. canephora* y *C. liberica*) habrían dado lugar a la única especie tetraploide del género *Coffea*, denominada alotetraploide debido a este origen (Carvalho *et al.*, 1969; Clarindo y Carvalho, 2008). En la actualidad, el cafeto es cultivado en las regiones tropicales de todo el mundo, que incluye África ecuatorial, Arabia, India, Centro y Sudamérica.

Respecto a la clasificación taxonómica del café, Chevalier (1947) considera lo siguiente:

- Reino: Plantae
- División: Magnoliophyta
- Clase: Magnoliopsida
- Orden: Rubiales
- Familia: Rubiaceae
- Género: *Coffea*
- Sección: *Eucoffea* (24 spp.)

- Subsección: *Erythrocoffea*
- Especies: *C. arabica* L, *C. canephora*, *C. congensis*, *C. eugenioides*

Las especies de mayor relevancia del género *Coffea* (*C. arabica* y *C. canephora*) muestran un fruto similar, una cereza de 10 a 15 mm que presenta en el interior dos semillas de forma ovoide conocidas como granos de café, cubiertas por varias capas de azúcares y proteínas que culminan en una capa externa cerosa o exocarpo que protege el fruto y usualmente es de color rojo, rosado oscuro o amarillo. Esta cereza es cosechada y procesada para extraer los granos y tostarlos, molerlos y preparar una bebida estimulante (Farah y Ferreira dos Santos, 2015).

2.2. EL CAFÉ EN EL MUNDO

El café es una de las bebidas más populares en el mundo y la segunda bebida más consumida por la población después del agua (Martín *et al.*, 2020). Si bien la decisión de consumir café está determinada por la capacidad adquisitiva del comprador (Samoggia y Riedel, 2019), esta puede ser motivada por sus beneficios a la salud y su capacidad para prevenir enfermedades como Diabetes mellitus, cáncer, Parkinson y Alzheimer (Butt & Sultan, 2011), aunque los especialistas recomiendan que su consumo sea moderado (entre 1 y 3 tazas por día) para evitar el aumento de la presión arterial, la dislipidemia y otras enfermedades cardiovasculares (Du *et al.*, 2020; Surma y Oparil, 2021).

El café es un cultivo que juega un papel muy importante a nivel mundial, tanto en el ámbito económico como social. Como commodity, es un insumo básico objeto de negociación en las principales bolsas de productos cuyo precio es determinado por el mercado y transmitido a los productores (MIDAGRI, 2018). Asimismo, es el segundo producto más comercializado después del petróleo y el que mayores ingresos genera, así como la más importante fuente de ingresos para más de 25 millones de familias en países tropicales que trabajan en el cultivo, procesamiento, transporte y comercialización del café (Figuroa-Hernández *et al.*, 2015a). Para la campaña 2022/2023, se estima un aumento de la producción mundial total a 172.8 millones de sacos de 60 kg entre *C. arabica* y *C. canephora*, debido principalmente al aumento en la producción de Brasil, el productor líder de café (Figura 1), por la entrada de sus cafetos a un año de cosecha alta dentro de su ciclo bienal de producción (USDA, 2022).

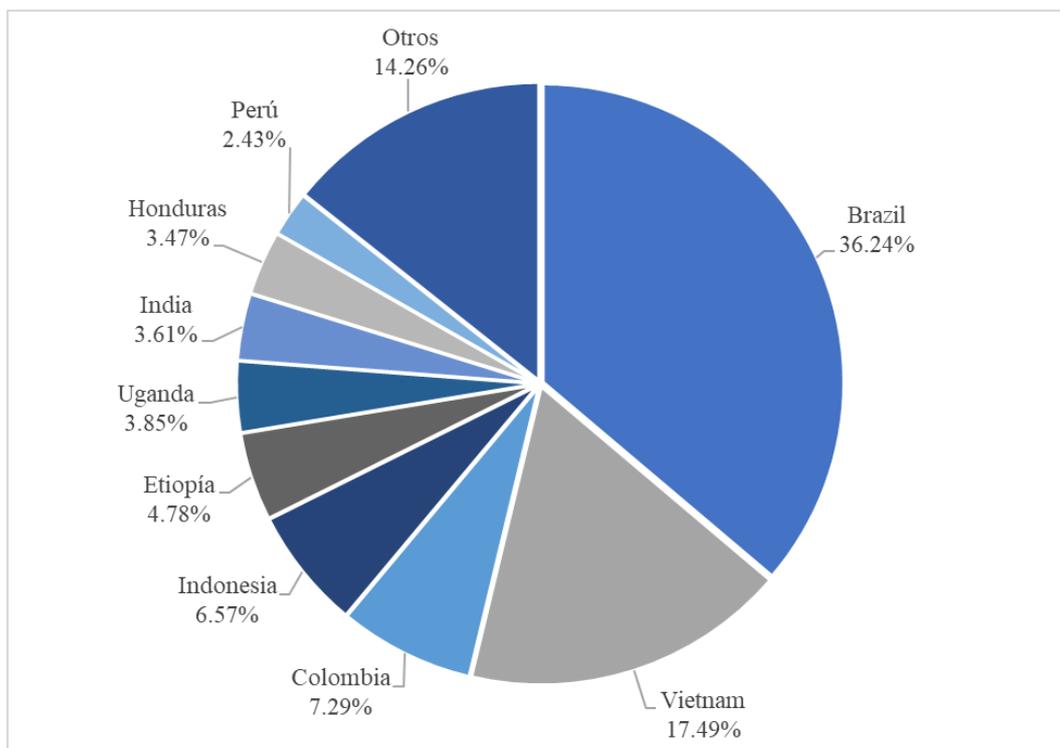


Figura 1: Principales países productores de café en el mundo en la campaña 2022/2023

FUENTE: Adaptado de USDA (2022)

La producción de café se concentra en el hemisferio sur mientras que las exportaciones se destinan principalmente al hemisferio norte, una relación comercial que exacerba la problemática de la explotación de los recursos naturales y sus consecuencias como la escasez agua y el cambio climático (Sporchia *et al.*, 2023). Ante esta realidad, en los últimos años ha cobrado relevancia la producción de café manejado de manera sostenible y bajo manejo orgánico, lo que alivia su impacto sobre el ambiente. Sin embargo, aún la producción de café certificado solo representa el 9.8% de la producción total (Proyecto Café y Clima, 2017).

2.3. PRODUCCIÓN DE CAFÉ EN EL PERÚ

El café es uno de los principales productos agrícolas de exportación del Perú y la fuente principal de empleo para más de 200 mil familias de pequeños agricultores que representan al 85% del total de caficultores. Se reporta que durante el 2021 aportó un total de 766 millones de dólares (FOB) al PBI agrario nacional y participó del 8.3% del total de las agroexportaciones, superado solo por uvas, arándanos, paltas y frutas y hortalizas en conserva (BCRP, 2021). Asimismo, se espera que para la campaña 2022/2023 el Perú sea el

décimo productor de café a nivel mundial, con una participación del 2.43% (Figura 1) (USDA, 2022).

Según el Sistema Integrado de Estadística Agraria (SIEA), en el año 2021 se reportó una superficie cosechada de 427 mil hectáreas a nivel nacional y una producción total de 365 mil toneladas de café, 2021 se reportó una superficie cosechada de 427 mil hectáreas a nivel nacional y una producción total de 365 mil toneladas de café, . Dicho año, el 21.36% de la producción nacional se concentró en la región San Martín, seguida de cerca de la región Cajamarca con el 21,02%, y en tercer lugar la región Junín con el 18.75% (Figura 2). Respecto a la distribución temporal de la producción, en el Perú existe una estacionalidad muy marcada en cuanto a la producción, la que inicia en marzo, llega a su pico entre mayo y junio, y comienza su declive a partir de septiembre (Romero, 2020). A pesar de la disminución en la producción y demanda del café en los últimos años debido a la pandemia por COVID-19, el sector se está recuperando y esto se observa en el aumento en un 20% de la producción registrada entre enero del 2022 y enero del 2023 (SIEA, 2023).

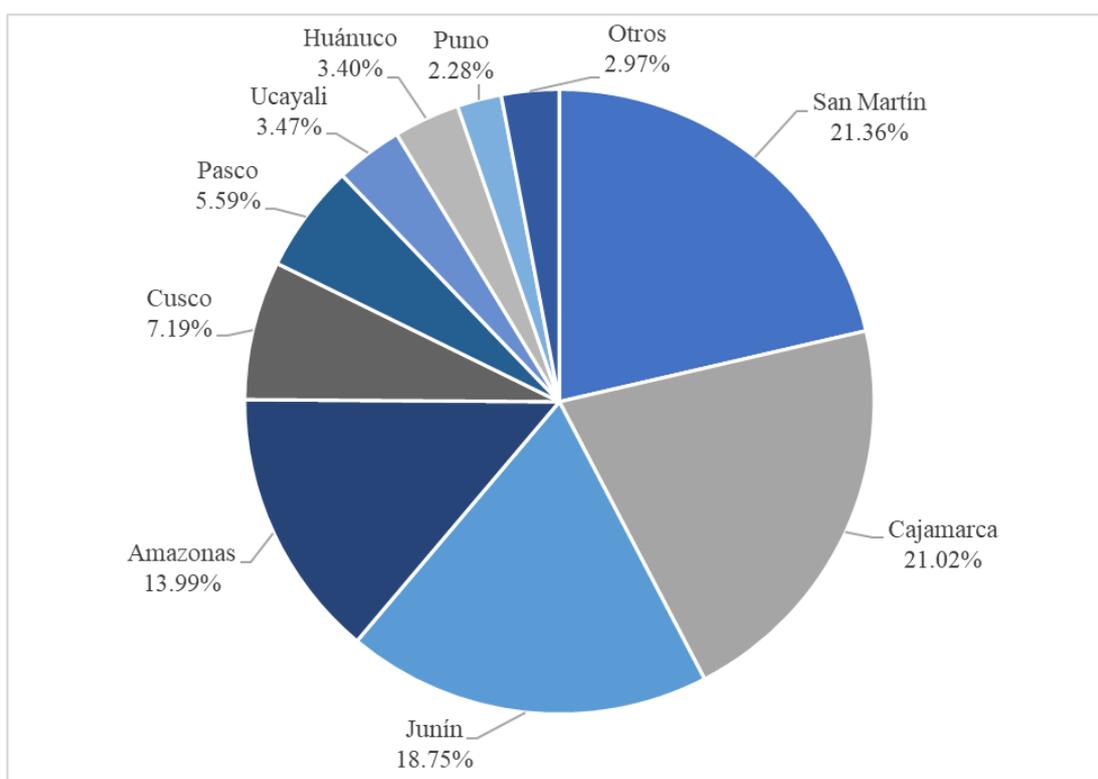


Figura 2: Participación regional de los principales productores de café en el Perú en la campaña 2021

FUENTE: Adaptado de SIEA (2021)

A nivel nacional solo se siembra la especie *Coffea arabica* y principalmente se produce las variedades Typica (70%) y Caturra (20%), el área restante se completa con otras como Catimor, que está reemplazando a Typica por su resistencia a la roya y mayor producción, Pache, Catuaí y Bourbon. El 75% de las fincas caficultoras se ubican entre los 1000 y 1800 msnm., y son instaladas con una densidad promedio de 2000 plantas por hectárea manejadas casi en su totalidad bajo sombra (90%) (JNC, 2020b).

De todo el café producido a nivel nacional, el 95% se destina a la exportación, del cual el 78% corresponde a café convencional y el 22% restante se comercializa como cafés especiales. De este tipo de café, el 81.7% cuenta con la certificación de comercio justo y representa el 25% del mercado mundial, y el 90.7% cuenta con certificación orgánica, lo que posiciona al país como el segundo productor y exportador de café orgánico a nivel mundial después de Etiopía. Sin embargo, se calcula que el café que se exporta con el sello orgánico solo representa el 58% de todo el café orgánico producido y el otro 42% se exporta como café convencional (JNC, 2020a).

Por otra parte, el 5% del café nacional está destinado para consumo interno y agrupa cafés de descarte, de segunda y una pequeña parte es café de calidad que es vendido a tostadoras nacionales (Romero, 2020). El destino de las exportaciones del café peruano es variado e incluye a más de 40 países, entre los que destaca Estados Unidos con una participación del 23.4% del total exportado, seguido por Alemania con el 21.6% y Bélgica con el 11.5% (MIDAGRI, 2022). Estos países acaparan más del 50% de las exportaciones totales de café. Respecto a la organización social de los productores, el 70% de caficultores no se encuentran asociados de ninguna forma, situación que repercute en bajos niveles de producción y productividad, menores ingresos y mayor vulnerabilidad a la pobreza. El 30% de productores restantes se encuentran asociados de distintas formas, que de acuerdo a Díaz y Willems (2017) se pueden clasificar en:

- a. Agrupados en cooperativas y asociaciones:** En el Perú existen unas 81 organizaciones entre cooperativas y asociaciones que representan el 30% de los productores agrupados, de los cuales el 61% exporta de manera directa y el resto exporta a través de alguna empresa. De manera general, este grupo recibe más apoyo de organismos internacionales y locales, dispone de maquinaria propia, cuenta con

conocimiento técnico del manejo y ha sido menos impactados por la roya, apuesta por cafés especiales y están ligados a procesos de certificación, producción sostenible, comercio justo y premios por calidad.

- b. Federaciones:** Son un grupo que se organiza sólo a partir de demandas concretas, por lo que es una forma más débil de asociación. Sin embargo, es un sector en proceso de cambio ya que algunos líderes de la selva central se encuentran en reuniones para la fundación de la Federación Nacional de Cafetaleros del Perú.
- c. Articulados comercialmente a empresas:** Estos productores trabajan directamente para empresas exportadoras nacionales e internacionales.

Además, los caficultores han formado gremios reconocidos cuya presencia es fuerte en el sector, como la Junta Nacional del Café (JNC) que representa a los productores organizados, y la Cámara Peruana del Café y Cacao (CPC) que representa a las empresas exportadoras.

2.4. REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS DEL CULTIVO

C. arabica es una especie adaptada a condiciones tropicales y crece a una altitud apropiada entre los 900 y 1600 metros sobre el nivel del mar (Figuroa-Hernández *et al.*, 2015b). La instalación del cultivo a una menor altitud que la indicada puede disminuir la calidad de los granos de café, mientras que a mayor altitud ocurre un menor crecimiento de las plantas (Arcila *et al.*, 2007).

Respecto al clima, el rango óptimo de temperatura para la producción de café arábico es de 18 °C (temperatura nocturna) a 21 °C (temperatura diurna), aunque puede vivir entre 15 y 24 °C (Descroix & Snoeck, 2009). A temperaturas superiores a los 23°C, se ve afectada la calidad de los granos de café debido a que el proceso de maduración se acelera, y se perciben pérdidas por la caída de los frutos (Kimemia, 2014). Cuando la temperatura supera los 30 °C, ocurren alteraciones en la fisiología de la planta, como el cierre estomático, reducción en el flujo de CO₂, sobrecarga energética y disminución en la eficiencia del flujo de agua, factores que repercuten en el ciclo de desarrollo de la planta al hacerlo más corto y afecta la vida útil de los cafetos (Van Asten *et al.*, 2015). Por otro lado, temperaturas menores a 16 °C retrasan el crecimiento y pueden llegar a quemar los brotes, y en casos extremos las heladas pueden llegar a matar a la planta (Arcila *et al.*, 2007). De manera natural, el cafeto crece como un arbusto perenne bajo la sombra de los árboles en los bosques de Etiopía (Farah

y Ferreira dos Santos, 2015). Esta condición de sombra natural disminuye la temperatura del aire durante el día y mantiene el ambiente cálido durante la noche. Sin embargo, muchos sistemas de producción convencionales del cultivo han eliminado la sombra y el café se desarrolla en ellos bajo sol directo, condición que puede aumentar el rendimiento y disminuir la proliferación de enfermedades, pero también impacta negativamente sobre la longevidad de los árboles y el ecosistema (Jha *et al.*, 2011). Adicionalmente, el café requiere una precipitación anual superior a 1200 mm, humedad relativa entre 40 y 80%, así como vientos moderados que no superen los 30 km/h, pues causan daño y caída de los órganos de la planta como hojas, brotes, flores y frutos (DaMatta y Ramalho, 2006; Figueroa-Hernández *et al.*, 2015b).

En cuanto a las condiciones del suelo, el cultivo de café necesita de una profundidad de 1.5 m, textura franco arcillosa o arenosa que permita la aireación, drenaje y buena retención de agua, condiciones de acidez (pH entre 5 y 6) que permitan la disponibilidad de nutrientes, así como un terreno plano o ligeramente ondulado (Arcila *et al.*, 2007; Solidaridad, 2016). Por otro lado, los árboles de *C. canephora* alcanzan hasta 10 metros de altura y crecen bajo condiciones más agrestes, a menor altitud y temperaturas más altas (Farah y Ferreira dos Santos, 2015).

2.5. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE CAFÉ

2.5.1. Manejo convencional

La producción convencional de café se encuentra generalmente asociada a mayores densidades de siembra (alrededor de 6 mil plantas por hectárea para variedades de porte alto y 10 mil para variedades de porte bajo), cafetales de corta edad, siembra bajo sol directo o con bajo nivel de sombreado y el uso de agroquímicos para fertilización y control de plagas, lo que se traduce en un mayor rendimiento por hectárea (Arcila *et al.*, 2007; Sporchia *et al.*, 2023).

A pesar de ello, este sistema productivo presenta varias desventajas. El sistema intensivo convencional está fuertemente asociado con la deforestación para ampliar el área agrícola y la quema de los bosques, así como la erosión del suelo por pérdida de vegetación, la

contaminación por la aplicación de sustancias tóxicas, el monocultivo y la selección de razas virulentas de enfermedades como la roya, así como la pérdida de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos que son proporcionados por la flora y fauna local (Perfecto *et al.*, 2019; MIDAGRI, 2018; Etana *et al.*, 2021; Rhiney *et al.*, 2021). Por otro lado, en el café ocurre un ciclo bienal de producción, en el que tras un año muy productivo sigue un ciclo bienal negativo en el que la floración disminuye para que la planta pueda recuperarse y ello afecta la productividad de la finca, situación que se acentúa en el café arábico manejado intensivamente (Figueroa-Hernández *et al.*, 2015b).

Bajo este sistema se producen cafés comunes, que incluyen cafés solubles instantáneos y otras bebidas en base a café y representan aproximadamente entre el 85% y 90% del consumo mundial, así como el 70% de la oferta nacional (Café y Clima, 2017).

2.5.2. Manejo orgánico

El sistema de producción orgánico, generalmente presenta un ecosistema más complejo, se siembra bajo sombra, se utilizan insumos orgánicos y es llevado a cabo en fincas de agricultores asociados, los que tienen mayor acceso a crédito y capacitación técnica (Jha *et al.*, 2011; Jezeer & Verweij, 2015). El manejo es menos intensivo que el convencional con una densidad de siembra disminuye a un máximo de 2500 plantas por hectárea para variedades de porte alto y 5 mil para variedades de porte bajo, el uso exclusivo de abonos orgánicos, siembra de leguminosas para fijar nitrógeno, sin uso de agroquímicos y en ocasiones, la siembra de más de una variedad de café en la misma finca y cultivos asociados como el plátano (Isaza y Cornejo, 2014; Arcila *et al.*, 2007).

Asimismo, si bien el manejo bajo sombra disminuye el rendimiento por planta, la sombra regula la sobrecarga en el ciclo bienal positivo y contribuye a una producción regular cada año (Zaro *et al.*, 2019), la fauna y flora benéfica contribuye a disminuir la presión de las plagas sobre el cultivo (Magrach & Ghazoul, 2015) y el uso de fertilizantes orgánicos permite disminuir costos (Elliot, 2020). De la misma manera, la certificación orgánica permite el ingreso de los agricultores a mercados exclusivos con mejores precios como incentivo por la adopción de prácticas sostenibles (Scialabba & Müller-Lindenlauf, 2010). Otras certificaciones que valoran el compromiso de los productores con la protección del medio ambiente incluyen la sombra certificada (Amigable con las Aves), comercio justo

(Fair Trade) y se ha propuesto la implementación de una certificación amigable con los primates, debido a que es un grupo severamente amenazado por el manejo convencional (Jha *et al.*, 2011; Etana *et al.*, 2021).

Este tipo de manejo suele incluir sistemas agroforestales en los que se plantan árboles entre las hileras de cultivo; este sistema tiene el potencial de aumentar el secuestro de CO₂ atmosférico, mitigar las temperaturas extremas, reducir la radiación incidente, mejorar la fertilidad del suelo, reducir la erosión, aumentar la retención de agua y proteger la biodiversidad en los bosques amazónicos, así como mejorar los ingresos de más de un millón de caficultores en el Perú (Jezeer & Verweij, 2015; Solidaridad, 2016; Chain-Guadarrama *et al.*, 2019; Venancio *et al.*, 2020; Cassamo *et al.*, 2023).

2.5.3. Agricultura de precisión

El uso de sensores satelitales permite crear imágenes y mapas para el monitoreo de las variables agrometeorológicas, hídricas y edáficas, y así con el uso de un software se pueden desarrollar modelos que permiten relacionarlas al crecimiento, desarrollo y productividad de los cafetos (Melke & Fetene, 2014). Ya que el cultivo de café se desarrolla en paisajes complejos y los sistemas de producción son muy diferentes entre sí, al elegir un método para realizar un mapeo se debe considerar que este sea bajo costo, preciso, capaz de presentar datos complejos, y si es posible, que haya sido aplicado exitosamente bajo condiciones similares. Dadas estas condiciones, Hunt *et al.* (2020) encontró en la literatura que los métodos de clasificación de imágenes basada en objetos y basada en sub-píxeles son los más adecuados por ser replicables y escalables.

2.6. PLAGAS Y ENFERMEDADES

2.6.1. Broca (*Hypothenemus hampei*)

La broca del café es el nombre común del gorgojo (Familia: Curculionidae) *Hypothenemus hampei* (Ferrari), y constituye la plaga más importante en casi todos los países donde se cultiva café (Bustillo, 2006). En el Perú, esta plaga fue reportada por primera vez en la localidad de Satipo en el año 1962 (De Ingunza, 1964).

El daño de esta plaga ocurre porque las hembras del escarabajo mastican y perforan los frutos, formando una galería a través de la pulpa al interior del grano donde ovipositan, y al eclosionar los huevos las larvas se alimentan de las cerezas (Hidalgo & Guaman, 2020). Generalmente en una población de broca hay 10 hembras por cada macho y prefieren los frutos tiernos (Gavilánez, 2020).

La broca del café causa daños directos al fruto como la caída de las cerezas y disminución del peso en granos maduros, así como aperturas que facilitan el ingreso de otros patógenos, que puede alcanzar una pérdida en el rendimiento de entre el 4 y 24%, donde las pérdidas disminuyen en sistemas orgánicos y aumentan en sistemas convencionales (Fernandes *et al.*, 2011). En la región San Martín se ha estimado una pérdida de producción del 10% debido a la broca (Jezeer & Verweij, 2015). Para el control de esta plaga se recomienda un plan de manejo integrado que incluya el monitoreo de la infestación, sistemas con sombra, uso de trampas, controladores biológicos y en última instancia, el control químico (Bustillo, 2006).

2.6.2. Roya (*Hemileia vastatrix*)

La roya del café es una enfermedad causada por el hongo *Hemileia vastatrix* (Berkeley & Broome) del orden Pucciniales (hongos de la roya) (Aime *et al.*, 2017). Esta orden agrupa un importante número de patógenos obligados, es decir, que sobreviven únicamente en el tejido vivo del hospedero y no prosperan en restos de cultivo; además, normalmente están asociados a una especie hospedera en particular y tienen un ciclo de vida complejo (Arneson, 2011). En el caso de la roya *H. vastatrix*, es huésped de diferentes especies del género *Coffea* como *C. arabica*, *C. canephora* y *C. liberica*, y está distribuida en todo el mundo (CABI, 2022). En el Perú, esta enfermedad ha sido reportada por primera vez en la selva central en el año 1979 (Julca *et al.*, 2023).

La infección de la roya inicia con la aparición de manchas cloróticas en el envés de las hojas y con los días se desarrolla el signo característico de la enfermedad: manchas amarillas o naranjas con presencia de un fino polvo amarillo, donde se producen las urediniosporas del hongo que pueden ser dispersadas por el viento y la lluvia (Silva *et al.*, 2022). Las condiciones que favorecen la germinación de estas esporas son la presencia de agua libre por lo menos durante 6 horas, temperaturas entre los 21 y 25 °C y ausencia de luz, bajo las cuales

la formación del apresorio y penetración del hongo en las hojas se da en un período de 5 a 8 horas (SENASICA, 2019).

Posteriormente, el hongo desarrolla unas estructuras llamadas haustorios, encargadas de entrar en contacto con las células de la planta y extraer nutrientes para el crecimiento y desarrollo de la roya. Después de un periodo de latencia de alrededor de 35 días, que puede acortarse bajo condiciones de altas temperaturas, se forman estructuras llamadas soros, que son los encargados de producir nuevas urediniosporas y reiniciar el ciclo (Rivillas *et al.*, 2011).

La roya es considerada la enfermedad más destructiva del café ya que el hongo afecta directamente a las hojas y puede causar la defoliación prematura de hasta el 100% de las hojas en una infección temprana, lo que disminuye la capacidad fotosintética y produce pérdidas en el rendimiento superiores al 75%, así como aumentar la caída de bayas hasta un 70% y por lo tanto, afecta la calidad de los frutos e incluso la calidad de taza (Arneson, 2011; Gichuru *et al.*, 2021). Asimismo, es la enfermedad del café de mayor importancia económica a nivel mundial, ya que puede ocasionar pérdidas de producción de más de mil millones de dólares anuales (Silva *et al.*, 2022). En Perú se estima que las pérdidas debido a la roya pueden llegar hasta el 60% del producto cosechado, lo que puede alcanzar un valor de mil millones de soles (Julca *et al.*, 2023). De acuerdo a Jezeer & Verweij (2015), en la región San Martín se reportó que las pérdidas debido a la roya son más altas en los sistemas de sombra (57%) que en los sistemas convencionales (35%). Para el control de esta enfermedad, se recomienda el uso de cultivares resistentes para evitar la aplicación excesiva de fungicidas químicos, así como la implementación de prácticas que mejoren la salud de las plantas y que restrinjan el desarrollo de patógenos, como la poda, el manejo de la sombra y el policultivo (Julca-Otiniano *et al.*, 2018).

2.6.3. Ojo de gallo (*Mycena citricolor*)

El ojo de gallo es una enfermedad causada por el hongo *Mycena citricolor* (Berkeley & Curtis) de la orden Agaricales (SAGARPA, 2014). Este hongo se hospeda principalmente en los árboles de café y cacao (*Theobroma cacao*), y solo ha sido reportado en países cafetaleros de América, como México, Perú, Brasil, Colombia y Costa Rica (EPPO, 2023a).

Este hongo afecta a las hojas, brotes nuevos y frutos en diferentes estados de desarrollo, donde ocasiona manchas circulares de color marrón grisáceo y luego marrón oscuro, con un borde rojizo de 6 a 13 mm de diámetro, que con el paso del tiempo puede presentar un agujero en el centro (Cenicafé, 2011). Se requieren de 2 días para el desarrollo de la infección desde el contacto con el inóculo y alrededor de 10 días para el desarrollo del hongo y la producción de esporas, ciclo que es favorecido por una alta humedad relativa, lluvias intensas y temperaturas moderadas (Vargas, 2004).

Debido a que el principal daño de la enfermedad es la defoliación, puede causar pérdidas en el rendimiento. En Guatemala se ha observado que una incidencia del 49% puede ocasionar la pérdida del 35% del producto cosechable (Wang y Avelino, 1999). En el Perú, Julca et al. (2010) han reportado una incidencia de esta enfermedad del 44% en la variedad Catimor, en la localidad de Villa Rica.

2.6.4. Cercospora (*Cercospora coffeicola*)

La cercosporiasis es una enfermedad ocasionada por un hongo llamado *Cercospora coffeicola* en su forma asexual o *Mycosphaerella coffeicola* en su forma sexual, y ha sido reportada en países cafetaleros de todos los continentes en las especies de *Coffea*, *C. arabica* y *C. canephora* (Jackson, 2020).

El hongo puede infectar a las hojas y a los frutos del café, en los que aparecen manchas circulares de color marrón rojizo con el centro gris claro cuando la enfermedad avanza, y puede causar la caída de hojas y frutos (Souza *et al.*, 2010). La cercosporiasis puede causar pérdidas en el cultivo de café de hasta el 30% (Pozza *et al.*, 2001).

2.6.5. Pie negro (*Rosellinia bunodes*)

El pie negro es una enfermedad ocasionada por el hongo *Rosellinia bunodes* de la orden Xylariales, también llamado *Dematophora bunodes*, y ha sido reportado en África, Asia y América, incluyendo al Perú, en varios hospederos como árboles cítricos, cacao, café, yuca, papa y plátano (Eppo, 2023b).

La infección de este hongo ocurre en el cambium del cuello de la raíz y causa pudrición de radicular, así como desorganización y oscurecimiento de la corteza, lo que origina el nombre común de la enfermedad (Ten Hopen & Krauss, 2006). Esta enfermedad es peligrosa ya que se identifica en estadios avanzados y la diseminación se da por contacto entre las raíces de un árbol sano y un árbol enfermo o el rastrojo de un árbol infectado, por lo que puede causar pérdidas de un 50% (Acuña, 2014).

2.7. CARACTERIZACIÓN DE FINCAS

La caracterización de fincas permite recopilar información acerca de los sistemas de producción y las características particulares que distinguen un lugar de estudio de otro, así como identificar los factores limitantes (físicos, biológicos y económicos) que influyen en la toma de decisiones de los productores respecto al manejo (Santistevan *et al.*, 2014). El objetivo de la caracterización es identificar, describir y analizar las principales variables sociales, ambientales, productivas y económicas relevantes de una finca, así como compararlas otras fincas dentro del mismo u otro espacio geográfico, y agruparlas por características homogéneas (Leiva-Espinoza *et al.*, 2017; Barrezueta y Chabla, 2017).

En la caracterización técnica de fincas cafetaleras en las microcuencas de Pichanaqui, Junín realizadas por Bashi (2021), se observó que alrededor del 78% de los fundos es administrado por hombres, el 69.4% posee título de propiedad de sus tierras, el 49% de los productores pertenece a alguna cooperativa cafetalera y el 41% cuenta con certificación orgánica. Además, en promedio cada finca presenta 3.5 hectáreas para reforestación y el 45% de los caficultores ha instalado algún sistema de plantación forestal.

2.8. CAMBIO CLIMÁTICO Y RIESGOS PARA EL CULTIVO DE CAFÉ

El cambio climático es definido por Semarnat (2009) como “*todo cambio que ocurre en el clima a través del tiempo resultado de la variabilidad natural o de las actividades humanas*”. En nuestro planeta se ha encontrado que el incremento en la concentración de los gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera, entre los cuales se encuentran el dióxido de carbono (CO₂), óxido nitroso (N₂O), metano (CH₄) y ozono (O₃), tiene repercusiones como el aumento de la temperatura global en 1.5°C en los últimos 200 años, cambios en los regímenes de precipitaciones, mayor frecuencia en los periodos de sequías, ciclones tropicales y tormentas (Isaza y Cornejo, 2014; Reyer *et al.*, 2017; IPCC, 2022).

En los últimos años, las actividades humanas han sido la causa principal de este aumento en las emisiones (Crippa *et al.*, 2021). Se calcula que el 10% de las emisiones provienen del sector agrícola, y que este valor puede ascender hasta 34% si se toma en cuenta actividades relacionadas como la producción de fertilizantes y pesticidas sintéticos, la deforestación por ampliación del área agrícola y el procesamiento industrial de alimentos. La alteración de los factores climáticos afecta directamente a la fisiología de las plantas y al ecosistema donde se encuentran (Arteaga y Efrén, 2018; Chain-Guadarrama *et al.*, 2019; Etana *et al.*, 2021). Esto causa que cultivos como el café produzcan menos y se enfrenten a plagas más difíciles de controlar. Adicionalmente, hay factores que agudizan la situación del café como el incremento de la población y la necesidad por más alimento, lo que causa una fuerte presión sobre el uso de la tierra y que cultivos como el café se desplacen a zonas marginales donde las condiciones los efectos del cambio climático se intensifican y se maneja el cultivo sin sombreado, lo que disminuye de manera significativa la producción de café (Camargo, 2010; DaMatta *et al.*, 2010).

Con el aumento de la temperatura máxima, se estima que para el año 2040 el 60% de las áreas de cultivo de café ya no serán aptas y más del 80% para el año 2080. El escenario es más alentador bajo sistemas agroforestales con sombreado, en los que la reducción del 60% se aplaza hasta el 2060 y se espera una reducción del 41% a 91% para el 2100, dependiendo del escenario (Cassamo *et al.*, 2023).

El cambio climático es también responsable del aumento en la severidad de las epidemias y la diseminación de insectos plaga (Campuzano-Duque *et al.*, 2021). Esta situación puede ser crítica porque la diseminación y brote de la roya del café *Hemileia vastatrix* es favorecida por las fuertes precipitaciones y las altas temperaturas (Alemu & Dufera, 2017; Rhiney *et al.*, 2021). En el otro extremo, la disminución de las precipitaciones anuales también ha tenido un impacto negativo sobre el café, especialmente en Latinoamérica donde la mayoría de cafetales depende únicamente de las precipitaciones como fuente de agua (Isaza y Cornejo, 2014; Venancio *et al.*, 2020). Asimismo, la pérdida de la fertilidad del suelo por erosión también es consecuencia del cambio climático (Torres *et al.*, 2020). Todos estos factores alteran el ciclo productivo del café y su calidad (Villers *et al.*, 2009).

Por otro lado, las nuevas condiciones climáticas son una amenaza para los parientes silvestres de *C. arabica* en Etiopía, centro de origen del café, que son una fuente de recursos genéticos para el mejoramiento del cultivo con el potencial de aumentar su resiliencia al cambio climático (Labouisse *et al.*, 2008; Melke & Fetene, 2014). Sin embargo, de acuerdo a los modelos reportados por Davis *et al.* (2012), se estima que para el año 2080 el número de localidades bioclimáticamente aptas para la conservación *in situ* de *C. arabica* silvestre disminuirá en un 65% o hasta el 100% en el peor de los casos.

2.9. PERCEPCIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO POR LOS CAFICULTORES

La instalación del cultivo de café es una inversión a largo plazo ya que la vida productiva de los cafetos es de 30 años en promedio. Por ello, las condiciones a las que se enfrentará el cultivo en el futuro es una preocupación para los productores (Bunn *et al.*, 2015). Mientras más claro perciban los productores las consecuencias del cambio climático, implementarán mejores estrategias de adaptación ante este (Quiroga *et al.*, 2020). De acuerdo a Forero *et al.* (2014), para evaluar la percepción del cambio climático por parte de los caficultores se debe realizar estudios con enfoque cuantitativo, cualitativo y mixto, y llevados a cabo a través de herramientas como entrevistas semi-estructuradas, encuestas y observaciones en campo.

Se han encontrado que factores como la edad, nivel de educación y título de propiedad influyen en la percepción del cambio climático (Hernández-Castán y Tapia-Hervert, 2023), Por otro lado, la experiencia, el tamaño de la finca, nivel tecnológico y desarrollo económico de la región influyen en la capacidad de adaptación de los agricultores para hacer frente a esta situación (Mbwambo *et al.*, 2021).

De acuerdo a Robiglio *et al.* (2017), existe un consenso entre los caficultores peruanos sobre la variabilidad climática, aumento de la temperatura, cambios bruscos de temperatura entre día y noche, impredecibilidad de las lluvias, así como mayor aparición de plagas y enfermedades en los últimos 30 años. En el caso de Chile, el estudio de Roco *et al.* (2014) identificó que el 62% de los productores entrevistados han percibido que las temperaturas han aumentado, el 93% que las precipitaciones han disminuido y el 87% que las sequías son más frecuentes.

De acuerdo a Harvey *et al.* (2021), para mantener la rentabilidad del cultivo ante esta situación, los caficultores de Latinoamérica están realizando cambios profundos sobre sus sistemas de producción, que pueden ser agrupados en siete tendencias en las transformaciones sobre el paisaje en respuesta al cambio climático, no necesariamente de forma excluyente y que pueden darse de manera simultánea en una misma región (Ver Figura 3).



Figura 3: Tendencias en la respuesta de los caficultores latinoamericanos frente al cambio climático

FUENTE: Adaptado de Harvey *et al.* (2021).

La primera tendencia identificada es la renovación y migración a cultivares resistentes. Existen características genéticas y fisiológicas de cada cultivar como la arquitectura de la copa, distribución de los fotosintatos, relaciones hormonales, metabolismo del carbono y nitrógeno o los mecanismos de defensa ante el estrés oxidativo, que contribuyen a que un cultivar sea llamado resistente a la sequía, una de las repercusiones más graves del cambio climático en la región (Melke & Fetene, 2014). Asimismo, desde el año 2012 en el Perú la enfermedad de la roya amarilla amenaza la productividad de la región, por lo que el MIDAGRI a través del Plan Nacional de Renovación de Cafetales invirtió más de US\$ 122 millones durante el periodo 2013-2016 en el recambio varietal, principalmente por la

variedad Catimor, que presenta alta resistencia a esta enfermedad, aunque presente baja calidad de taza (Díaz y Willems, 2017).

La segunda tendencia está relacionada a la intensificación convencional del cultivo con el objetivo de obtener mayores rendimientos, controlar plagas y enfermedades, y reducir los costos. Aunque en el Perú esta tendencia no es predominante, Robiglio *et al.* (2017) reporta que el 30% de los productores manejan sistemas sin sombra o con una sola especie forestal asociada.

Por otro lado, la baja productividad y precio mínimo que perciben los agricultores a pequeña escala con bajo nivel de tecnificación no permite que cubran los costos de producción, lo que los ha llevado a optar por la tercera tendencia: conversión a otras actividades agrícolas o abandono de las plantaciones. En el Perú, Bedoya *et al.* (2017) indica la importancia del cultivo de coca en la región tropical como una mayor fuente de ingreso que el café, por lo que algunos agricultores han optado por asociarlo con sus cafetales para aumentar sus ingresos o sustituir sus plantaciones, a pesar que el cultivo de coca está asociado con erosión y empobrecimiento del suelo. De la misma manera, Romero (2020) menciona la reconversión productiva a otros cultivos más rentables como el cacao y los árboles frutales. La cuarta tendencia es la introducción del café robusta (*C. canephora*) a nuevas áreas cafetaleras, debido a que ha cobrado popularidad por su uso en mezclas de café instantáneo y presenta ventajas para los caficultores como una mejor adaptación a las altas temperaturas y altitud baja, mayor tolerancia a la sequía y al ataque de plagas (Campuzano-Duque *et al.*, 2021). Sin embargo, se cree que su resiliencia frente al cambio climático no es suficiente ya que el café robusta alcanza su mayor rendimiento por debajo de los 20.5° y disminuye a la mitad a los 25° (Kath *et al.*, 2020). En el caso del Perú, esta especie aún no es cultivada a nivel comercial (JNC, 2020b).

Otra solución para los caficultores es aumentar el área sembrada a través de la deforestación de los bosques. Esta tendencia se ha observado asociada a otras actividades agropecuarias como cultivo de cacao, palma aceitera, coca y la ganadería (Díaz y Willems, 2017). De acuerdo al informe de Robiglio *et al.* (2017), al comparar la superficie deforestada acumulada y la superficie de café sembrada a partir del año 2000, se observa una correlación positiva entre estas variables. Este es el caso de San Martín, primer productor peruano de

café con más del 20% de la producción nacional de café, así como la región con la tasa más alta de deforestación con más de 10 mil hectáreas por año, de las cuales el 30% es destinada a la agricultura (Rodríguez-Valladares, 2010).

La presión del aumento poblacional sobre el uso de la tierra se evidencia en la sexta tendencia: la urbanización del área rural, especialmente en zonas cercanas a las grandes ciudades. Esta situación puede ahondar los conflictos socioambientales sobre el uso de la tierra, ya que repercute sobre el precio de arriendo que pagan los agricultores (Haller, 2017). Finalmente, la última tendencia es un camino distinto a la intensificación convencional del cultivo de café y consiste en la adopción voluntaria de los estándares de sostenibilidad. Por ello, Latinoamérica concentra el 11% de toda la tierra manejada de forma orgánica y el 35% del área mundial de café orgánico (Willer *et al.*, 2020). En el Perú esta tendencia ha cobrado mucha fuerza, ya que actualmente es el exportador líder de café con certificación orgánica y Fair Trade (comercio justo), principal proveedor de café orgánico de Europa y el segundo productor orgánico a nivel mundial luego de Etiopía (CBI, 2020; ICO, 2021).

III. METODOLOGÍA

3.1. UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

3.1.1. Ubicación geográfica

El área de estudio fue el distrito de Pichanaqui que se encuentra ubicada en la provincia de Chanchamayo, Región Junín. Este distrito forma parte de la llamada Selva Central del Perú, ubicado a una altitud de 525 msnm, y las fincas de los caficultores encuestados se ubican a mayores alturas, entre 800 a 1500 msnm, en los centros poblados de: Valle Hermoso, Selva Alegre, Rio Colorado, CC. NN. Santa Maria de Autiki, CC. PP. Belen Anapiari, Pampa Camona, CC. PP. San Pedro de Autiki, CC. PP. San Pedro de Shauriato, Meseta San Pedro, Colonia Huanca, Alto Meritarini, Santo Domingo De Kokari, Alto Kimiriki, Imperial, Santo Domingo de Huachiriki, Barinetti Real, Chinchaysuyo, Centro Shori y Alto Union Autiki (Ver Figura 4).



Figura 4: Ubicación de las unidades productivas en el distrito de Pichanaqui

3.1.2. Precipitación acumulada

Se consultó el portal de SENAMHI (2023) y se tomaron los datos recopilados de la Estación Meteorológica Pichanaqui en el Departamento de Junín, Provincia de Chanchamayo, Distrito de Pichanaqui, ubicado en la latitud 10° 56' 7", longitud 74° 52' 5" y a una altitud de 497 msnm. En la Figura 5 se presentan los datos de la precipitación mensual acumulada durante los años 2019 y 2022. Se observa que la precipitación anual acumulada corresponde a 1767.60 mm en el año 2019 y 1833.80 mm en el año 2022.

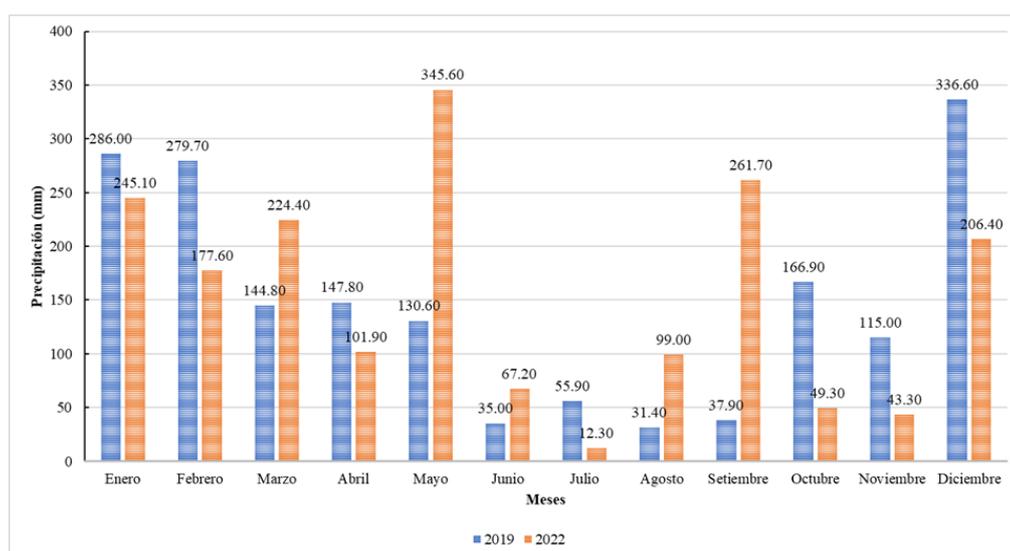


Figura 5: Precipitación acumulada mensual en los años 2019 y 2022 en el distrito de Pichanaqui

NOTA: Adaptado de SENAMHI (2023)

3.1.3. Temperatura media

Del portal de SENAMHI (2023) se tomaron los datos de la Estación Meteorológica Pichanaqui respecto a las temperaturas máximas y mínimas y se calculó el promedio. Esta información se encuentra resumida en la Figura 6, donde se ha incluido las temperaturas media mensual durante los años 2019 y 2022.

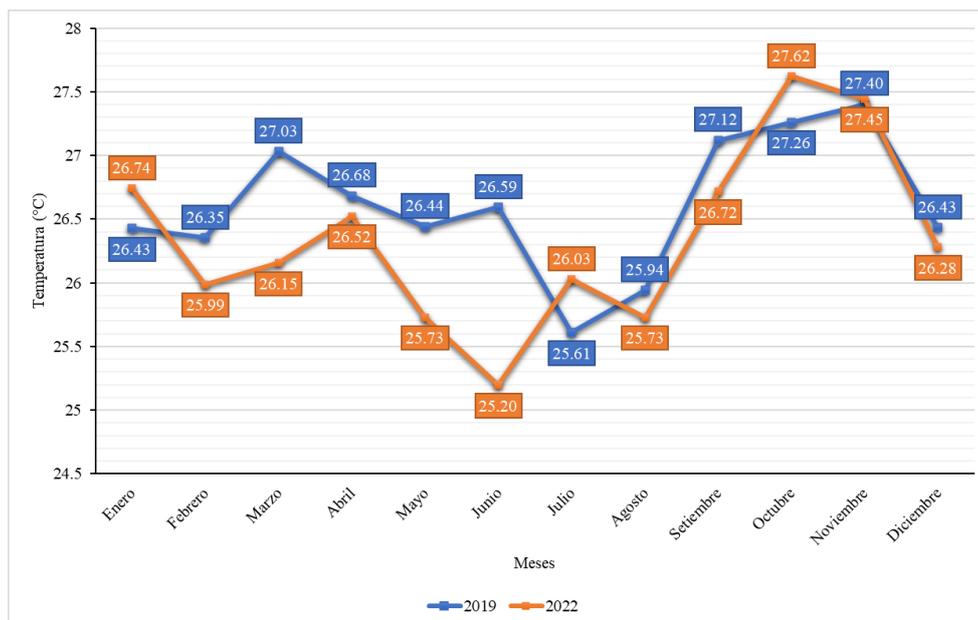


Figura 6: Temperatura media mensual en los años 2019 y 2022 en el distrito de Pichanaqui

FUENTE: Adaptado de SENAMHI (2023)

3.2. MATERIALES Y EQUIPOS

Los materiales usados en el presente trabajo fueron:

- Cuestionarios (encuestas)
- Libreta de apuntes
- Fichas y carteles referenciales

El equipo técnico utilizado incluyó:

- Cámara digital (celular)
- Laptop

3.3. METODOLOGÍA DE ESTUDIO

3.3.1. Muestra de estudio

Se trabajó con los productores de café del distrito de Pichanaqui, de los cuales se encuestaron a 60 caficultores de diferentes centros poblados pertenecientes a este distrito: Valle Hermoso, Selva Alegre, Rio Colorado, CC. NN. Santa Maria de Autiki, CC. PP. Belen Anapiari, Pampa Camona, CC. PP. San Pedro de Autiki, CC. PP. San Pedro de Shauriato, Meseta San Pedro,

Colonia Huanca, Alto Meritarini, Santo Domingo De Kokari, Alto Kimiriki, Imperial, Santo Domingo de Huachiriki, Barinetti Real, Chinchaysuyo, Centro Shori y Alto Union Autiki.

El diseño de la investigación es no experimental de tipo transversal porque la información se recolectó en un único momento y el método de muestreo fue no probabilístico. En esta investigación se realizó un estudio tipo descriptivo, se describieron las fincas cafetaleras, productores y la percepción del impacto del cambio climático en la producción cafetalera. Además, se utilizó un enfoque cuantitativo y cualitativo.

3.3.2. Toma de datos

La toma de datos se realizó mediante encuestas, según el formato previamente diseñado y que se presentan en los Anexos 1 y 2 relacionadas a la percepción que tiene el agricultor sobre el cambio climático, las estrategias de adaptación que vienen realizando y a los aspectos económico, social, ambiental, así como el manejo técnico de su producción agrícola. Para reunir la información las encuestas se realizaron visitando a los productores en sus propias fincas, también se aprovechó en algunas actividades que se tenían por ser ellos socios de alguna cooperativa como entrega de beneficios y auditorías. Al momento de la toma de datos se realizó una breve introducción sobre el motivo de la encuesta, mencionándoles de forma general acerca de qué tratan las preguntas para entrar en contexto, utilizando como ayuda visual algunas imágenes relacionadas al ámbito de estudio, y solicitando su consentimiento para el usos de datos (Ver Figura 7).



Figura 7: Toma de datos a los productores del distrito de Pichanaqui, Chanchamayo, Perú

3.4. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

Con la información obtenida, se realizó un estudio tipo descriptivo; se describieron las fincas cafetaleras, a los productores y la percepción que ellos tienen del impacto del cambio climático en la producción de su cultivo. Con esos datos se construyeron gráficas estadísticas y fueron comparados con datos provenientes de la literatura científica encontrada en diversas bases de datos.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA DEL PRODUCTOR

El papel de la mujer en la agricultura familiar es clave en diversos países del mundo, en efecto, y en forma general, la mujer hace el 70% del trabajo en este tipo de agricultura (Dorrego, 2015). Sin embargo, desgraciadamente su papel sigue siendo secundario, como lo demuestran los datos obtenidos en este trabajo donde el 72% de las fincas tiene como jefe a personas del género masculino, mientras que solo el 28% son del género femenino (Figura 8). Tendencias similares fueron encontradas por Santistevan *et al.* (2014) en Ecuador, por Leiva-Espinoza *et al.* (2017) en la región Amazónica y por Bashi (2021) en el distrito de Pichanaqui. Estos datos sugieren el papel de “ayudante” que tiene la mujer en las fincas evaluadas, a pesar de que probablemente hagan trabajos muy similares a las personas del género masculino. Esto aunado al hecho de que son los varones los que usualmente son visibles en trabajos no solo dentro de la finca sino también fuera de ella como contacto con bancos, extensionistas, sindicatos, cooperativas, etc. (Brumer, 2004), mientras que las mujeres enfrentan problemas como falta de acceso al capital, alta carga de trabajo y escasa participación en las decisiones (Dorrego, 2015).

La inversión en la educación es altamente requerida por la sociedad (Psacharopoulos, 1982). Además, es importante mencionar que las personas (incluidos los agricultores) más educadas, potencialmente podrían hacer frente de mejor manera a problemas como la degradación del suelo, cambio climático entre otros, y en general, realizar un mejor manejo de las fincas (Ninh, 2021; Hernández-Castán y Tapia-Hervert, 2023). Respecto al nivel educativo. El 57% de los entrevistados tiene secundaria completa y en menor proporción primaria, mientras que la educación técnica superior (técnico o universitario) es casi nula (Figura 8). En Amazonas se encontró que el 95% de productores de café solo tenía primaria completa y aproximadamente solo el 5% había seguido estudios técnicos o universitarios (Leiva-Espinoza *et al.*, 2017); asimismo, nuestros datos van en concordancia con los presentados por INEI en el Censo Agropecuario del 2012 (INEI, 2014) y por Bashi (2021)

en el distrito de Pichanaqui. Aunque los productores tengan poca formación académica, tienen mucha experiencia sembrando café, de hecho, la mayoría tiene entre 9 y 22 años en el cultivo, seguidos por aquellos agricultores entre 30 y 36 años en el cultivo (Figura 9). De acuerdo con Akinpelu *et al.*, (2021) la experiencia es uno de los factores fundamentales que determinan la productividad en café.

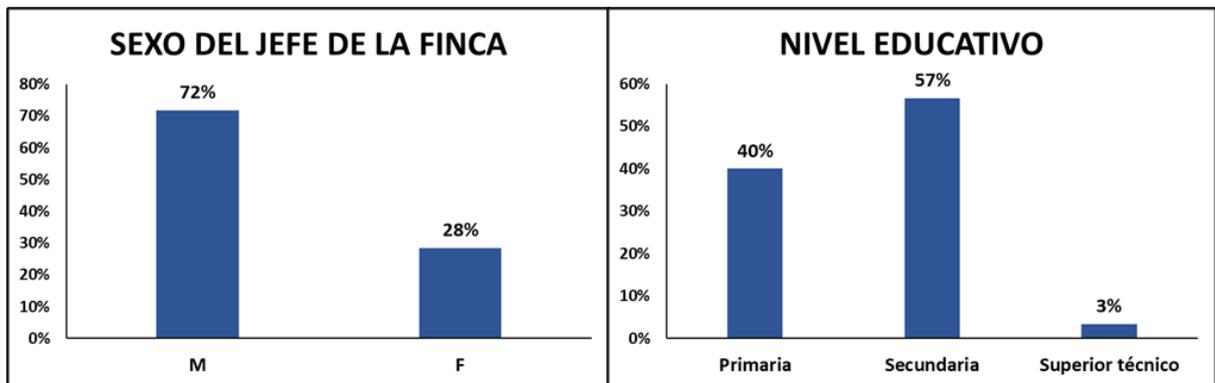


Figura 8: Sexo y nivel de instrucción del responsable de la finca en el distrito de Pichanaqui, Chanchamayo, Perú

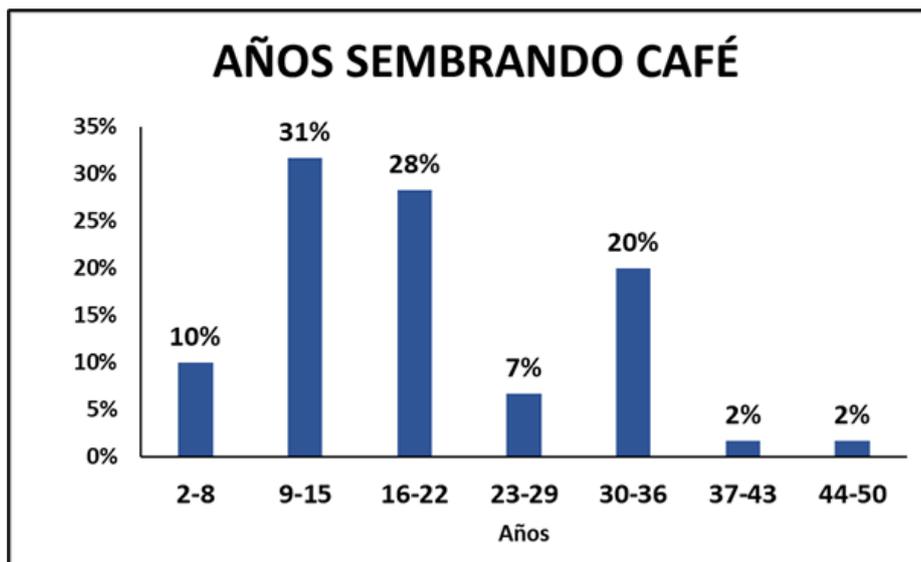


Figura 9: Años que los productores llevan sembrando el cultivo de café en el distrito de Pichanaqui, Chanchamayo, Perú

4.2. CARACTERIZACIÓN ECONÓMICA DE LA FINCA

El tamaño de las fincas, es una característica importante ya que está relacionada a la viabilidad económica y los niveles de las unidades productivas (Nurmet y Olmet, 2020; Akinpelu *et al.*, 2021). Respecto al área total de las fincas, la mayoría de unidades productivas tienen entre 2 y 9 ha (el 77% de productores posee esa extensión de terreno), aunque en este rango destacan las unidades productivas que tienen entre 2 y 5 ha (44% de los productores poseen esa área), de las cuales, en su mayoría son usadas, casi totalmente para sembrar café. Se ha encontrado que en el área de estudio predominan los pequeños caficultores, ya que el 70% de productores maneja entre 1 y 4 ha de café (Figura 10).

De acuerdo al censo agropecuario del 2012 (INEI, 2014), casi el 80% de productores agropecuarios poseía menos de 5 ha. En cuanto a los caficultores, Díaz y Willems (2017) estima que el 85% de los caficultores conducen menos de 5 ha, mientras que a nivel global son el 60% (Siles *et al.*, 2022). Esto es interesante pues sugiere que representa muy bien el sector agrícola nacional.

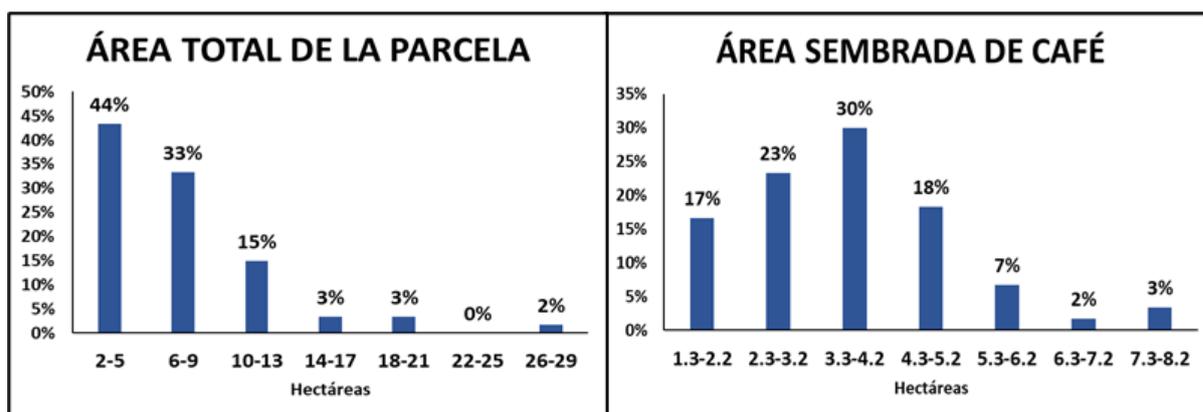


Figura 10: A la izquierda, tamaño de la finca y a la derecha, extensión del cultivo de café en el distrito de Pichanaqui, Chanchamayo, Perú

Respecto a la edad de la plantación, Arcila *et al.* (2007) reportan que el cafeto puede estar entre 20 y 25 años produciendo comercialmente, aunque el autor hace una salvedad referida al manejo, e indica que un buen manejo alarga el tiempo de vida comercial de los cafetales. Asimismo, reporta que los mejores niveles de productividad son alcanzados entre los 6 y 8 años. En este trabajo se notó que la mayoría de los productores de café entrevistados poseen cafetos con menos de 10 años de edad, lo cual de alguna manera sugiere que los cafetales

podrían tener, al menos potencialmente, buenos rendimientos. El rendimiento de un fundo cafetalero puede ser expresado en kg/ha, pero es muy común que sea reportado en quintales (60 kg) de café pergamino seco (cps) cosechado por hectárea (qq/ha). De ese modo, el 41% de agricultores reportan que su rendimiento promedio de su última campaña (2022) está entre 939 y 1251 kg de cps/ha (15.65 qq - 20.85 qq) (Figura 11), lo que es ligeramente superior al rendimiento promedio de la zona en la campaña 2017 (726 kg/ha) reportado por Bashi (2021) y al rendimiento nacional calculado en 752 kg/ha; sin embargo, potencialmente se podría alcanzar 2500 kg de cps/ha (JNC, 2020b). Estos datos sugieren algún tipo de falla en el manejo de los cafetales.

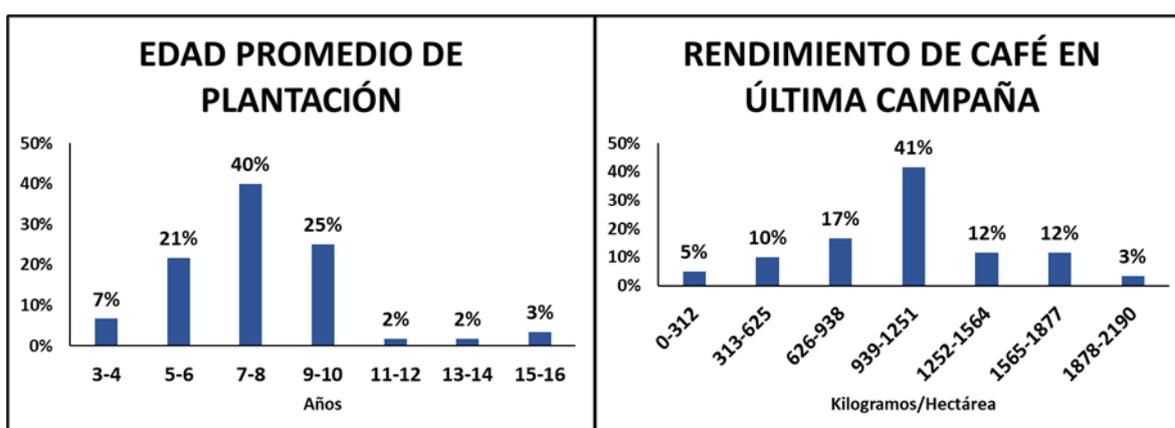


Figura 11: A la izquierda, edad promedio de la plantación y a la derecha, rendimiento de café pergamino seco en la campaña 2022 en el distrito de Pichanaqui, Chanchamayo, Perú

Según Akinpelu *et al.* (2021), la variedad cultivada está estrechamente relacionada con la productividad en las fincas cafetaleras. En este sentido, los productores entrevistados cultivan mayormente la variedad Catimor (97%), seguidas por variedades como Catuaí (75%) y Caturra (25%). La presencia extendida del Catimor es producto de la crisis de la roya sufrida en el 2013 (Tabla 1). Es sabido que cuando se suscitó la crisis causada por la roya (*Hemileia vastatrix*) se perdió el 60% de la cosecha de café (Julca *et al.*, 2023). En respuesta a esta crisis, los agricultores optaron por sembrar Catimor, especialmente en las zonas bajas, donde las condiciones para la aparición de la roya son más adecuadas que en zonas altas, siendo estas últimas los lugares de siembra de los cultivares sensibles a este patógeno como Caturra y Catuaí.

Tabla 1: Variedades de café cultivadas por el productor en el distrito de Pichanaqui, Chanchamayo, Perú

Variedades de café que cultiva el productor	
Catimor	97%
Catuaí	75%
Caturra	25%
Geisha	3%
Pache	13%
Costa Rica	7%
Otros	7%

La asociación de cultivos también se puede observar en los agroecosistemas cafetaleros, por ejemplo, en este caso, aparte del café, el 55% de los agricultores cultivan plátano variedad seda (*Musa sp*), lo que sugiere diversidad en los productos ofrecidos al mercado. Cabe mencionar que esta asociación puede ser algo temporal ya que el plátano es cultivado como sombra temporal, o muchas veces en los márgenes de la finca. Al respecto, Bashi (2021) reporta que el plátano se maneja en asociación a los cafetales durante los primeros dos o tres años con el objetivo de generar ingresos mientras los cafetos alcanzan la edad productiva. De la misma manera, los productores mencionaron la siembra de maíz en los primeros años de la plantación de café. En el caso de los cultivos permanentes como palto, cítricos y yuca, estos vienen siendo manejados en una parcela aparte y no en asociación directa con el café. En el Perú existen pocos estudios relacionados a los cultivos asociados, particularmente a aquellos vinculados al café (Ver Tabla 2).

Tabla 2: Otros cultivos que el caficultor posee en su finca en el distrito de Pichanaqui, Chanchamayo, Perú

Policultivo en las fincas cafetaleras	
Plátano (<i>Musa sp.</i>)	55%
Palto (<i>Persea americana</i>)	13%
Maíz (<i>Zea mays</i>)	12%
Cítricos (<i>Citrus spp</i>)	10%
Yuca (<i>Manihot esculenta</i>)	7%
Otros	8%

4.3. CARACTERIZACIÓN DEL MANEJO TÉCNICO DE LA FINCA

4.3.1. Manejo técnico de la producción

A nivel nacional, casi la totalidad de la producción de café se hace bajo un sistema agroforestal en el que *Inga* sp. (paca) es la principal especie que acompaña al café. Entonces, aparte de otros cultivos (mencionado anteriormente) también son usadas como sombra especies forestales, en efecto, el 90% de productores las posee en sus fincas (Figura 12). La asociación entre café y árboles maderables es una práctica no sólo hecha en Perú sino también en otros países centroamericanos (Murillo y Badilla, 2022). Una de las grandes ventajas de este tipo de sistema de producción es el incremento de la oferta por parte del pequeño productor (Farfán, 2014). Entre las principales especies forestales que acompañan al café, tenemos al pino (*Pinus* sp.), cedro americano (*Cedrela odorata* L.), tornillo (*Cedrelinga cateniformis*) y moena (*Ocotea puberula*) (Tabla 3). En cuanto al cedro, algunos caficultores mencionan tener algunas plantas de cedro colombiano o también llamado nogal (*Juglans neotropica*). La presencia de pino en agroecosistemas de café ha sido reportada por Cazco (2015). En el caso del cedro, su uso es reportado en otros cafetales (González-Rojas *et al.*, 2017). Asimismo, el pino puede ser usado para tableros de madera y muebles (Ecuador Forestal, 2023); mientras que el cedro es una madera más fina y su precio es casi el doble que el de pino (SERFOR, 2016).

El paca (*Inga* sp.) merece una mención especial ya que a pesar de ser una especie forestal produce frutos que potencialmente podrían contribuir a aumento de ingresos del caficultor, aparte de aportar nitrógeno al suelo (Velasco-Trejo *et al.*, 2023) y de ofrecer servicios ambientales como captura de carbono (Silva y Olaya, 2019).

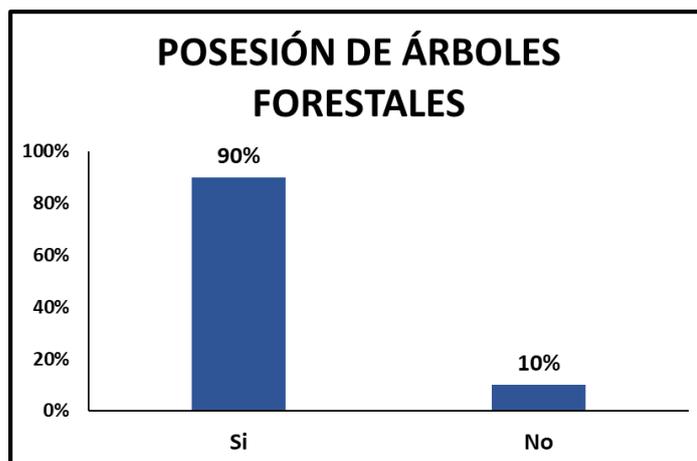


Figura 12: Caficultores que poseen árboles forestales en su finca en el distrito de Pichanaqui, Chanchamayo, Perú

Tabla 3: Diferentes especies forestales usadas como sombra por los caficultores en el distrito de Pichanaqui, Chanchamayo, Perú

Diferentes especies forestales usados como sombra	
Pacae sogá (<i>Inga sp.</i>)	83%
Pino (<i>Pinus sp.</i>)	57%
Cedro americano (<i>Cedrela odorata</i> L.)	57%
Tornillo (<i>Cedrelinga cateniformis</i>)	18%
Camona	18%
Moena (<i>Ocotea puberula</i>)	17%
Alcanfor (<i>Cinnamomum camphora</i>)	13%
Ishpingo (<i>Amburana cearensis</i>)	2%
Caoba (<i>Swietenia macrophylla</i>)	2%
Otros	10%

4.3.2. Sistemas de producción

Respecto al sistema de producción, existe casi un equilibrio entre el porcentaje que practica una agricultura orgánica y convencional (Figura 13). La producción orgánica de café representa un nicho de mercado interesante puesto que en los países desarrollados la tendencia del consumo de productos amigables con la naturaleza es cada vez mayor (Perea, 2010). En este sentido, el Perú se ha posicionado como una fuente de productos orgánicos y el caso del café no es la excepción, en efecto, el Perú es líder en la producción orgánica de este grano (JNC, 2022) con 124 mil ha bajo este sistema de producción (Gestión, 2022). Dentro del grupo de productores orgánicos, no todos poseen una certificación orgánica

(Figura 13). Esto puede deberse, a que la certificación como tal lleva un periodo de transición de 3 años (Chavarri, 2023).

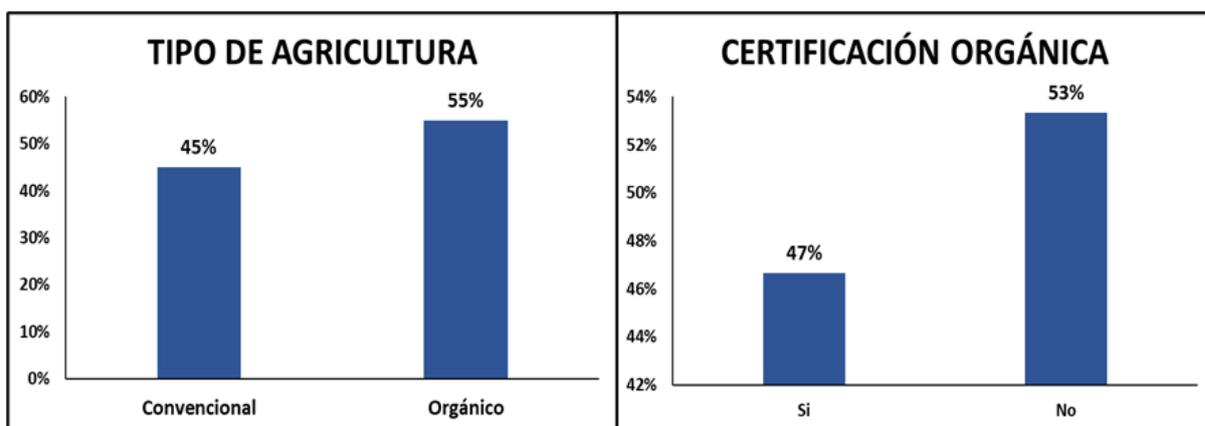


Figura 13: Sistemas de producción usado por los productores de café en el distrito de Pichanaqui, Chanchamayo, Perú

Por otra parte, tanto el Estado como diversos organismos internacionales se vienen preocupando por la asociatividad en el sector agrícola (Toledo, 2016). La organización de los agricultores es clave ya que en grupo éstos pueden hacer frente a la competencia, tiene una mayor capacidad para negociar, es decir conseguir precio de insumos más baratos y poder abaratar costos, así como poder acceder a financiamiento y asistencia técnica (Cabrera, 2023). A pesar que en el Perú exista poca asociatividad (Díaz y Willems, 2017), nuestros resultados indican que los pequeños productores de café tienen la capacidad de asociarse, de hecho, el 82% de ellos pertenece a una cooperativa, mientras que sólo el 18% trabaja individualmente (Ver Figura 14).

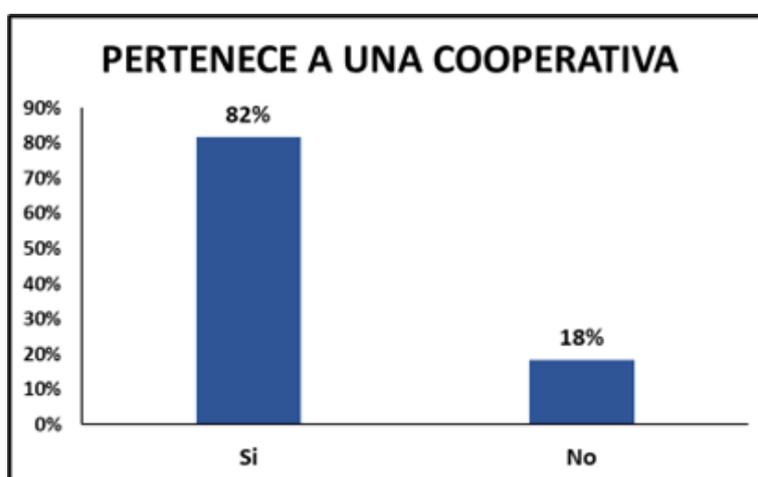


Figura 14: Forma de organización de los productores de café en el distrito de Pichanaqui, Chanchamayo, Perú

4.3.3. Preparación de campo y siembra

El éxito de un cultivo se encuentra estrechamente asociada al uso de semillas de calidad (Doria, 2010); aunque, de manera general, en el Perú, el uso de semillas certificadas es aún reducido (MIDAGRI, 2023). El caso del sector cafetalero no es diferente, es decir casi todos los agricultores reconocen no usar semillas certificadas (Figura 15), mientras que poco porcentaje de caficultores dicen usar semillas certificadas, lo cual es improbable puesto que en el Perú no existe semillas de café de clase certificada; por el contrario, el sector usa semillas de clase no certificada.

Los resultados obtenidos podrían estar asociados a un desconocimiento por parte de este pequeño grupo de productores. Es importante declarar que, al ser no certificada, la calidad de la semilla no es garantizada por el ente responsable, el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA, 2023), lo cual implica cierto nivel de confianza que deben tener los vendedores de semillas o plantones. Es importante mencionar que si existe una normatividad que de alguna manera ayuda a mantener ciertos niveles de calidad de la semillas o plantones. Este protocolo está escrito en la Norma para la producción y comercio de semillas y plantones de café de clase no certificada (El Peruano, 2013).

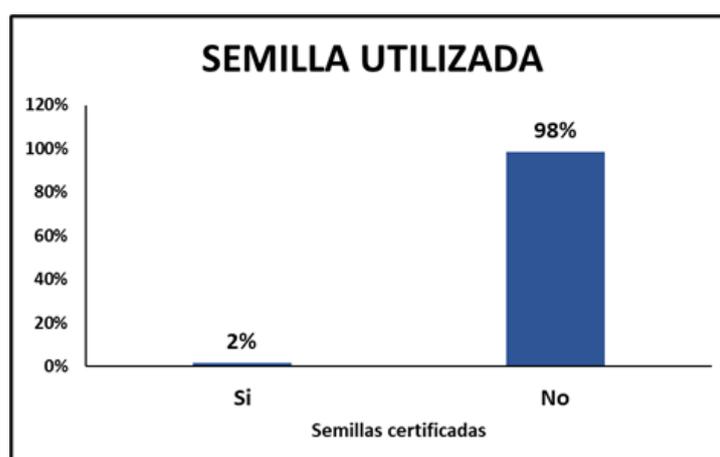


Figura 15: Tipo de semilla utilizada por el productor de café en el distrito de Pichanaqui, Chanchamayo, Perú

Por lo general, el agricultor recolecta la semilla de su propia finca (Tabla 4), ya que la mayoría tiene desconfianza de comprar semilla de otros puesto que, a veces los engañan entregándoles una variedad totalmente diferente a la que ellos querían. Todo esto crea un

gran problema puesto que en muchos casos el agricultor tampoco tiene la certeza absoluta de qué variedad exactamente viene cultivando, además no siguen ningún estándar de calidad para la producción de su propia semilla.

Tabla 4: Obtención de semillas para el cultivo de café en el distrito de Pichanaqui, Chanchamayo, Perú

Procedencia de las semillas usadas por el caficultor	
Propia	100%
Tiendas agrícolas	0%
Vecinos	0%
Vivero certificado	0%
Otros	0%

4.3.4 Manejo de plagas, enfermedades y malezas

Los agroecosistemas cafetaleros poseen una amplia composición de malezas pertenecientes a familias como Poáceas y Asteráceas (Castro *et al.*, 2019). La presencia de arvenses (como también son llamadas) pueden tener efectos negativos, se estima que las malezas pueden reducir la disponibilidad de nutrientes en el suelo hasta en un 50% (Carvalho *et al.*, 2013), aparte de competir por luz, agua y espacio disminuyendo de forma importante el rendimiento de los cafetales. Por estas razones es importante mantener un control sobre estas especies vegetales. Los resultados mostraron que una de las principales formas de control es la manual, siendo muy usual el uso de motoguadañas “macheteadora” y un poco menos frecuente el uso de machetes (Ver Figura 16).

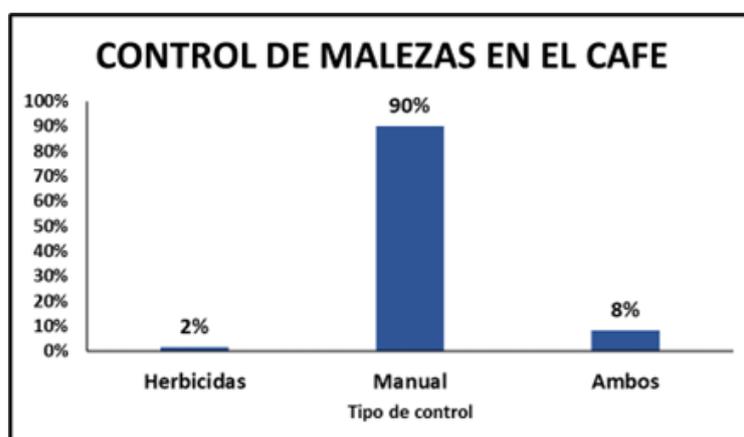


Figura 16: Formas de control de malezas empleadas por el productor de café en el distrito de Pichanaqui, Chanchamayo, Perú

Respecto a las enfermedades la roya sigue siendo la enfermedad más temida por los productores de café (57% de ellos menciona que es la más importante) (Tabla 5). La roya causada por el hongo *Hemileia vastatrix* es la enfermedad más devastadora del café en el mundo (Silva *et al.*, 2022), en efecto, este patógeno puede llegar a causar la disminución del rendimiento en 75% (Gichuru *et al.*, 2021). Otra enfermedad mencionada recurrentemente por los productores es el ojo de gallo causado por el hongo *Mycena citricolor* (Tabla 5). Este patógeno puede llegar a afectar incluso variedades resistentes a la roya (Julca-Otiniano *et al.*, 2018). Es importante anotar que en algunas zonas de Puerto Rico este microorganismo causó caídas del rendimiento de hasta el 75% (SAGARPA, 2014). El pie negro (*Rosellinia bunodes*) ocupó el tercer puesto entre las enfermedades más importantes para los caficultores entrevistados (Ver Tabla 5).

Tabla 5: Principales enfermedades que afectan al cultivo de café en el distrito de Pichanaqui, Chanchamayo, Perú

Principales enfermedades en el cultivo de café	
Roya (<i>Hemileia vastatrix</i>)	57%
Ojo de gallo (<i>Mycena citricolor</i>)	50%
Pie negro (<i>Rosellinia bunodes</i>)	37%
Cercospora (<i>Cercospora coffeicola</i>)	17%
Arañero (<i>Pellicularia koleroga</i> Cooke)	7%
Otras	0%

Respecto a las plagas, la broca (*Hypothenemus hampei*) es reportada por el 72% de los agricultores como la más importante en la zona de estudio (Tabla 6). La broca también es llamada gorgojo o barrenador y se alimenta directamente del fruto del café, por lo que es la plaga más importante en el café a nivel mundial (Bustillo, 2006). La variedad Catimor, la más sembrada en el área según nuestros resultados (Tabla 1), ha sido reportada por Acacio y Gil (2012) como susceptible a la infestación de la broca. Otra plaga mencionada por el 35% de los productores fue la hormiga coqui (*Atta* spp) (Tabla 6). En tercer lugar, solo el 5% de los entrevistados mencionó como plaga relevante al minador de la hoja del cafeto (*Perileucoptera coffeella*), mientras que el 2% mencionó la presencia de otras plagas (Ver Tabla 6).

Tabla 6: Principales plagas que afectan al cultivo de café en el distrito de Pichanaqui, Chanchamayo, Perú

Principales plagas en el cultivo de café	
Broca (<i>Hypothenemus hampei</i>)	72%
Hormigas coqui (<i>Atta spp</i>)	35%
Minador (<i>Perileucoptera coffeella</i>)	5%
Otros	2%

Respecto al tipo de control que los agricultores realizan, la mayoría de ellos practica el control cultural para estas enfermedades seguido de aquellos que hacen un control químico y de otros que no controlan (Tabla 7). Esta tendencia puede ser explicada por el hecho de que el 55% de los agricultores, producen café bajo un sistema orgánico. Dentro de las labores culturales se incluye, por ejemplo, el uso de variedades resistentes a la roya (por ejemplo, Catimor), el desmalezado y una buena raspa al finalizar la campaña de café. Entre otras labores se encuentran la remoción de plantas enfermas o el no uso de plantones enfermos en el caso de pie negro y el control de sombra en el caso de ojo y gallo y roya (Colonia, 2012).

Tabla 7: Tipo de control realizado por el productor de café en el distrito de Pichanaqui, Chanchamayo, Perú

Prevención y control de enfermedades	
Control biológico	0%
Control cultural	57%
Control químico	28%
Control etológico	0%
No controla	28%

Nuestros resultados muestran que la mayoría (60%) de los agricultores no ha recibido capacitaciones técnicas para el control de enfermedades; mientras que el 40% sí lo ha hecho (Figura 17). Esto podría significar dos cosas: que las instituciones gubernamentales o privadas que hacen trabajos de investigación no están llegando a los lugares de producción, o que los agricultores no asisten a los llamados hechos por estos entes. Es importante mencionar que, en conversaciones con los ingenieros de SENASA/INIA en diferentes zonas cafetaleras, ellos manifiestan que muchas veces los agricultores no asisten a las capacitaciones.

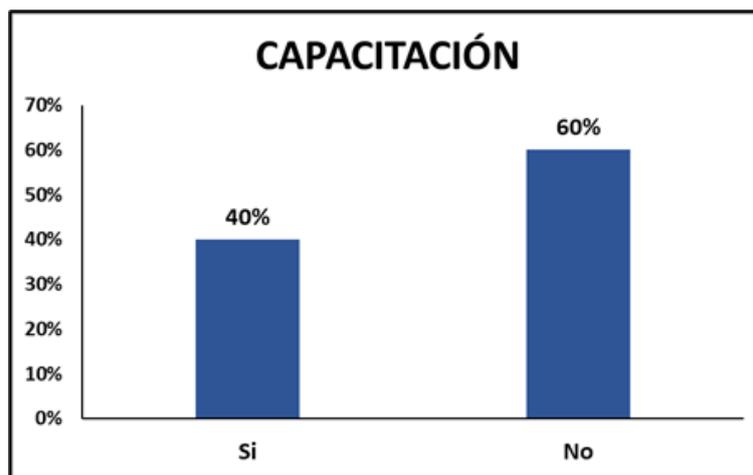


Figura 17: Productores que recibieron capacitación en el cultivo de café en el distrito de Pichanaqui, Chanchamayo, Perú

4.3.4. Fertilización

En la Figura 18 se muestra que la mayoría de los agricultores hacen uso de abonos orgánicos (98%) como guano isla y pulpa de café descompuesta, y un 42% de productores mencionó también hacer uso de fertilizantes químicos, porque solo con la cantidad de abono orgánico del que disponen no llegan a cubrir los requerimientos nutricionales de su cultivo y porque muchas veces no pueden conseguir tan fácilmente el guano de isla que es la principal fuente orgánica para su campo. Ellos se basan en los análisis de suelo que realizan, guiados por los extensionistas de las cooperativas o asociaciones a las que pertenecen.

La data censal del 2012 muestra que el 11.1% de productores/as a nivel nacional utilizan en sus cultivos una fertilización química, concentrándose mayormente en las regiones de la costa del país (INEI, 2014). Por otro lado, el uso de abonos orgánicos, es una alternativa para mejorar las condiciones edáficas, reducir la dependencia de fertilizantes químicos y ayuda a aumentar la productividad de los cultivos (López *et al.*, 2001). Figueroa (1990) menciona que el guano de isla contiene mayor porcentaje de nutrientes que otros fertilizante orgánicos, con un 12% de nitrógeno, 11% de fósforo y 2% de potasio, y tiene el potencial de mejorar las propiedades físicas del suelo. El uso de abonos como también de fertilizantes químicos, tienen el objetivo de proveer los nutrientes que la planta necesita. Según el IV Censo Nacional Agropecuario 2012 en la selva el 76.7% no aplica abonos orgánicos y un 19.9% usa poca cantidad, solamente el 3.3% emplea la cantidad suficiente, sin embargo a nivel del departamento de Junín una mayor cantidad de productores (23.8%) emplea la cantidad

suficiente de abonos orgánicos (INEI, 2014).

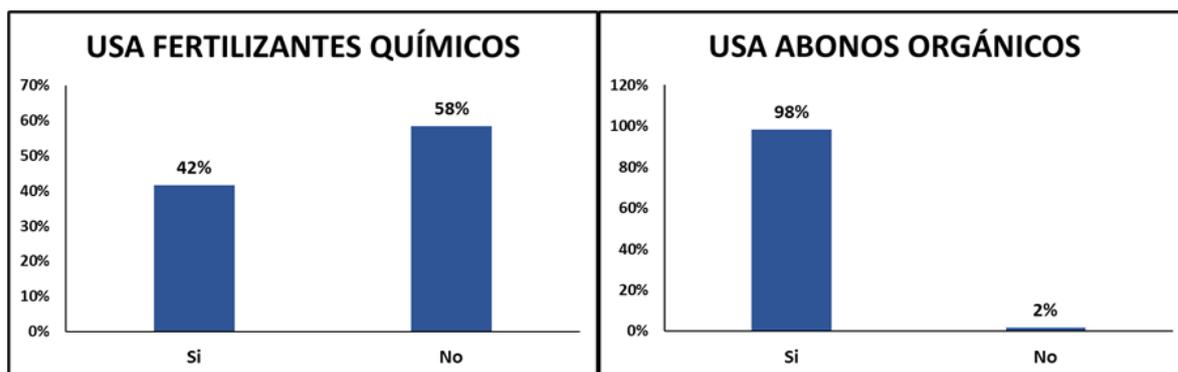


Figura 18: Uso de fertilizantes y abonos orgánicos en las fincas de los productores cafetaleros del distrito de Pichanaqui, Chanchamayo, Perú

4.4. CAMBIO CLIMÁTICO

4.4.1. Percepción del cambio climático

El cambio climático, particularmente aquellos cambios en temperatura y precipitación han incrementado no solo la presencia de plagas y enfermedades sino también el costo de su manejo (Nazir *et al.*, 2018). Para este caso, la mayoría de agricultores mencionan haber oído hablar del cambio climático lo cual se refuerza con el hecho de que la mayoría de ellos ha notado cambios en el clima de su zona (Figura 19). Esto podría indicar que los agricultores tienen un conjunto de saberes que le permiten predecir algunos fenómenos climáticos (Olivares *et al.*, 2012).

El 55% de agricultores han detectado que los cambios en el clima han sido más notorios los últimos 4 años (Figura 19). En diversas reuniones con agricultores de la zona, ellos han expresado que en los últimos años se siente más calor y que ha habido un incremento en la intensidad de las lluvias. Los datos meteorológicos recopilados de SENAMHI (Figura 4 y 5) confirman el sentir de los agricultores, pues se evidencia cambios en los patrones de precipitación, mayor precipitación anual acumulada y temperatura máxima. Esto podría sugerir que las fuertes precipitaciones causan acumulación de agua sobre el suelo, sin embargo, solo el 7% ha observado mayor encharcamiento en sus fincas (Figura 19). Marcelino y Sanchez (2021) mencionan que la infiltración del agua al suelo depende de

varios factores como la pendiente, textura de suelo y uso del suelo, entonces estos resultados pueden estar asociados a una siembra en pendientes inclinadas, suelos francos o cercana a especies arbóreas y arbustivas.

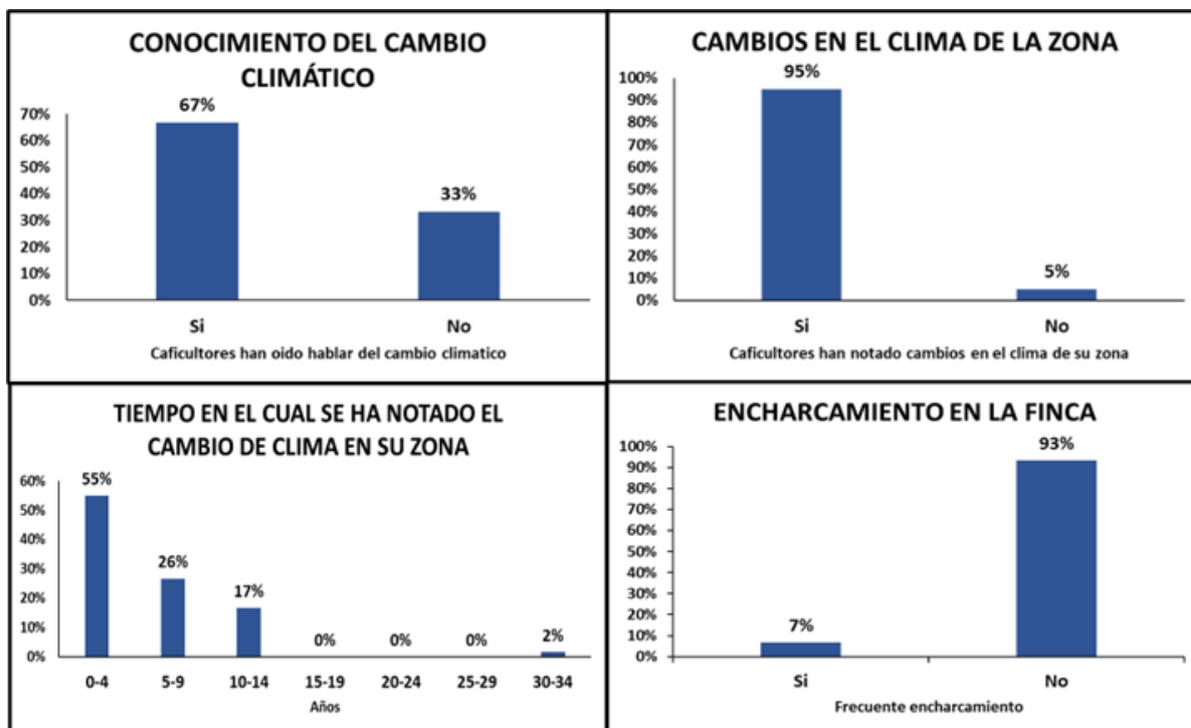


Figura 19: Percepción del cambio climático por parte de los caficultores en el distrito de Pichanaqui, Chanchamayo, Perú

Por otra parte, el 58% de los productores entrevistados han sentido un retraso en la temporada de lluvias, mientras que el 32% cree que se han adelantado, y los restantes creen que no ha variado. El 45% de los productores entrevistados manifiestan que las lluvias, generalmente, comenzaban en el mes de octubre; pero en los últimos años las precipitaciones comenzaron entre noviembre y diciembre, de acuerdo al 60% de los entrevistados (Figura 20). Esta tendencia es corroborada por SENAMHI (Figura 4). Además, los productores manifiestan un acortamiento en el periodo de lluvias (Figura 20). De acuerdo a SENAMHI, se observaron picos en las precipitaciones en el año 2019 durante los meses de octubre a febrero, mientras que en el año 2022 estos picos se observaron en los meses de diciembre a marzo y durante otros meses (mayo y septiembre) en los que no se registraron fuertes precipitaciones en años previos. De acuerdo con Regoto *et al.* (2021) tanto la temperatura como la precipitación modifican sus patrones con el cambio climático, trayendo consigo efectos negativos en

especies del trópico (Borjas *et al.*, 2019). Es importante hacer notar que el café tiene una relación directa con el clima donde crece y que en función de la variedad el café puede responder de forma diferente (Criollo *et al.*, 2019; Julca-Otiniano *et al.*, 2018), sugiriendo por tanto hacer más estudios sobre el potencial comportamiento del café en el mediano y largo plazo.

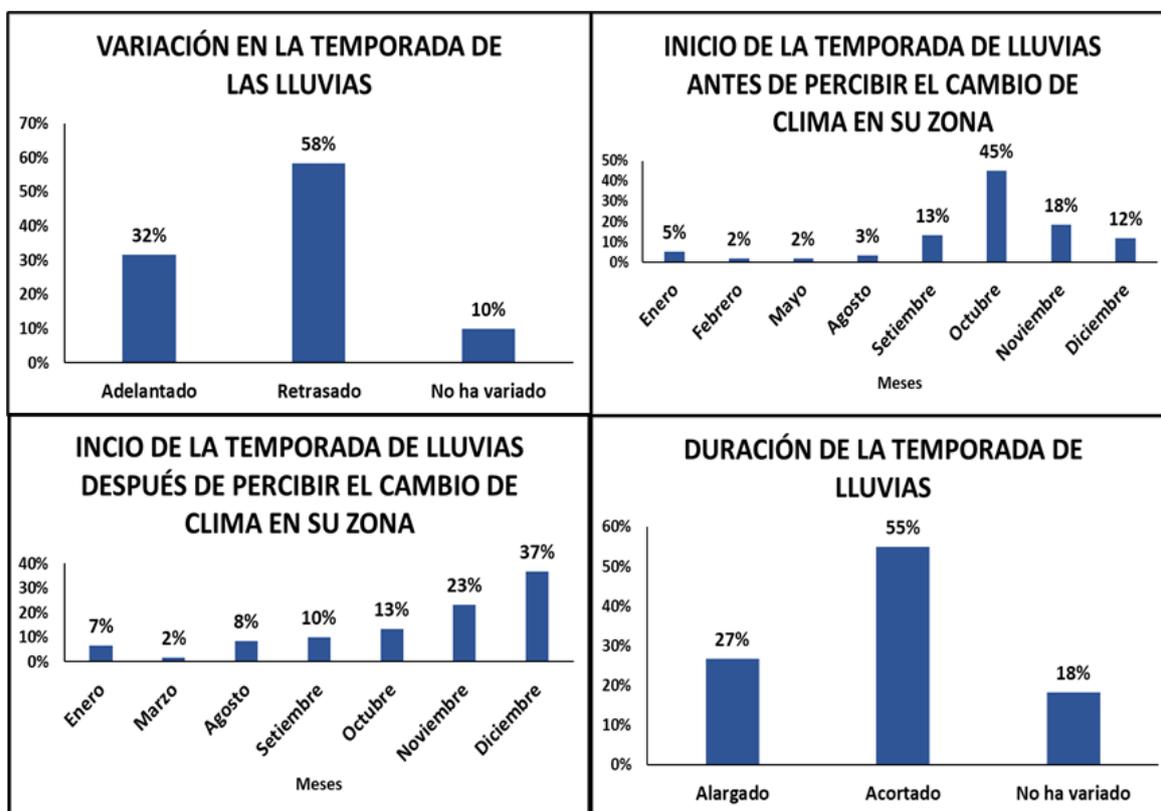


Figura 20: Percepción de los caficultores sobre la variación de la precipitación en el distrito de Pichanaqui, Chanchamayo, Perú

Respecto a la presencia de plagas y enfermedades, los agricultores manifiestan que el cambio climático ha incrementado la presencia de broca (*Hypothenemus hampei*), roya (*Hemileia vastatrix*) y ojo de gallo (*Mycena citricolor*) (Figura 21). La percepción del aumento de la broca del café coincide con otras investigaciones que demuestran una relación directa entre la temperatura y esta plaga (Kaimuddin *et al.*, 2021). De acuerdo con Tolessa y Gudisa (2021), un incremento en dos grados Celsius aumentaría la velocidad de desarrollo de esta plaga. Para el caso de la roya, Parada-Molina *et al.* (2020) reportan que un aumento de temperatura y precipitación incrementa la susceptibilidad y la incidencia de la roya.

En el caso de la cercospora (*Cercospora coffeicola*), los agricultores no han notado ningún cambio provocado por el cambio climático (Figura 21). Esto coincide con estudios que muestran una caída en la producción de cercosporina con el aumento de temperatura (Vale *et al.*, 2019).

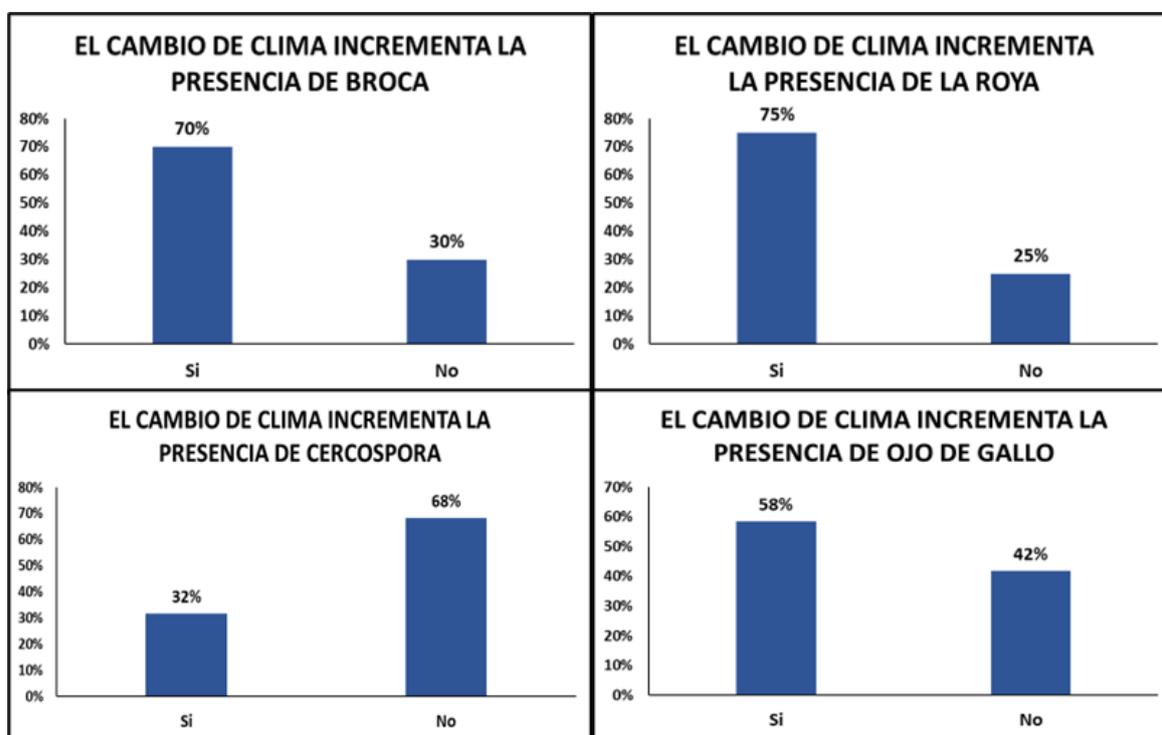


Figura 21: Percepción sobre la presencia de plagas y enfermedades en el café en el distrito de Pichanaqui, Chanchamayo, Perú

Respecto a la calidad en taza del café, los agricultores no saben si el cambio climático modifica el sabor de esta bebida ya que la mayoría de los productores solo comercializan su café en base a su calidad física. Mientras que, para el caso del impacto del cambio climático sobre el rendimiento, la mayoría de agricultores menciona que la variación del clima tiene un efecto negativo sobre el rendimiento (Figura 22). Esto está asociado a un incremento de plagas y enfermedades, así como ciertas condiciones de estrés mencionadas anteriormente que afectan los rendimientos y la calidad de los granos de café (Kimemia, 2014).

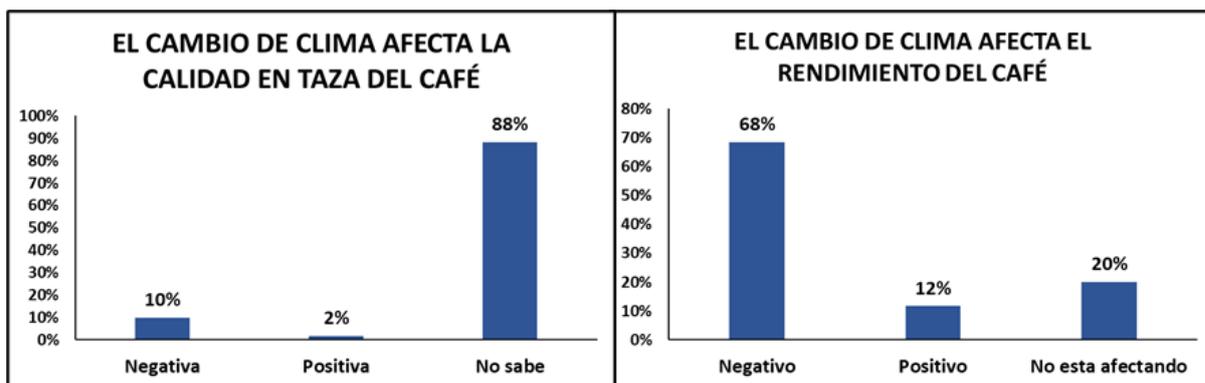


Figura 22: Percepción del impacto del cambio climático sobre la calidad y rendimiento del café en el distrito de Pichanaqui, Chanchamayo, Perú

4.4.2. Adaptación al cambio climático

A pesar que solo el 5% ha recibido capacitación técnica para enfrentar al cambio climático, los productores han adoptado algunas prácticas. De acuerdo con Venancio *et al.* (2020) una de las formas de adaptarse al cambio climático es tener árboles de sombra que atenúa el efecto de los climas extremos y es capaz de albergar enemigos naturales de algunas plagas importantes. En este estudio el 87% de productores tiene árboles de sombra en sus fincas; sin embargo, en su mayoría, no realizan el manejo de la sombra, lo cual podría traer efectos detrimentales en la producción de café (Figura 23). La sombra en el café tiene efectos a nivel fisiológicos y morfológicos en el café (Ayalew, 2018).

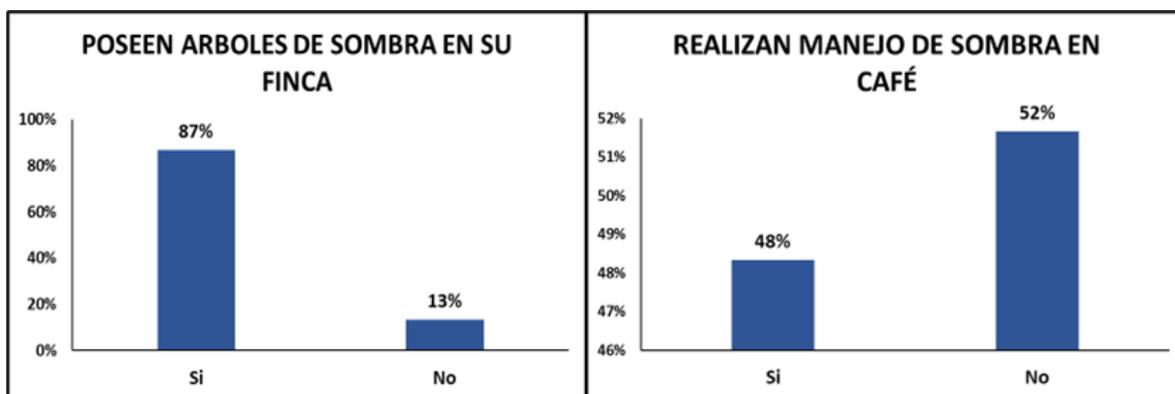


Figura 23: Manejo de sombra como adaptación al cambio climático en las fincas cafetaleras en el distrito de Pichanaqui, Chanchamayo, Perú

Respecto al cultivo de variedades resistentes a la sequía, la mayoría de los productores menciona no tener conocimiento si las variedades que poseen son resistentes o no (Figura

24). Esto muestra un alto grado de desinformación a pesar que existen algunos autores que refieren la existencia de materiales genéticos del café con cierta resistencia a la escasez de agua (Touekti *et al.*, 2018).

Una de las funciones de la materia orgánica es mejorar la retención de agua en el suelo (Grand y Michel, 2020), por tanto, su uso es clave cuando se busca que los cafetales no sufran un gran estrés por la falta de agua. En este estudio, el 98% de agricultores usa materia orgánica (Figura 24).

En cuanto a la siembra usando curvas de nivel, solo el 50% dice usar esta técnica (Figura 24). Uno de los objetivos de hacer esta práctica es evitar/disminuir la erosión del suelo (Guzmán, 2012), disminuyendo a su vez la pérdida de agua.

La asociación de cultivos es una práctica importante ya que aumenta la oferta del productor y ofrece resistencia al cambio climático, ya que no todos presentan la misma susceptibilidad a fenómenos como sequía e inundación (Isaza y Cornejo, 2014). En este estudio el 59% de agricultores posee más que solo café en sus fincas (Figura 24).

Respecto a la capacitación sobre cambio climático, es decir los efectos y las formas de adaptación, los agricultores manifiestan no haber recibido capacitación sobre el tema (Figura 24). Es urgente, diseminar la mayor información posible sobre este fenómeno climático de forma que el agricultor esté preparado para enfrentarlo satisfactoriamente.

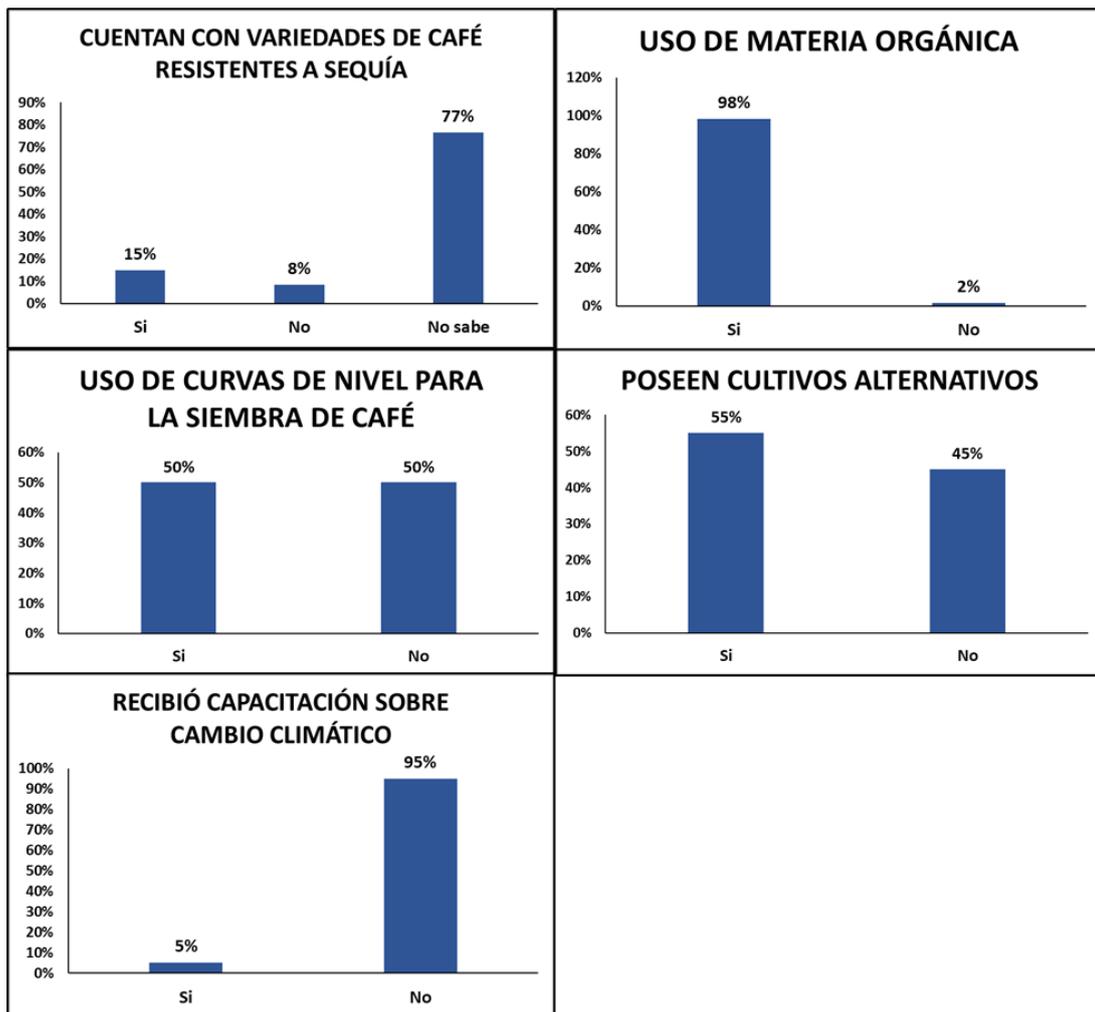


Figura 24: Estrategias de adaptación al cambio climático en el distrito de Pichanaqui, Chanchamayo, Perú

V. CONCLUSIONES

- La mayoría de productores mencionan haber oído alguna vez del cambio climático y han notado cambios en su zona en los últimos 14 años, como en la estacionalidad de la temporada de lluvias e incremento de plagas y enfermedades.
- A pesar que solo el 5% ha recibido capacitación técnica para enfrentar al cambio climático, los productores han adoptado prácticas como los sistemas agroforestales (87%), aplicación de materia orgánica (98%) y siembra en curvas de nivel (50%).

VI. RECOMENDACIONES

- Usar la información obtenida en el presente trabajo como una línea base para realizar proyectos a futuro y sobre todo más investigación sobre las medidas de adaptación de la agricultura tropical, que busquen dar posibles soluciones a las limitaciones que tiene cada finca productora.
- A las Universidades e Institutos de la Región Junín, recomiendo contribuir con la formación de profesionales conocedores en la producción, manejo del cultivo, comercio exterior y medio ambiente, ligados a la cadena de valor del cultivo de café.
- A los mismos productores cafetaleros del distrito de Pichanaqui, que tomen conciencia sobre el impacto que genera el cambio climático en la producción de su cultivo, que se capaciten constantemente, lo cual se verá reflejado en la obtención de un producto de mayor calidad y la obtención de mejores precios.
- Se recomienda a las instituciones del estado como el Ministerio de Agricultura y Riego y El Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria contribuir brindando semillas de calidad de café que presenten características como mayor producción, resistencia de las plagas a enfermedades, estrés hídrico, etc. así como las capacitaciones pertinentes para el adecuado manejo agronómico de estas semillas.
- Al Ministerio de Agricultura y Riego y Ministerio del Medio Ambiente, se recomienda tomar las acciones pertinentes que contribuyan a superar y mitigar los efectos de las variaciones en la tendencia de las lluvias y altas temperaturas en el cultivo del café en la región Junín.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Acuña, O.M. (2014). Estudio comparativo de la aplicación de cuatro fungicidas para completar las medidas culturales en el manejo integrado de *Rosellinia bunodes* del café en Satipo (Tesis de Grado). Universidad Nacional del Centro del Perú. <http://hdl.handle.net/20.500.12894/1893>
- Aime, M.C., McTaggart, A.R., Mondo, S.J., & Duplessis, S. (2017). Phylogenetics and Phylogenomics of Rust Fungi. *Advances in Genetics*, 267–307. doi:10.1016/bs.adgen.2017.09.011
- Akinpelu, A., Oluyole, K., Ugwu, Ch. y Alli, M. (2021). Determinants of Coffee Marketing among Smallholder Coffee Farmers in Kogi State, Nigeria. *Asian Journal of Agricultural and Horticultural Research*, 8(3), 13-18. Recuperado de <http://eprints.asianrepository.com/id/eprint/3956/1/172-Article%20Text-309-1-10-20220920.pdf>
- Alvarado, M. y Rojas, G. (2007). *El cultivo y beneficiado del café*. Costa Rica: Editorial Universidad Estatal a Distancia. Recuperado de https://books.google.com.pe/books?id=15qrSG-5114C&printsec=frontcover&hl=es&rview=1&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Arneson, P. (2011). Coffee rust. *The Plant Health Instructor*. doi: 10.1094/PHI-I-2000-0718-02
- Arcila, J., Farfán, F., Moreno, A., Salazar, L. & Hincapié, E. (2007). Sistemas de producción de café en Colombia. Colombia: Cenicafé. Recuperado de http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2017/12/Sistemas-producci%C3%B3n-caf%C3%A9-Colombia_.pdf
- Arteaga, L. y Efrén, J. (2018). Effects of climate change: A look to Agriculture. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 35(2): 79-91. <https://doi.org/10.22267/rcia.183502.93>
- Ayalew, B. (2018). Impact of shade on morpho-physiological characteristics of coffee plants, their pests and diseases: A review. *African Journal of Agricultural*, 13(39), 2016-2024. Recuperado de <https://academicjournals.org/journal/AJAR/article-full-text/FCE1F1F58653>

- Banco Central de Reserva del Perú (BCRP). (31 de diciembre del 2021). MEMORIA 2021. Recuperado de <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Memoria/2021/memoria-bcrp-2021.pdf>
- Barrezueta, S. y Chabla, J. (2017). Características sociales y económicas de la producción de cacao en la provincia El Oro, Ecuador. La Técnica. *Revista de las Agrociencias*, 25-34. http://dx.doi.org/10.33936/la_tecnica.v0i0.952
- Bashi, M. (2021). Caracterización tecnico-económica de sistemas agroforestales de café (*Coffea arabica* L.) en fundos cafetaleros de dos microcuencas de Pichanaqui, Junín-Perú (Tesis de Grado). Universidad Nacional Agraria La Molina. Recuperado de <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/5359/bashi-pizarro-maria-steffanny.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bedoya, E., Aramburú, C., & Burneo, Z. (2017). Una agricultura insostenible y la crisis del barbecho: el caso de los agricultores del valle de los ríos Apurímac y Ene, VRAE. *Anthropologica*, 35(38), 211-240. <http://doi.org/10.18800/anthropologica.201701.008>
- Borjas, R., Mendoza, V. y Julca, A. (2019). Effect of water stress and temperature increase on productive, physiological and biochemical variables of “cacao” *Theobroma cacao* L. *Revista Arnaldo*, 26 (1), 287-296. Recuperado de <http://www.scielo.org.pe/pdf/arnal/v26n1/a12v26n1.pdf>
- Brumer, A. (2004). Gênero e agricultura: A situação da mulher na agricultura do Rio Grande do Sul. *Revista Estudos Feministas*, 12(1), 360. Recuperado de <https://www.scielo.br/j/ref/a/vz3j55w5HN95Kj5QQkqFCR/?format=pdf&lang=pt>
- Bunn, C., Läderach, P., Ovalle Rivera, O., & Kirschke, D. (2015). A bitter cup: climate change profile of global production of Arabica and Robusta coffee. *Climatic Change*, 129(1), 89-101. <https://doi.org/10.1007/s10584-014-1306-x>
- Bustillo, A. (2006). Una revisión sobre la broca del café, *Hypotenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae), en Colombia. *Revista Colombiana de Entomología*, 32(2), 101-116. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/276057928_Una_revisión_de_la_broca_d_el_cafe_Hypotenemus_hampeii_Coleoptera_Curculionidae_Scolytinae_en_Colombia#fullTextFileContent
- Butt, M. & Sultan, M. (2011). Coffee and its consumption: benefits and risks. *Critical reviews in food science and nutrition*, 51(4), 363-373.

- Centre for Agricultural Bioscience International (CABI). (2022). *Hemileia vastatrix* (coffee leaf rust). *CABI Compendium*. doi: 10.1079/cabicompendium.26865.
- Cabrera, J. (2023). Asociatividad agrícola. Unidad de agronegocios y acceso al mercado. Recuperado de <https://www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/especiales/cursosagroexportaciones/Asociatividad.pdf>
- Camargo, M. (2010). The impact of climatic variability and climate change on arabic coffee crop in Brazil. *Bragantia*, 69, 239-247. <https://doi.org/10.1590/S0006-87052010000100030>
- Campuzano-Duque, L.F., Herrera, J.C., Ged, C., & Blair, M.W. (2021). Bases for the establishment of robusta coffee (*Coffea canephora*) as a new crop for Colombia. *Agronomy*, 11(12), 2550. <https://doi.org/10.3390/agronomy11122550>
- Carvalho, L., Alves, P y Bianco, S. (2013). Sourgrass densities affecting the initial growth and macronutrient content of coffee plants. *Planta Daninha*, 31(1), 109-115. Recuperado de <https://www.scielo.br/j/pd/a/vxQhtXzwXPbrvbXwVx3WsXG/?format=pdf&lang=en>
- Carvalho, A., Ferweda, F., Frahm-Leliveld, J., Medina, D., Mendes, D. & Monaco, L. (1969). The breeding of arabica coffee. Outlines of perennial crop breeding in the tropics. *Misc. Pap. Agric. Univ. Wageningen*, 4, 198-216.
- Cassamo, C.T., Draper, D., Romeiras, M.M., Marques, I., Chiulele, R., Rodrigues, M., ... & Ramalho, J.C. (2023). Impact of climate changes in the suitable areas for *Coffea arabica* L. production in Mozambique: Agroforestry as an alternative management system to strengthen crop sustainability. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 346, 108341. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2022.108341>
- Castro, V., Alvarado, L., Borjas, R. y Julca, A. (2019). Comunidad de malezas asociadas al cultivo de *Coffea arábica* (Rubiaceae) en la selva central del Perú. *Revista Arnaldoa* 26 (3), 977-990. DOI:10.22497/arnaldoa.263.26308
- Cazco, K. (2015). Efectos del tipo de sombra en la escorrentía y erosión en el sistema agroforestal café en la microcuenca Santa Inés, Honduras (Tesis de Grado). Escuela Agrícola Panamericana. Recuperado de <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/6f2694b3-786b-4d39-8ca6-c7549e171cd0/content>

- Cenicafé. (2011). *Ojo de gallo o gotera del cafeto Omphalia flavida*. Colombia: Centro Nacional de Investigación de Café (CENICAFE).
- Centre for the Promotion of Imports from developing countries (CBI). (16 de septiembre, 2020). Entering the European market for organic coffee. Recuperado de <https://www.cbi.eu/sites/default/files/pdf/research/1481.pdf>
- Chain-Guadarrama, A., Martínez-Salinas, A., Aristizábal, N., & Ricketts, T.H. (2019). Ecosystem services by birds and bees to coffee in a changing climate: A review of coffee berry borer control and pollination. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 280, 53-67. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2019.04.011>
- Chavarri, A. (2023). Miercoles del Exportador. Control Union Certifications. Recuperado de <http://export.promperu.gob.pe/Miercoles/Portal/MME/descargar.aspx?archivo=61D03D18-92EF-48CF-BFBA-45AB6F02D233.PDF>
- Clarindo, W.R. & Carvalho, C.R. (2008). First *Coffea arabica* karyogram showing that this species is a true allotetraploid. *Plant Systematics and Evolution*, 274, 237-241. <https://doi.org/10.1007/s00606-008-0050-y>
- Colonia, L. (2012). Guía Técnica “Manejo integrado de plagas en el cultivo de café”. Perú: Extensión y proyección social UNALM. Recuperado de <https://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/011-k-cafe.pdf>
- Criollo, H., Muñoz, J., Checa, J. y Noguera, W. (2019). Initial growth of coffee (*Coffea arabica* L. var Castillo) in the coffee zone of Nariño. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 36(2), 124-137. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/rcia/v36nspe/2256-2273-rcia-36-spe-124.pdf>
- Crippa, M., Solazzo, E., Guizzardi, D., Monforti-Ferrario, F., Tubiello, F.N., & Leip, A.J. N.F. (2021). Food systems are responsible for a third of global anthropogenic GHG emissions. *Nature Food*, 2(3), 198-209. <https://doi.org/10.1038/s43016-021-00225-9>
- DaMatta, F.M., Ronchi, C.P., Maestri, M., & Barros, R.S. (2010). Coffee: environment and crop physiology. *Ecophysiology of tropical tree crops*, 3, 181-216.
- De Ingunza, M. (1966). La broca del café (*Hypothenemus hampei*): Importancia, distribución geográfica, forma de ataque y especie de cafeto que ataca, la influencia de la altitud sobre el nivel del mar sobre el grado de ataque. *Revista Peruana de Entomología*, 9(1), 82-93. Recuperado de <https://revperuentomol.com.pe/index.php/rev-peruentomol/article/view/425/398>

- Descroix, F., & Snoeck, J. (2009). Environmental factors suitable for coffee cultivation. *Coffee: growing, processing, sustainable production. A guidebook for growers, processors, traders and researchers*, 168-181.
- Díaz, C. y Willems, M. (2017). Línea de base del sector de café en el Perú. Perú: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Recuperado de <https://www.undp.org/es/peru/publications/1%C3%ADnea-de-base-del-sector-caf%C3%A9-en-el-per%C3%BA>
- Doria, J. (2010). Generalidades sobre las semillas: Su producción, conservación y almacenamiento. *Revista Cultivos Tropicales*, 31(1), 74-85. Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362010000100011
- Dorrego, A. (2015). Las mujeres en la agricultura familiar. *Leisa revista de agroecología*, 31(4), 1-4. Recuperado de <https://www.leisa-al.org/web/images/stories/revistapdf/vol31n4.pdf>
- Du, Y., Lv, Y., Zha, W., Hong, X., & Luo, Q. (2020). Effect of coffee consumption on dyslipidemia: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 30(12), 2159-2170.
- Ecuador Forestal. (2023). Ficha técnica N° 11. Pino. Recuperado de <http://www.ecuadorforestal.org/download/contenido/pino.pdf>
- El Peruano. (2013). Norma para la producción y comercio de semillas plantones de café de la clase no certificada. Normas legales. Recuperado de <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/3157011/9.%20Norma%20para%20producci%C3%B3n%20y%20comercializaci%C3%B3n%20de%20semillas%20y%20plantones%20de%20Caf%C3%A9%20de%20la%20clase%20no%20Certificada%20pdf.pdf>
- EPPO. (2023a). *Mycena citricolor* (MYCECI). EPPO Global Database. Recuperado de <https://gd.eppo.int/taxon/MYCECI>
- EPPO. (2023b). *Dematophora bunodes* (ROSLBU). EPPO Global Database. Recuperado de <https://gd.eppo.int/taxon/ROSLBU>
- Etana, B., Atickem, A., Tsegaye, D., Bekele, A., De Beenhouwer, M., Hundera, K., ... & Stenseth, N.C. (2021). Traditional shade coffee forest systems act as refuges for medium-and large-sized mammals as natural forest dwindles in Ethiopia. *Biological conservation*, 260, 109219. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2021.109219>
- Farah, A. & Ferreira dos Santos, T. (2015). The Coffee Plant and Beans. *Coffee in Health and Disease Prevention*, 5–10. doi:10.1016/b978-0-12-409517-5.00001-2

- Farfán, F. (2014). Agroforestería y sistemas agroforestales con café. Colombia: Cenicafé. Recuperado de https://www.cenicafe.org/es/publications/Agroforester%C3%ADa_y_sistemas_agroforestales_con_caf%C3%A9.pdf
- Fernandes, F.L., Picanço, M.C., Campos, S.O., Bastos, C.S., Chediak, M., Guedes, R.N.C., & Da Silva, R.S. (2011). Economic injury level for the coffee berry borer (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) using attractive traps in Brazilian coffee fields. *Journal of Economic Entomology*, 104(6), 1909-1917. <https://doi.org/10.1603/EC11032>
- Figuroa, R. (1990). *Caficultura en el Perú*. Perú: Editorial Fiessa.
- Figuroa-Hernández, E., Pérez Soto, F. y Godínez Montoya, L. (2015a). Importancia de la comercialización del café en México. En Pérez-Soto, F.; Figuroa-Hernández, E. y Godínez-Montoya, L. (Ed.), *Ciencias Sociales: Economía y Humanidades* (p. 64-82). <http://hdl.handle.net/20.500.11799/41277>
- Figuroa-Hernández, E., Pérez Soto, F., y Godínez Montoya, L. (2015b). La producción y el consumo del café. España: ECORFAN. Recuperado de https://www.ecorfan.org/spain/libros/LIBRO_CAFE.pdf
- Forero, E.L., Hernández, Y.T., & Zafra, C.A. (2014). Percepción latinoamericana de cambio climático: metodologías, herramientas y estrategias de adaptación en comunidades locales. Una revisión. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 17(1), 73-85. Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-42262014000100009
- Gavilánez, J. (2020). Manejo integrado de la Broca del café (*Hypothenemus hampei*), en la Hacienda tres Hermanos, Cantón Ventanas Provincia de los Ríos (Tesis de Grado). Universidad Técnica de Babahoyo. Recuperado de <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/7969/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON000214.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gestión. (2022). Perú lidera la producción mundial de café orgánico. *Gestión*. Recuperado de <https://gestion.pe/economia/peru-lidera-produccion-mundial-de-cafe-organico-y-al-cierre-del-ano-exportaciones-llegarian-a-us-1200-millones-rmmn-noticia/>
- Gichuru, E., Alwora, G., Gimase, J. y Kathurima, C. (2021). Coffee Leaf Rust (*Hemileia vastatrix*) in Kenya—A Review. *Revista Agronomy*, 11, 2590. Recuperado de <https://www.mdpi.com/2073-4395/11/12/2590>

- González, M., Murillo, R., Virginio, E. y Ávila, C. (2017). Influencia de factores biofísicos y de manejo en el crecimiento de *Cedrela odorata* L. en asocio con café en Pérez Zeledón, Costa Rica. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 15(36), 46-58. Recuperado de <https://revistas.tec.ac.cr/index.php/kuru/article/view/3420/3117>
- Grand, A. y Michel, V. (2020). Materia orgánica del suelo. Recuperado de <https://orgprints.org/id/eprint/43417/7/MATERIA%20ORGA%CC%81NICA%20DEL%20SUELO.pdf>
- Guerrero-Carrera, J., Jaramillo-Villanueva, J.L., Mora-Rivera, J., Bustamante-González, Á., Vargas-López, S., y Chulim-Estrella, N. (2020). Impact of climate change on coffee production. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 23(3), 1850–1858. Recuperado de <https://www.revista.ccba.uady.mx/ojs/index.php/TSA/article/view/3288/1462>
- Guzmán, G. (2012). Conservación de suelos: Como trazar curvas a nivel. Costa Rica: Ministerio de Agricultura y Ganadería. Recuperado de <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/AV-1226.pdf>
- Haller, A. (2017). Los impactos del crecimiento urbano en los campesinos andinos. Un estudio de percepción en la zona rural-urbana de Huancayo, Perú. *Espacio y Desarrollo*, (29), 37-56. <https://doi.org/10.18800/espacioydesarrollo.201701.002>
- Harvey, C.A., Pritts, A.A., Zwetsloot, M.J., Jansen, K., Pulleman, M.M., Armbrrecht, I., ... & Valencia, V. (2021). Transformation of coffee-growing landscapes across Latin America. A review. *Agronomy for sustainable development*, 41(5), 62. <https://doi.org/10.1007/s13593-021-00712-0>
- Hernández-Castán, J., y Tapia-Hervert Calderón, G. (2023). Perception of climate change effects and adaptability practices of the coffee growers from Puebla, México. *Revista Bio Ciencias*, 10, e1419. <https://doi.org/10.15741/revbio.10.e1419>
- Hidalgo, C. & Guaman, K. (2020). Evaluar la efectividad de atrayentes colocados en trampas artesanales para el control de la broca (*hypothenemus hampei*) en el cultivo de café especies robusta y arabica en el Cipca. Puyo, Pastaza, Ecuador (Tesis de Grado). Universidad Estatal Amazónica. Recuperado de <http://201.159.223.17/bitstream/123456789/621/1/T.AGROP.B.UEA.1141>
- Hunt, D.A., Tabor, K., Hewson, J.H., Wood, M.A., Reymondin, L., Koenig, K., ... & Follett, F. (2020). Review of remote sensing methods to map coffee production systems. *Remote Sensing*, 12(12), 2041.

- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2014). Características socioeconómicas del productor agropecuario en el Perú. IV Censo Nacional Agropecuario 2012. Recuperado de https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1177/libro.pdf
- Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). (2023). Reglamento de la Ley General de Semillas. Perú: Programa Especial de la Autoridad en Semillas. Recuperado de <https://www.inia.gob.pe/wp-content/uploads/LegislacionSemillas/REGLAMENTODELALEYDESEMILLAS.pdf>
- International Coffee Organization (ICO). (2022). Coffee Market Report – October 2022. Recuperado de <https://www.ico.org/documents/cy2022-23/cmr-1022-e.pdf>
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2022). Global Warming of 1.5°C: IPCC Special Report on Impacts of Global Warming of 1.5°C above Pre-industrial Levels in Context of Strengthening Response to Climate Change, Sustainable Development, and Efforts to Eradicate Poverty. Cambridge: Cambridge University Press. doi:10.1017/9781009157940
- Isaza, C. y Cornejo, J. (2014). Cambio climático y su impacto en el cultivo del café. *Solidaridad Network*. Recuperado de <http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2016/10/CambioClimaticoYCafe.pdf>
- Jackson, G. (2020). Coffee brown-eye spot (142). *Pacific Pests, Pathogens & Weeds*. Recuperado de https://apps.lucidcentral.org/ppp_v9/pdf/web_full/coffee_browneye_spot_142.pdf
- Jezeer, R.E. & Verweij, P.A. (2015). Café en Sistema Agroforestal - doble dividendo para la biodiversidad y los pequeños agricultores en Perú. Holanda: Hivos. <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.1.1393.2405>
- Jha, S., Bacon, C.M., Philpott, S.M., Rice, R.A., Méndez, V.E., & Läderach, P. (2011). A review of ecosystem services, farmer livelihoods, and value chains in shade coffee agroecosystems. *Integrating agriculture, conservation and ecotourism: examples from the field*, 141-208. doi:10.1007/978-94-007-1309-3_4
- Julca, A., Alarcón, G., Alvarado, L., Borjas, R. y Castro, V. (2018). Comportamiento de tres cultivares de café (Catimor, Colombia y Costa Rica 95) en el valle de El Perené, Junín, Perú. *Chilean Journal of Agricultural & Animal Science*, 34(3), 205-215.

- Recuperado de <https://www.scielo.cl/pdf/chjaasc/v34n3/0719-3890-chjaasc-00504.pdf>
- Julca, A., Carhuallanqui, R., Julca, N., Bello, S., Crespo, R., Echevarría, C. y Borjas, R. (2010). Efecto de la sombra y la fertilización sobre las principales plagas del café var. “Catimor” en Villa Rica (Pasco, Perú). Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina, Dpto. Fitotecnia. Recuperado de <http://www.lamolina.edu.pe/agronomia/modelo/doc/publicaciones/fitotecnia/julca/EfectoFencafe.pdf>
- Julca, A., Echevarría, C., Ladera, Y., Borjas, R., Cruz, R., Bello, S. y Crespo, R. (2023). Una revisión sobre la roya del café (*Hemileia vastatrix*) algunas experiencias y recomendaciones para el Perú. *Revista Agro Enfoque, Sanidad Vegetal*. Recuperado de http://repebis.upch.edu.pe/articulos/agro_enfoque/v28n189/a1.pdf
- Junta Nacional del Café (JNC). (7 de febrero, 2020a). Exportación de café peruano disminuyó 7.5% en valor y 11.5% en volumen en 2019. Recuperado de <https://juntadelcafe.org.pe/exportacion-de-cafe-peruano-disminuyo-7-5-en-valor-y-11-5-en-volumen-en-2019/>
- Junta Nacional del Café (JNC). (septiembre, 2020b). Café de Perú. Fórum Café, 82. Recuperado de <https://juntadelcafe.org.pe/wp-content/uploads/2020/09/Elcafe%CC%81dePru%CC%81.pdf>
- Junta Nacional del Café (JNC). (2022). Perú lidera la producción mundial de café orgánico. Recuperado de <https://juntadelcafe.org.pe/peru-lidera-produccion-mundial-de-cafe-organico%EF%BF%BC/>
- Kaimuddin, M., Mustari, K., Ridwan, I., Natasya, F., Yassi, A. y Bahrún, A. (2021). Effect of climatic factors on the level of Coffee berry borer (*Hypothenemus hampei* Ferr) attack on smallholder coffee plantation in Tana Toraja Regency. *Earth and Environmental Science*, 807(4), 042049. DOI 10.1088/1755-1315/807/4/042049
- Kasterine, A., Scholer, M., & Hilten, J.H. (2010). Climate Change and the Coffee Industry, Abstract for trade information services. International Trade Centre, Palais des Nations, 1211.
- Kath, J., Byrareddy, V. M., Craparo, A., Nguyen-Huy, T., Mushtaq, S., Cao, L., & Bossolasco, L. (2020). Not so robust: Robusta coffee production is highly sensitive to temperature. *Global change biology*, 26(6), 3677-3688. <https://doi.org/10.1111/gcb.15097>

- Kimemia, J. (2014). Climate change and its mitigation in sustainable coffee production. Kenia: Coffee research institute. Recuperado de <https://www.kalro.org/sites/default/files/2016-Coffee-Climate-change-and-its-mitigation-in-sustainable-coffee-KIMEMIA.pdf>
- Labouisse, J.P., Bellachew, B., Kotecha, S., & Bertrand, B. (2008). Current status of coffee (*Coffea arabica* L.) genetic resources in Ethiopia: implications for conservation. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 55, 1079-1093. <https://doi.org/10.1007/s10722-008-9361-7>
- Leiva-Espinoza, S., Román, A. y Rubio, K. (2017). Caracterización socioeconómica de la producción cafetalera en la provincia de Rodríguez de Mendoza (Amazonas, Perú). *Revista de Investigación de Agroproducción Sustentable*, 1(3) 59-67. https://pdfs.semanticscholar.org/c301/4dae7b436b0b6065c60ea7538586c029b6ff.pdf?_ga=2.196626156.1309622523.1660241488-1050477560.1660241488
- López, J., Diaz, A., Martinez, E. y Valdez, R. (2001). Abonos orgánicos y su efecto en propiedades físicas y químicas del suelo y rendimiento en maíz. *Terra Latinoamericana*, 9(14), 293-299. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/573/57319401.pdf>
- Magrath, A., & Ghazoul, J. (2015). Climate and pest-driven geographic shifts in global coffee production: Implications for forest cover, biodiversity and carbon storage. *PloS one*, 10(7), e0133071. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0133071>
- Marcelino, E.A., & Sanchez, O.R. (2021). Identificación del Potencial de Recarga Hídrica en La Microcuena Samincheni, Pichanaqui – Perú. *BIOTECH AND ENGINEERING*, 1(02). <https://doi.org/10.52248/eb.Vol1Iss02.11>
- Martin, C.B., Wambogo, E.A., Ahluwalia, N., & Ogden, C.L. (2020). Nonalcoholic beverage consumption among adults: United States, 2015–2018.
- Mbwambo, S.G., Mourice, S.K., & Tarimo, A.J. (2021). Climate change perceptions by smallholder coffee farmers in the northern and southern highlands of Tanzania. *Climate*, 9(6), 90. <https://doi.org/10.3390/cli9060090>
- Melke, A., & Fetene, M. (2014). Eco-physiological basis of drought stress in coffee (*Coffea arabica*, L.) in Ethiopia. *Theoretical and Experimental Plant Physiology*, 26, 225-239. <https://doi.org/10.1007/s40626-014-0022-2>
- Ministerio de Desarrollo Agrario (MIDAGRI). (2018). Plan Nacional de Acción del Café Peruano 2018 - 2030. Perú: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo

- (PNUD). Recuperado de <https://www.undp.org/es/peru/publications/plan-nacional-de-acci%C3%B3n-del-caf%C3%A9-peruano-2018-2030>
- Ministerio de Desarrollo Agrario (MIDAGRI). (2022). Reporte Estadístico - Café 2021. Recuperado de <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/3203515/REPORTE%20ESTAD%C3%8DSTICO%20CAFE%202021%20DICIEMBRE.pdf>
- Ministerio de Desarrollo Agrario (MIDAGRI). (2023). Situación de los factores de producción. Gestión Participativa. Recuperado de [https://gestionparticipativa.pe.iica.int/Procesos/Marco-Orientador-Cultivos/Presentacion/Contexto/Situacion-de-los-factores-de-produccion.aspx#:~:text=En%20la%20campa%C3%B1a%202019%2D2020,\(5%2C1%25\)%20principalmente.](https://gestionparticipativa.pe.iica.int/Procesos/Marco-Orientador-Cultivos/Presentacion/Contexto/Situacion-de-los-factores-de-produccion.aspx#:~:text=En%20la%20campa%C3%B1a%202019%2D2020,(5%2C1%25)%20principalmente.)
- Murillo, O. y Badilla, Y. (2022). Árboles maderables como sombra de café. Investiga TEC. Recuperado de https://revistas.tec.ac.cr/index.php/investiga_tec/article/download/6383/6129
- Nazir, N., Bilal, S., Bhat, K., Shah, T., Badri, Z., Bhat, F., Wani, T., Mugal, M., Parveen, S. y Dorjey S. (2018). Effect of Climate Change on Plant Diseases. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7(6), 2319-7706. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2018.706.030>
- Ninh, L. (2021). Economic role of education in agriculture: evidence from rural Vietnam. *Journal of Economics and Development*, 23(1), 47-58. Recuperado de <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JED-05-2020-0052/full/pdf>
- Nurmet, M. y Olmet, R. (2020). Economic viability by farm size of estonian family farms. *Problemas de economía agrícola*, 1(362), 14-28. Recuperado de <https://depot.ceon.pl/bitstream/handle/123456789/18999/ECONOMIC%20VIABILITY%20BY.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Olivares, B., Sindoni, M., Valderrama, J. y Aray, J. (2012). Valorización del conocimiento local y ancestral mediante la percepción del clima en comunidades agrícolas indígenas del sur de Anzoátegui. *Revista Científica UDO Agrícola*, 12(2), 407-417. https://www.researchgate.net/publication/259953410_Valorizacion_del_conocimiento_local_y_ancestral_mediante_la_percepcion_del_clima_en_comunidades_agricolas_indigenas_del_sur_de_Anzoategui
- Parada, P., Cerdán, C., Ortiz, G., Barradas, V. y Cervantes, J. (2020). *Hemileia vastatrix*: una prospección ante el cambio climático. Ecosistemas y Recursos. *Agropecuarios*,

- 7(3), e 2507. Recuperado de <https://www.scielo.org.mx/pdf/era/v7n3/2007-901X-era-7-03-e2507.pdf>
- Perea, J. (2010). El café orgánico, una ventaja competitiva para los productores cafetaleros del estado de Veracruz. *Revista Investigación Administrativa*, 105, 23-39. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/4560/456045211002.pdf>
- Perfecto, I., Jiménez-Soto, M.E., & Vandermeer, J. (2019). Coffee landscapes shaping the Anthropocene: forced simplification on a complex agroecological landscape. *Current Anthropology*, 60(S20), S236-S250. <https://doi.org/10.1086/703413>
- Pozza, A., Prieto, H., Caixeta, S., Cardoso, A., Zambbolim, L., y Pozza, E. (2001). Influência da nutrição mineral na intensidade da manchade-olho pardo em mudas de cafeeiro. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 36(1), 53-60. Recuperado de <https://www.scielo.br/j/pab/a/6tyKpPy8nrGB6H4C7HWSCgc/?lang=pt>
- PROPA-Oriente. (2023). Abonos verdes. Guía técnica 11. El Salvador: Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal. Recuperado de https://www.jica.go.jp/project/elsalvador/0603028/pdf/production/vegetable_11.pdf
- Proyecto Café y Clima (2017). Estudio de Mercado del Café Peruano. Lima: Cámara Peruana de Café y Cacao, Solidaridad y Plataforma SCAN.
- Psacharopoulos, G. (1982). Educação como investimento. *Finanças & Desenvolvimento*, 2(3), 39-42. Recuperado de <https://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/fdesenvolvimento/article/download/61577/59758>
- Quiroga, S., Suárez, C., Solís, J. D., & Martínez-Juarez, P. (2020). Framing vulnerability and coffee farmers' behaviour in the context of climate change adaptation in Nicaragua. *World Development*, 126, 104733. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2019.104733>
- Regoto, P., Dereczynski, C., Chan, S. y Bazzanella, A. (2021). Observed changes in air temperature and precipitation extremes over Brazil. *International Journal of Climatology*, 1-18. Recuperado de <https://rmets.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/joc.7119>
- Reyer, C.P., Adams, S., Albrecht, T., Baarsch, F., Boit, A., Canales Trujillo, N., ... & Thonicke, K. (2017). Climate change impacts in Latin America and the Caribbean and their implications for development. *Regional Environmental Change*, 17, 1601-1621. <https://doi.org/10.1007/s10113-015-0854-6>

- Rhiney, K., Guido, Z., Knudson, C., Avelino, J., Bacon, C. M., Leclerc, G., ... & Bebbber, D. P. (2021). Epidemics and the future of coffee production. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *118*(27), e2023212118. <https://doi.org/10.1073/pnas.2023212118>
- Rivillas, C., Serna, C., Cristancho, M. & Gaitan, A. (2011). La roya del cafeto en Colombia: Impacto manejo y costos del control. Boletín Técnico No. 36. Manizales: CENICAFE. <http://hdl.handle.net/10778/594>
- Robiglio, V., Baca, M., Donovan, J., Bunn, C., Reyes, M., Gonzáles, D. y Sánchez, C. (2017). Impacto del cambio climático sobre la cadena de valor del café en el Perú. Perú: CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security (CCAFS). <https://hdl.handle.net/10568/93345>
- Roco, L., Engler, A., Bravo, B. y Jara, R. (2014). Farmers' perception of climate change in mediterranean Chile. *Regional Environmental Change*, *15*, 867–879. Recuperado de <https://link.springer.com/article/10.1007/s10113-014-0669-x>
- Rodriguez-Valladares, S. C. (2010). Impacts of Deforestation on Poverty: Case Study of the Region San Martin in Peru (Tesis Doctoral). Erasmus University Rotterdam.
- Romero, C. (2020). Observatorio de commodities: Café. Perú: MIDAGRI. Recuperado de https://www.inia.gob.pe/wp-content/uploads/2020/04/Reporte_Obs_Commodities_Cafe.pdf
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). (2014). Ficha técnica N°49 Ojo de gallo *Mycena citricolor* (Berkeley & Curtis). Recuperado de <http://royacafe.lanref.org.mx/Documentos/FTNo49Mycenacitricolor.pdf>
- Samoggia, A., & Riedel, B. (2019). Consumers' perceptions of coffee health benefits and motives for coffee consumption and purchasing. *Nutrients*, *11*(3), 653.
- Santistevan, M., Julca, A., Borjas, R. y Tuesta, O. (2014). Caracterización de fincas cafetaleras en la localidad de Jipijapa (Manabí, Ecuador). *Ecología Aplicada*, *13*(2), 187-192. Recuperado de <http://www.scielo.org.pe/pdf/ecol/v13n2/a13v13n2.pdf>
- Saravia, G., Castro, V., Julca, A., Alvarado, L. y Borjas, R. (2022). Effect of flooding stress on cocoa (*Theobroma cacao* L.). *Journal of the Selva Andina Biosphere*, *10*(2), 78-85. Recuperado de <http://www.scielo.org.bo/pdf/jsab/v10n2/2308-3859-jsab-10-02-78.pdf>

- Scialabba, N., & Müller-Lindenlauf, M. (2010). Organic agriculture and climate change. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 25(2), 158-169. doi:10.1017/S1742170510000116
- Semarnat. (2009). Cambio climático. Ciencia, evidencia y acciones. Recuperado de: https://www.conafor.gob.mx/biblioteca/cambio_climatico_09-web.pdf
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI). (2023). Datos Hidrometeorológicos a nivel nacional. Recuperado de <https://www.senamhi.gob.pe/?p=estaciones>
- Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). (2019). Roya del cafeto (*Hemileia vastatrix* Berkeley & Broome). Ficha Técnica No. 40. México: Dirección General de Sanidad Vegetal-Programa de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria. Recuperado de http://www.cesavep.org/descargas/RDC/Ficha_Tecnica_Roya_del_cafeto.pdf
- Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR). (2016). Cartilla de precios de productos y servicios forestales.
- Siles, P., Cerdán, C. y Satver, Ch. (2022). Smallholder Coffee in the Global Economy—A Framework to Explore Transformation Alternatives of Traditional Agroforestry for Greater Economic, Ecological, and Livelihood Viability. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 6. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.808207>
- Silva, M., Guerra, L., Diniz, I., Loureiro, A., Azinheira, H., Pereira, A., Tavares S., Batista D. y Várzea V. (2022). An Overview of the Mechanisms Involved in Coffee-*Hemileia vastatrix* Interactions: Plant and Pathogen Perspectives. *Revista Agronomy*, 12(2). Recuperado de <https://www.mdpi.com/2073-4395/12/2/326>
- Silva, J. y Olaya, L. (2019). Cuantificación de Carbono Almacenado en un Sistema Agroforestal de Café (*Coffea arabica* L.), Asociado con Guaba (*Inga edulis* sp.), Distrito Jaén – Cajamarca (Tesis de Grado). Universidad Nacional de Jaén. Recuperado de <https://1library.co/document/zggerg6z-cuantificacion-carbono-almacenado-sistema-agroforestal-asociado-districto-cajamarca.html>
- Sistema Integrado de Estadística Agraria (SIEA). (2021). Agrícola 2021. Anuarios de producción agrícola. Recuperado de <https://siea.midagri.gob.pe/portal/publicacion/boletines-anuales/4-agricola#>
- Sistema Integrado de Estadística Agraria (SIEA). (2023). Boletín Estadístico Mensual El Agro en Cifras - Enero 2023. Perú: MIDAGRI. Recuperado de <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/4306677/Bolet%C3%ADn%20Men>

- sual%20%22El%20Agro%20en%20Cifras%22%20-
%20Enero%202023.pdf?v=1679511090
- Sporchia, F., Caro, D., Bruno, M., Patrizi, N., Marchettini, N., & Pulselli, F.M. (2023). Estimating the impact on water scarcity due to coffee production, trade, and consumption worldwide and a focus on EU. *Journal of Environmental Management*, 327, 116881.
- Solidaridad. (noviembre, 2016). Café 2.0 Climáticamente inteligente. Solidaridad network. Recuperado de <https://www.solidaridadsouthamerica.org/publications/caf%C3%A9-20-clim%C3%A1ticamente-inteligente-2/>
- Souza, A.G.C., Rodrigues, F.Á., Maffia, L.A. & Mizubuti, E.S.G. (2011). Infection Process of *Cercospora coffeicola* on Coffee Leaf. *Journal of Phytopathology*, 159, 6-11. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0434.2010.01710.x>
- Surma, S. & Oparil, S. (2021). Coffee and arterial hypertension. *Current hypertension reports*, 23(7), 38.
- Ten Hoopen, G.M., & Krauss, U. (2006). Biology and control of *Rosellinia bunodes*, *Rosellinia necatrix* and *Rosellinia pepo*: A review. *Crop Protection*, 25(2), 89–107. doi:10.1016/j.cropro.2005.03.009
- Toledo, D. (2016). Asociatividad agraria y estrategias productivas: Explorando sus múltiples facetas desde la perspectiva de productores y productoras de la Asociación Talpuy de Sapallanga, Región Junín. Perú: Facultad de Ciencias Sociales, PUCP. Recuperado de https://facultad.pucp.edu.pe/ciencias-sociales/wp-content/uploads/2017/06/soc_diana-toledo.pdf
- Tolessa, D. y Gudisa, H. (2021). Impact of Climate Change on East African Coffee Production and Its Mitigation Strategies. *World Journal of Agricultural Sciences*, 17 (2), 81-89. doi: 10.5829/idosi.wjas.2021.81.89
- Torres, N., Melchor-Martínez, E.M., Ochoa, J.S., Ramirez-Mendoza, R.A., Parra-Saldívar, R., & Iqbal, H.M. (2020). Impact of climate change and early development of coffee rust—An overview of control strategies to preserve organic cultivars in Mexico. *Science of the Total Environment*, 738, 140225.
- Touekti, T., Mahdhi, M., Al-Turki, T. y Khemira, H. (2018). Water relations and photo-protection mechanisms during drought stress in four coffee (*Coffea arabica*) cultivars from southwestern Saudi Arabia. *South African Journal of Botany*, 117, 17–

25. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0254629918300255>
- United States Department of Agriculture (USDA). (diciembre, 2022). Coffee: World Markets and Trade. Recuperado de <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/coffee.pdf>
- Vale, P., Resende, M., Bothelo, D., Pozza, E., Ogoshi, C., Monteiro, A., Costa, B. y Vasconcelos, V. (2019). Temperature, incubation time and virulence of *Cercospora coffeicola* in the production of cercosporin. *Journal of Phytopathology*, 1–9. <https://doi.org/10.1111/jph.12802>
- Vargas, L.G. (2004). Bases epidemiológicas para el desarrollo de un sistema de pronóstico en Ojo de Gallo (*Mycena citricolor* Berk.y Curt.) Sacc. en cafeto (*Coffea arabica*) (Tesis de maestría). Universidad de Costa Rica.
- Venancio, L.P., Filgueiras, R., Mantovani, E.C., do Amaral, C.H., da Cunha, F.F., dos Santos Silva, F.C., ... & Cavatte, P.C. (2020). Impact of drought associated with high temperatures on *Coffea canephora* plantations: a case study in Espírito Santo State, Brazil. *Scientific reports*, 10(1),19719. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-76713-y>
- Van Asten, P.J., Ochola, D., Wairegi, L., Nibasumba, A., Jassogne, L.T., & Mukasa, D. (2015). Coffee-Banana Intercropping: Implementation guidance for policymakers and investors. GACSA (Global Alliance for Climate-Smart Agriculture). <https://hdl.handle.net/20.500.12478/723>
- Velasco, J., Alarcón, E., García, J., Pineda, M. y Flores, N. (2023). Factors affecting the nitrogen fixation in the Inga spp.- Rhizobia system in shade coffee plantations. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 26(22). Recuperado de <https://www.revista.ccba.uady.mx/ojs/index.php/TSA/article/view/4317>
- Villers, L., Arizpe, N., Orellana, R., Conde, C., y Hernández, J. (2009). Impactos del cambio climático en la floración y desarrollo del fruto del café en Veracruz. *Interciencia*, 34(5), 322-329.
- Wang, A. y Avelino, J. (1999). El ojo de gallo del cafeto (*Mycena citricolor*). En: Bertrand, B y Rapidel, B. (Eds.), Desafíos de la caficultura en Centroamérica, p. 243-260. Costa Rica: PROMECAFÉ . Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/268631093_El_ojo_de_gallo_del_cafeto_Mycena_citricolor#fullTextFileContent
- Willer, H., Schlatter, B., Trávníček, J., Kemper, L. & Lernoud, J. (Eds.) (2020). The World of Organic Agriculture Statistics and Emerging Trends 2020. Research Institute of

Organic Agriculture (FiBL) and IFOAM – Organics International, Frick and Bonn.

Recuperado de <https://shop.fibl.org/chde/5011-organic-world-2020.html>

Zambolim, L. (2016). Current status and management of coffee leaf rust in Brazil. *Tropical Plant Pathology*, 41(1), 1-8. doi:10.1007/s40858-016-0065-9

Zaro, G.C., Caramori, P.H., Yada Junior, G.M., Sanquetta, C.R., Filho, A.A., Nunes, A.L., ... & Voroney, P. (2020). Carbon sequestration in an agroforestry system of coffee with rubber trees compared to open-grown coffee in southern Brazil. *Agroforestry Systems*, 94, 799-809. <https://doi.org/10.1007/s10457-019-00450-z>

VIII. ANEXOS

Anexo 2: Encuesta de caracterización de fincas

ENCUESTA DE CARACTERIZACIÓN DE FINCAS

I. Datos Generales				
Nombre y Apellido del agricultor/a:				
1. Ubicación de la finca:				
2. Sexo del jefe de la finca: M () F ()				
3. Nivel educativo alcanzado: Primaria () Secundaria () Superior técnico () Superior univ ()				
4. Años sembrando café:				
II. Características de la finca				
5. Área total de la parcela (ha):				
6. Área sembrada de café (ha):				
7. Edad promedio de la plantación (años):				
8. Que variedades de café posee en su finca: Catimor () Catuai () Caturra () Geisha () Pache () Costa Rica () Otros ()				
9. Cuál fue su rendimiento de café en su última campaña (Kg/ha):				
10. Que otros cultivos posee en la finca: Plátano () Palto () Yuca () Cítricos () Maíz () Otros ()				
III. Manejo técnico de la producción agrícola				
A) Condición Ambiental de la finca				
11. En su predio posee arboles maderables			Si ()	No ()
12. Que arboles utiliza como sombra: Pino () Cedro () Caoba () Camona () Tornillo () Alcanfor () Pacae Soga () Ishpingo () Moena () Otros ()				
B) Sistema de producción				
13. Qué tipo de agricultura realiza:		Convencional ()	Orgánico ()	
14. Su finca cuenta con certificación orgánica:		Si ()	No ()	
15. Pertenece a alguna cooperativa o asociación:		Si ()	No ()	
16. Si su respuesta es " Si ", a qué asociación o cooperativa pertenece:				
C) Preparación del campo – siembra				
17. Utiliza semillas/plantones certificados:		Si ()	No ()	
18. De donde adquiere las semillas: Propia () Tiendas agrícolas () Vecinos () Vivero certificado () Otros ()				
D) Labores culturales				
19. Usa fertilizantes químicos en la producción:		Si ()	No ()	
20. Usa abonos orgánicos en la producción del café:		Si ()	No ()	
E) Manejo de Plagas/enfermedades/malezas del cultivo				
21. Como controla las malezas: Herbicidas () Manual () Ambos ()				
22. Cuáles son las principales enfermedades que afecta al cultivo de café:				
Roya ()	Cercospora ()	Ojo de gallo ()	Pie negro ()	Arañero () Otras ()
23. Como previene o controla las enfermedades en el cultivo de café:				
C. biológico ()	C. Cultural ()	C. químico ()	C. etológico ()	No controla ()
24. Principales plagas que afectan al cultivo:				
Broca ()	Hormigas Coqui ()	Minador ()	Otros ()	
25. Como previene o controla los daños de las plagas:				
C. etológico ()	C. biológico ()	C. químico ()	C. Cultural ()	No controla ()
26. Ha recibido capacitación en el control de plagas/enfermedades: Si () No ()				
27. De quien recibe las capacitaciones:				
Entidades del estado (Senasa, INIA, etc) () Municipalidades () Cooperativas (.....)				