

**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**



**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AMBIENTAL**

**RENDIMIENTO DEL CAFÉ (*Coffea arábica L.*) ASOCIADO A
LA DIVERSIDAD FLORÍSTICA EN ARREGLOS DE
SISTEMAS AGROFORESTALES EN EL ANEXO
MEMBRILLO, PISUQUIA, LUYA, AMAZONAS**

AUTOR:

Bach. Rodriguez Chavez Edver Enrique

ASESOR:

M.Sc. Oliva Cruz Segundo Manuel

Registro N°:

CHACHAPOYAS - PERÚ

2019

UNIVERSIDAD NACIONAL

TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS



**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AMBIENTAL**

**RENDIMIENTO DEL CAFÉ (*Coffea arábica L.*) ASOCIADO A
LA DIVERSIDAD FLORÍSTICA EN ARREGLOS DE
SISTEMAS AGROFORESTALES EN EL ANEXO
MEMBRILLO, PISUQUIA, LUYA, AMAZONAS**

AUTOR:

Bach. Rodriguez Chavez Edver Enrique

ASESOR:

M.Sc. Oliva Cruz Segundo Manuel

Registro N°:

CHACHAPOYAS - PERÚ

2019

DEDICATORIA

A MI FAMILIA

Edver S. Rodriguez Mendoza y María R. Chavez Chevez mis padres, a Jooisi J. Rodriguez Chavez y Shirley R. Rodriguez Chavez mis hermanas, a Wualquer A. Chavez Chavez mi tío, que gracias a su sacrificio, comprensión, consejos y perseverancia han hecho posible mi formación y realización profesional. Por ser mi fuerza e inspiración.

A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS

A todas esas personas, compañeros y docentes que en el transcurso de mi carrera han aportado de diferentes maneras para la culminación de esta etapa de formación profesional.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi familia quienes a lo largo de toda mi vida han apoyado y motivado mi formación académica, creyendo en mí en todo momento y sin dudar de mis capacidades y habilidades.

Agradezco también a mi asesor M. Sc. Segundo Manuel Oliva Cruz por su orientación desde la elaboración hasta la culminación de esta investigación. A las personas y amigos que me brindaron su apoyo en campo y gabinete para la ejecución y culminación de esta investigación. A mis amigos, quienes me apoyaron y motivaron para la finalización de esta tesis.

Finalmente, un eterno agradecimiento a esta casa superior de estudios la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas por darme la oportunidad de formarme en sus diferentes ambientes. Y a todas las personas que de alguna manera me ayudaron a ser un Ingeniero Ambiental.

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

Dr. POLICARIO CHAUCA VALQUI

RECTOR

Dr. MIGUEL ÁNGEL BARRENA GURBILLÓN

VICERRECTOR ACADÉMICO

Dra. FLOR TERESA GARCÍA HUAMÁN

VICERRECTORA DE INVESTIGACIÓN

M.Sc. EDWIN ADOLFO DÍAZ ORTIZ

**DECANO DE LA FACULTAD
DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL**

VISTO BUENO DEL ASESOR

El M. Sc. Segundo Manuel Oliva Cruz, investigador del Instituto de Investigación para el Desarrollo Sustentable de Ceja de Selva (INDES-CES) de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza (UNTRM), deja constancia que ha asesorado el proyecto de investigación y la realización de la tesis titulada: “Rendimiento del café (**Coffea arábica**) asociada a la diversidad florística en sistemas agroforestales en el anexo membrillo, Pisuquia, Luya, Amazonas”, de la Br. Rodríguez Chávez Edver Enrique, para que sea sometida a la revisión del Jurado Evaluador, comprometiéndome a orientar en el levantamiento de observaciones para su posterior sustentación.

POR LO TANTO:

Firmo la presente para mayor constancia

Chachapoyas, 07 de mayo ,2019



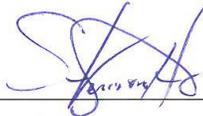
M. Sc. Segundo Manuel Oliva Cruz

Investigador-INDES-CES

JURADO EVALUADOR DE TESIS



Ing. Guillermo Idrogo Vásquez
PRESIDENTE



M.g. Erick Stevinsonn Arellanos Carrión
SECRETARIO



M.Sc. Eli Pariente Mondragón
VOCAL



ANEXO 3-N

**ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL**

En la ciudad de Chachapoyas, el día 21 de mayo del año 2019, siendo las 5:00 pm horas, el aspirante Edver Enrique Rodríguez Chavez defiende en sesión pública la Tesis titulada: "Rendimiento de café (Coffea arabica L.) asociada a la diversidad florística en arreglos de sistemas agroforestales en el anexo Membrillo, Pisugua, Luya, Amazonas"

para obtener el Título Profesional de Ingeniero Ambiental a ser otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, ante el Jurado Evaluador, constituido por:

Presidente : Ing. Guillermo Idrogo Vázquez
Secretario : Mg. Erick Stevinson Arellanos Carrión
Vocal : M.Sc. Eli Pariente Mondragón



Procedió el aspirante a hacer la exposición de la Introducción, Material y método, Resultados, Discusión y Conclusiones, haciendo especial mención de sus aportaciones originales. Terminada la defensa de la Tesis presentada, los miembros del Jurado Evaluador pasaron a exponer su opinión sobre la misma, formulando cuantas cuestiones y objeciones consideraran oportunas, las cuales fueron contestadas por el aspirante.

Tras la intervención de los miembros del Jurado Evaluador y las oportunas respuestas del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los presentes en el acto, a fin de que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.

Seguidamente, a puerta cerrada, el Jurado Evaluador determinó la calificación global concedida la Tesis para obtener el Título Profesional, en términos de:
Aprobado () Desaprobado ()

Otorgada la calificación, el Secretario del Jurado Evaluador lee la presente Acta en sesión pública. A continuación se levanta la sesión.

Siendo las 18:11 horas del mismo día y fecha, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional.

[Signature]
SECRETARIO

[Signature]
VOCAL

[Signature]
PRESIDENTE

OBSERVACIONES:

DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Yo, EDVER ENRIQUE RODRIGUEZ CHAVEZ, identificado con DNI 72680209, estudiante de la escuela profesional de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas:

Declaro Bajo juramento

Que:

1. Soy autor del Trabajo de Investigación titulado: RENDIMIENTO DEL CAFÉ (*Coffea arabica*) ASOCIADO A LA DIVERSIDAD FLORÍSTICA EN ARREGLOS DE SISTEMAS AGROFORESTALES EN EL ANEXO MEMBRILLO, PISUQUIA, LUYA, AMAZONAS, que presento para obtener el Grado Académico de Ingeniero en: Ingeniería Ambiental.
2. El trabajo de investigación no ha sido plagiado ni total ni parcialmente, y para su realización se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. El Trabajo de Investigación presentado no atenta contra derechos de terceros.
4. El trabajo de investigación presentado no ha sido publicado ni presentado anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. La información presentada es real y no ha sido falsificada, ni duplicada, ni copiada.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo toda la responsabilidad que pudiera derivarse por la auditoria, originalidad y veracidad del contenido del Trabajo de Investigación, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. Asimismo, por la presente me comprometo asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para la UNTRM en favor de terceros por motivo de acciones, reclamaciones, o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado p las que encontraren causa en el contenido del Trabajo de Investigación.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el Trabajo de Investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones civiles y penales que de mi acción se deriven.

Chachapoyas, 07 de mayo del 2019



FIRMA DEL ASPIRANTE

TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
AUTORIDADES UNIVERSITARIAS	v
VISTO BUENO DEL ASESOR	vi
JURADO EVALUADOR DE TESIS	vii
ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS	viii
DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN ...	ix
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MATERIALES Y MÉTODOS	2
III. RESULTADOS	12
IV. DISCUSIÓN	19
V. CONCLUSIONES	23
VI. RECOMENDACIONES	24
VII. BIBLIOGRAFÍA	25
ANEXOS	29

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	PEA, por actividad economica, distrito de Pisuquia	5
Tabla 2.	Equipos y materiales utilizados en la investigación	5
Tabla 3.	Identificacion floristica en el SAF Distribucion en Potrero	12
Tabla 4.	Identificacion floristica en el SAF Cercos Vivos	13
Tabla 5.	Identificacion floristica en el SAF Sistema Convencional	13
Tabla 6.	Cuadro de registro de los pesos de café seco en los tres arreglos SAF....	29
Tabla 7.	Análisis de varianza para rendimiento café seco (Kg/10plant)	29
Tabla 8.	Análisis de varianza para rendimiento bruto (gr)	29
Tabla 9.	Prueba de Tukey para rendimiento bruto (gr)	30
Tabla 10.	Análisis de varianza para rendimiento café oro (gr)	30
Tabla 11.	Prueba de Tukey para rendimiento café oro (gr)	30
Tabla 12.	Análisis de varianza para longitud de grano (cm)	30
Tabla 13.	Prueba de Tukey para longitud de grano (cm)	31
Tabla 14.	Análisis de varianza para diámetro de grano (cm)	31
Tabla 15.	Análisis de varianza para peso (g/100)	31

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio	3
Figura 2. Mapa de ubicación del anexo Membrillo, Pisuquia, Luya	4
Figura 3. Rendimiento de café oro por SAF (Kg/Ha)	15
Figura 4. Rendimientos de café oro en los tres SAF por 10 plantaciones de café.....	15
Figura 5. Rendimiento de café bruto por SAF (Tukey al 5% de significación)	16
Figura 6. Rendimiento de café oro por SAF (Tukey al 5% de significación)	16
Figura 7. Longitud de grano de café oro por SAF (Tukey al 5% de significación)	17

RESUMEN

Para el cultivo de café en el anexo de Membrillo, específicamente en el sector “El Limón”, se vienen desarrollando inadecuadas prácticas agrícolas, entre ellas se ha observado el mal uso y manejo de los diferentes arreglos de Sistemas Agroforestales (en adelante SAF) y el uso de insumos agroquímicos para incrementar su producción por campaña de café oro sin control. La siguiente investigación tuvo como objetivo determinar la incidencia de la diversidad florística en SAF en el rendimiento de café (*Coffea arábica*), a fin de proponer un manejo adecuado donde el productor pueda incrementar su producción con bajos costos y sin perjudicar el medio ambiente. Para ello se identificó los diferentes arreglos de SAF entre los cuales se obtuvo el arreglo de SAF Distribución en Potreros, SAF Cercos Vivos (perimétrico) y un Sistema Convencional. En las comparaciones de rendimientos de café entre los SAF y el Sistema Convencional, se obtuvo un mayor rendimiento de grano seco de café en el SAF Distribución en Potreros, y por otro lado este SAF Distribución en Potrero brinda servicios secundarios al medio ambiente que lo contiene.

Palabras clave: Coffe Arábica, Diversidad Florística, Rendimiento Parcial, Rendimiento Total, Sistemas Agroforestales (SAF).

ABSTRACT

For the cultivation of coffee in the annex of Membrillo, specifically in the "El Limón" sector, inadequate agricultural practices have been developed, among them the misuse and management of the different Agroforestry System (hereinafter SAF) arrangements has been observed. the use of agrochemical inputs to increase their production per campaign of uncontrolled gold coffee. The following investigation had like objective determine the incidence of the floristics diversity in SAF in the yield of coffee (*Coffea Arabica*), in order to propose a suitable handling where the producer can increase his production with low costs and without harming the environment. To this end, the different SAF arrangements were identified, among which the arrangement of SAF Distribution in Potreros, SAF Siege Alive (perimetric) and a Conventional System was obtained. In the comparisons of coffee yields between the SAF and the Conventional System, a higher yield of dry coffee grain was obtained in the SAF Distribution in Potreros, and on the other hand this SAF Distribution in Potrero provides secondary services to the environment that contains it.

Key words: *Arabica Coffee, Floristic Diversity, Partial Performance, Total Performance, Agroforestry Systems (SAF).*

I. INTRODUCCIÓN

La gran mayoría de los productores de café en el mundo alrededor de 25 millones son familias de agricultores dedicadas a la agricultura a pequeña escala (Eakin *et al.*, 2009). En consecuencia, la producción de café es muy importante económicamente en América Latina. En Perú, el café incluso representa el producto de exportación más importante (MINAGRI, 2013); donde la producción total asciende a 337 330 toneladas en una superficie de 424 129 hectáreas y alcanza un rendimiento promedio de 795 Kg/Ha en el año 2017 (MINAGRI, 2017). En el departamento de Amazonas según MINAGRI (2017) existe una producción total de 38 893 toneladas de café pergamino en 55 174 hectárea de superficies cosechadas; además, indica que el rendimiento promedio de producción de café pergamino es de 705 kg/ha.

La diversidad y la composición florística son atributos de las comunidades que les permite obtener beneficios para incrementar las producciones de cultivos asociados, dicho atributos o beneficios que estos brindan están ligados a las características propias de cada SAF como densidad de sombra, su distribución, edad, altura y su biomasa (Farfán, 2007). Philpott *et al.*, (2008) sostiene que la expansión e intensificación de las plantaciones de café están contribuyendo a la deforestación tropical y a la degradación del medio ambiente, lo que resulta en una pérdida de la biodiversidad y de los servicios de los ecosistemas asociados, por otro lado, Marcon & Sorrentino (2002) y CATIE (2004), indican que la crisis de insostenibilidad socio ambiental en que se encuentran actualmente muchas comunidades, se caracteriza por la degradación acelerada de los recursos naturales y el aumento de la población rural.

En el distrito de Pisuquia, más del 70 % de la producción agrícola proviene del cultivo de café, pero bajo ningún criterio o tecnología adecuada que permita desarrollar una agricultura amigable con el medio ambiente (CENAGRO, 2012). Estos SAF brindan un valor en la conservación de la biodiversidad y son diseñados para mejorar los medios de vida de los agricultores mediante el aumento general de la productividad, la rentabilidad y la sostenibilidad (Atangana *et al.*, 2014).

Para el presente estudio se identificaron tres tipos de arreglos de SAF: por distribución en potrero, por cercos vivos y un sistema Convencional. Farfán (2014), describe estos SAF como: SAF por Distribución en Potreros que consiste en la distribución y asociación de cultivo de café la especie forestal por toda el área de cultivo de café; por otro lado, describen

al SAF cercos vivos, como la distribución de la especie forestal al perímetro o contorno de las áreas de cultivo de café y el Sistema Convencional como la agricultura que no está asociada con las especies arbóreas (sombra).

La diversidad florística brinda beneficios primarios y secundarios como el caso de la producción de café y los beneficios al medio ambiente. Atangana *et al.*, (2014) indica que los árboles de sombra proporcionan beneficios directos e indirectos, por lo que es difícil cuantificar plenamente el total de los beneficios que nos brindan en la agricultura. Por otro lado, CENICAFE (2005) indica que una agricultura asociado a los SAF, permite desarrollar una agricultura orgánica mediante un proceso de sistema sostenible (ambiental, técnico, social y económicamente viable).

Uno de los principales problemas que se presenta de los cultivos bajo SAF por distribución en potreros, es la sobrepoblación de árboles forestales ya que amenazan la competencia de nutrientes y el bajo rendimiento de producción de café, como indica Beer *et al.*, (1998) que la sobrepoblación de sombra ocasiona la competencia con las plantaciones de café por el agua y los nutrientes, y la incidencia de plagas y enfermedades; donde estas interacciones pueden afectar positiva o negativamente la producción del café.

Los beneficios del cultivo de café asociado al SAF Distribución en Potreros es que contribuye no solo al incremento de la producción de café si no a la conservación del suelo, el ambiente biótico, y las variables del sistema como la producción, la calidad y la cantidad de la hojarasca y entre variables químicas está el incremento de la materia orgánica (Lavelle *et al.*, 2003), así como el control de especies malezas (Maestri *et al.*, 2001).

El presente estudio de investigación se realizó con el objetivo de determinar los efectos de la diversidad florística asociado a los diferentes arreglos de los sistemas agroforestales sobre el rendimiento de café, dentro de ellos se tuvo como objetivos específicos como:

Determinar la diversidad florística asociada a los sistemas agroforestales con café.

Comparar los diferentes rendimientos de café asociada a la diversidad florística en los sistemas agroforestales.

Proponer un sistema agroforestal que mejore la calidad y rendimiento del café en el anexo Membrillo.

II. MATERIAL Y MÉTODO.

2.1. Ubicación del área de estudio

Esta investigación se desarrolló en el sector “El Limón” ubicado en el anexo Membrillo, distrito Pisuquia, provincia de Luya, Amazonas, localizado al noreste del distrito de Pisuquia, a una altitud de 2100 m.s.n.m. Cuenta con un clima húmedo tropical donde la temperatura promedio es de 18 °C aproximadamente y, 77% de humedad.

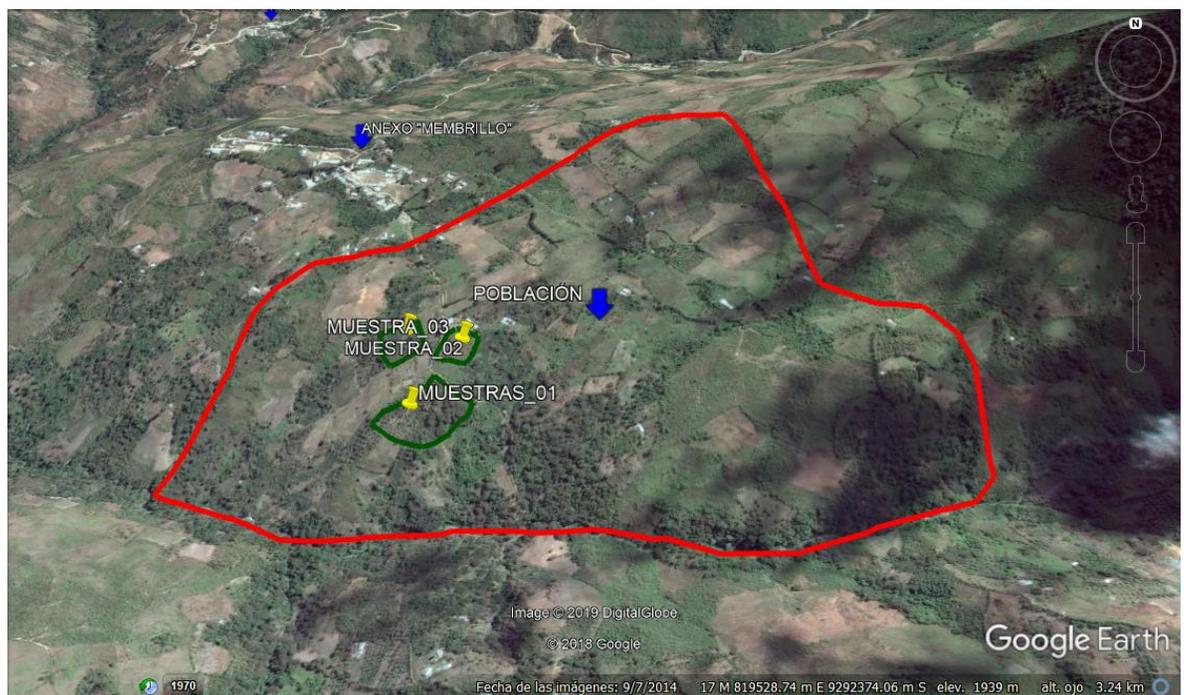


Figura 1: Mapa de ubicación del área de estudio

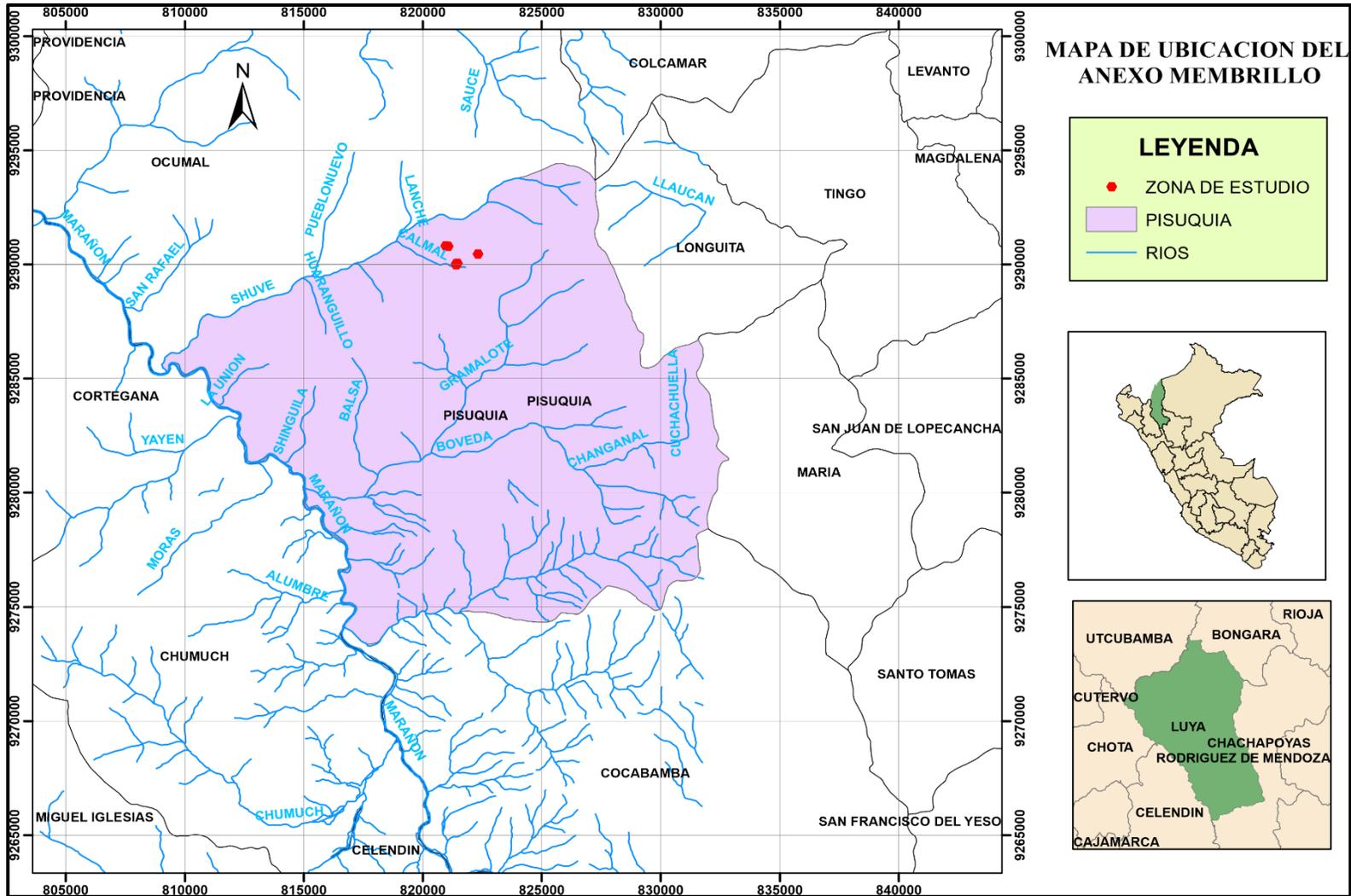


Figura 2: Mapa de ubicación del anexo Membrillo, distrito de Pisuquia, Luya

2.2. Características socioeconómicas

El distrito de Pisuquia está ligado al desarrollo del sector agropecuario, especialmente al cultivo de café y frutales. En este sentido, la agricultura representa el 73.2% de todas las actividades económicas que se desarrolla en el distrito (CENAGRO, 2012).

Tabla 1. PEA, por actividad económica, distrito de Pisuquia

VARIABLE / INDICADOR	PROVINCIA LUYA	DISTRITO PISUQUIA
	%	%
PEA ocupada según actividad económica	100	100
Agricultura, ganadería, caza y silvicultura	71.5	73.2
Pesca	0	0
Explotación de minas y canteras	0	0
Industrias manufactureras	2.7	2.5
Suministro de electricidad, gas y agua	0.1	0

Fuente: CENAGRO (2012).

2.3. Equipos y materiales

Tabla 2. Equipos y materiales utilizados

MATERIALES	EQUIPOS
- Equipos de protección: guantes, mascarilla, fajas.	- Despulpadora marca LAMPER graduada.
- Canastos y/o baldes para recojo de café	- Romanilla quintalera y balanza de pesar
- Sacos para almacenamiento de granos café	- Cámara fotográfica
- Recipientes y mallas para lavado de café	- GPS Marca GARMIN
- Mantas para secado del café	- Balanza de precisión (300 gramos)
- Cuaderno de campo	
- Útiles de escritorio	
- Picota, pala y machete	
- Cintas métricas	
- Marcadores (plásticos de colores)	

2.4. Metodología

2.4.1. Identificación y selección de la diversidad arbórea asociada a SAF con café

2.4.1.1. Selección del área de estudio o población y la diversidad florística

Para la selección del área de estudio o población, se realizó las visitas a diferentes sectores de mayor producción de café del anexo de Membrillo, entre ellos tenemos el sector “Limón”, sector “Chamanal” y el sector “Santa Marcela”, entre otros sectores. En los cuales se observó que los SAF más utilizados son las asociaciones de las plantaciones de café con múltiples especies arbóreas, entre ellos tenemos la guaba, los pajuros, los alisos y entre árboles frutales como naranja, nísperos, limón, entre otros. De los cuales el SAF más utilizado por los agricultores es la asociación de guaba con plantaciones de café en el sector denominado “El Limón”.

2.4.1.2. Selección de las muestras

Para la selección de las muestras se visitó las diferentes áreas de cultivos de café en el sector “El Limón”, en el cual se logró observar la diversidad florística asociado los diferentes arreglos de SAF con café; de ellos, se identificó y delimito la muestra de arreglo de SAF Distribución en Potreros, SAF Cercos Vivos y un cultivo Sin Sombra. Para la identificación de las muestras se tuvo en cuenta los siguientes atributos tanto para la especie arbórea como la especie de café, especie, densidad de siembra, edad y altura. El SAF por distribución en potrero al 35 %, significa la densidad de sombra de la diversidad florística, para la determinación de esta densidad de sombra se utilizó el método de la Plantilla Visual de Sombra desarrollada por Farfán (2015).

2.4.1.3. Identificación de la diversidad florística en el área de estudio

Posterior a la delimitación de las muestras, se marcaron todos los árboles cuyo diámetro a la altura del pecho (DAP) fuera mayor o igual a 10 cm ($CAP \geq 10$ cm). Después se procedió a recolectar una muestra de cada planta marcada para su posterior identificación taxonómica.

Para estimar la diversidad florística se marcaron 04 cuadrantes de 2500 m² (50x50m) en la muestra de una hectárea por cada SAF, y se tomaron los siguientes parámetros:

- a. **DAP (Diámetro a la altura del pecho):** Este parámetro fue medido directamente en campo con la ayuda de una cinta métrica y se consideró toda aquello que árbol de DAP igual o mayor a 10 cm.
- b. **Densidad y abundancia:** Para la estimación de la densidad y abundancia en los 04 cuadrantes de los SAF se determinó lo siguiente: La densidad, se refiere al número de individuos (N) en un área (A) determinada y esta expresada por: $D = N/A$, mientras que la abundancia es la cantidad de individuos sin expresarlo en términos de unidad de superficie.

Dichos resultados se organizaron en una tabla de datos describiéndoles su taxonomía, DAP, Densidad y Abundancia.

2.4.1.4. Identificación de las muestras botánicas

La identificación de las muestras colectadas se realizó por medio del estudio corporativo de los ejemplares recolectados con los que se encuentran en el herbario FCF – UNALM virtual, bajo la supervisión del Ingeniero Eli Pariente Mondragón. Cada espécimen se identifico a nivel de familia, genero y especie. Los duplicados de las muestras han quedado depositados y apropiadamente acondicionados en el Herbario Forestal FICA – UNTRM/A.

2.4.1.5. Selección y codificación de las submuestras

Por cada finca o cultivo de café asociado a los SAF, se seleccionó una muestra de diez plantaciones de café mediante el método de muestreo aleatorio simple lo cual se describen:

- A. **Arreglo Sistema Agroforestal Distribución en Potreros:** Para la muestra 01 se empleó el método aleatorio donde se seleccionó las plantaciones al azar que están ubicadas a menos de un metro al árbol de sombra y dichas plantaciones se escogieron en forma de zigzag que abarca toda el área. Para

la decodificación de la muestra se utilizó la letra “A” y las submuestras de dicha finca con A1, A2, A3, ..., A10.

B. Arreglo Sistema Agroforestal Cercos Vivos: Para la muestra 02, se utilizó el método aleatorio, donde se escogió las plantaciones de café al azar que están junto a dicho árbol de sombra ubicados en los linderos de dicha finca. La decodificación de la muestra se utilizó la letra “B” y las submuestras por B1, B2, B3, ..., B10.

C. Cultivo Sin Sombra: Para la muestra 03 se utilizó el método aleatorio, donde se escogieron plantaciones de café en zigzag y al azar que abarco toda el área en estudio. La decodificación de la muestra se utilizó la letra “C” y las submuestras por C1, C2, C3, ..., C10.

2.4.2. Comparación de los rendimientos de café asociado a la diversidad florística

2.4.2.1. Manejo y monitoreo de las plantaciones de café

En el manejo de las muestras se realizó lo siguiente:

- Se realizó la limpieza de malezas mediante el corte o desbroce con la ayuda de una motoguadaña, dicha actividad se realizó en el mes septiembre del año 2017; esta actividad se realizó para las tres muestras de arreglos de SAF.
- Posterior a ello se realizó la limpieza de maleza por el método de la deshierba lo que ayuda a remover la tierra de la superficie, dicha actividad se realizó en el mes enero del año 2018; también dicha actividad se realizó para los tres arreglos de SAF.
- Después del control de maleza realizado a las muestras, se realizó el abonamiento adecuado con el agroquímico NITROFOSCA, el cual se aplicó 50 gramos por planta de café; dicho abonamiento se realizó en media luna en la parte superior del plato de la planta, ya que la topografía del terreno de cultivo es accidentada (pendiente significativa).
- Para las muestras de los arreglos por distribución en potreros y el arreglo por cercos vivos se realizó la actividad de podas en formación de copas y podas de rejuvenecimiento de los árboles de sombra (guaba) para que los

rayos del sol puedan atravesar la densa capa de hojas que estas contienen. También se realizó las podas sanitarias manuales de las plantaciones de café en los tres arreglos de SAF estudiados.

En el monitoreo de las muestras o plantaciones de café se realizaron de forma permanente para observar el desarrollo por cada arreglo de SAF, donde se observó el estado de las plantaciones de café como el estado de los granos que son indicadores primordiales para un buen rendimiento de café en producción. Dicho monitoreo de las plantaciones se realizó entre los meses de octubre del 2017 a mayo de 2018.

2.4.2.2. Proceso de beneficio húmedo de los granos maduros de café

Para el proceso de beneficio húmedo se tiene en cuenta que la maduración de los granos de café supere el 50% por planta por lo que la maduración no es uniforme y varía de acuerdo al arreglo de SAF. El proceso de beneficio húmedo se desarrolló entre los meses mayo a agosto (2018), donde los granos de cafés maduros pasan por un proceso de recojo, transporte, despulpe, lavado y secado. A continuación, se describe cada proceso realizado:

- a. Recojo.** Esta actividad se realizó entre los meses de mayo a agosto, donde se recogió los granos de cafés maduros, para ello se utilizó un canasto personal, donde cada muestra es cosechada por separado y codificada.
- b. Transporte.** Este proceso se realizó después del recojo, donde se traslada los granos de cafés hasta las instalaciones donde se realiza el despulpe.
- c. Despulpe.** Se realiza el proceso de despulpe con la ayuda de una despulpadora conectada a un motor de fuerza; esta actividad consiste en separar la capa protectora de los granos de café los cuales se separan en costalillos. Dicha actividad se realiza por cada muestra separándolos y codificándolos.
- d. Fermentación.** Este proceso consiste en aislar en costalillos cerrados por un periodo de 2 a 3 días aproximando los granos de café despulpados, dichos granos de café no estuvieron en contacto con el agua y con el aire para que la fermentación sea más eficiente.

- e. **Lavado.** En este proceso se utilizó el agua para lavar los granos de café fermentados y separar la miel que contienen los granos de café y luego ser secados.
- f. **Secado.** Luego de ser lavado los granos de café se llevaron a secar sobre una manta extendida al aire libre donde los granos de cafés son secados a temperatura ambiente, donde el tiempo de secado demora un promedio de 4 a 6 días aproximados por la variación del clima en la zona del proyecto.

2.4.2.3. Envasado y almacenamiento de los granos secos de cafés

Luego de 5 a 8 días aproximadamente de secado, se procedió a pesar las muestras por separado y organizándolo en una tabla de datos.

2.4.2.4. Comparación de muestras

Se realizó las comparaciones entre los diferentes arreglos de SAF para determinar cuál de ellos brinda mayor beneficio en el rendimiento de producción de café y que sea sostenible con el medio ambiente en la conservación de los componentes físico, biótico y ambiental.

Para la comparación de las variables independientes se realizó en base a:

- a. **Peso bruto de cafetos.** Se utilizó el método del cuarteo donde se escogió una muestra de 50 granos de café bruto (sin secar) los cuales fueron pesados cada grano de café y promediados. Este proceso se realizó por cada plantación de café (muestra) de cada arreglo de SAF organizándoles una tabla de datos.
- b. **Peso de café oro.** Se utilizó el método del cuarteo donde se escogió una muestra de 50 granos de café oro (seco) los cuales fueron pesados cada grano de café y promediados. Este proceso se realizó por cada plantación de café (muestra) de cada arreglo de SAF organizándoles una tabla de datos.
- c. **Longitud de grano oro.** La muestra escogida de 50 granos de café oro se utilizaron para medir la longitud de los granos de cafés (seco) con la ayuda de un escalímetro y luego se promedió. Este proceso se realizó por

cada plantación de café (muestra) de cada arreglo de SAF organizándoles una tabla de datos.

- d. Diámetro de café oro.** La muestra escogida de 50 granos de café oro se utilizaron para medir el diámetro de los granos de cafés (seco) con la ayuda de un escalímetro y luego se promedió. Este proceso se realizó por cada plantación de café (muestra) de cada arreglo de SAF organizándoles una tabla de datos.
- e. Peso por 100 granos de café oro.** Para esta medición se realizó el método del cuarteo hasta obtener 100 granos de café oro por cada planta, luego se realizó el pesaje con la ayuda de la balanza analítica y dichos datos medidos se promediaron por cada muestra de plantación de café y luego por cada arreglo de SAF.

2.4.3. Identificación y propuesta del SAF adecuado para la producción de café

Para la identificación y propuesta del SAF asociado a la diversidad florística con café que brinde un rendimiento óptimo y sostenible entre el agricultor y el medioambiente se tomó los datos y resultados de las comparaciones realizadas entre los tres SAF descritas anteriormente y con ello se identificó la diversidad florística asociado al SAF que mayor producción de café brinda al agricultor.

2.4.4. Análisis estadístico

Para el procesamiento de datos se realizó el análisis de varianza (ANOVA) y la Prueba Tukey, con un nivel de confianza de 95% ($p < 0.05$); para comparar los efectos de los diferentes sistemas agroforestales con café en función de su producción.

III. RESULTADOS

3.1. Diversidad florística asociado a los SAF con café

3.1.1. Identificación de los SAF asociados con café

En el área de estudio sector “El Limón” se logró identificar 3 arreglos de SAF asociados a la diversidad florística, entre los cuales se encuentra el SAF Distribución en Potrero, SAF Cercos Vivos y un cultivo Sin Sombra.

3.1.2. Identificación de la diversidad florística

En el sector “El Limón” se logró identificar la diversidad florística asociado a los SAF, donde predomina la especie *Inga edulis*, como se observa en las tablas 3 y 4 donde en el SAF Distribución en Potrero se identificó un total de 6 especies de las cuales se identificó un total de 123 árboles de la especie *Inga edulis* que representa el 81.08% del total, y en el SAF Cercos Vivos se identificó un total de 5 especies de las cuales se identificó un total de 89 árboles de la especie *Inga edulis* que representa el 87.91 % del total de árboles identificados, por otro lado en el SAF Sin Sombra se identificaron 18 árboles de la especie *Musa paradisiaca*, el cual representa 100 % del total de árboles identificados.

Tabla 3. Identificación de la diversidad florística en el SAF por Distribución en Potrero

SAF	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE CUMÚN	CANTIDAD	
				N° INDIV.	%
Distribución en Potrero	Fabaceae	<i>Inga edulis</i>	Guaba	123	81.45
	Fabaceae	<i>Erythrina edulis</i>	Pajuro	4	02.65
	Betulácea	<i>Alnus acuminata</i>	Aliso	2	01.32
	Rutaceae	<i>Citrus sinensis</i>	Naranja	1	00.66
	Rosaceae	<i>Mespilus germanica</i>	Níspero	3	01.10
	Musaceae	<i>Musa paradisiaca</i>	Banano	18	12.82
TOTAL				151	100

Tabla 4. Identificación de la diversidad florística en el SAF Cercos Vivos

SAF	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE CUMÚN	CANTIDAD	
				N° INDIV.	%
Cercos Vivos	Fabaceae	<i>Inga edulis</i>	Guaba	89	76.72
	Fabaceae	<i>Erythrina edulis</i>	Pajuro	4	03.45
	Rutaceae	<i>Citrus sinensis</i>	Naranja	1	00.86
	Rosaceae	<i>Mespilus germanica</i>	Níspero	5	04.31
	Musaceae	<i>Musa paradisiaca</i>	Banano	17	14.66
TOTAL				116	100

Tabla 5. Identificación de la diversidad florística en el cultivo Sin Sombra

SAF	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE CUMÚN	CANTIDAD	
				N° INDIV.	%
Sin Sombra	Musaceae	<i>Musa paradisiaca</i>	Banano	18	100.00
TOTAL				18	100

3.1.3. Identificación de la diversidad florística por arreglo de Sistemas Agroforestal con café

Los arreglos de SAF asociado a la diversidad florística con café identificados se detallan a continuación:

- a. **Distribución en Potrero:** El SAF Distribución en Potrero, es la combinación de cultivo de café con la diversidad florística especie arbórea *Inga edulis*. Dicha parcela cuenta con 01,15 hectárea de superficie donde la especie de café es *Coffea arabica* y la densidad de siembra es de 5,556 plantas por hectárea aproximadamente (1.2 x 1.5 m); la edad de las plantaciones de café es de cuatro años aproximadamente, teniendo en cuenta que los agricultores no llevan un registro de sus plantas. La especie arbórea *Inga edulis* tiene una densidad de siembra es de 123 plantas por hectárea (9 x 9 m aprox.) lo que equivale en porcentaje a 40% del área, la edad de dicha especie es de cuatro años y alcanzan una altura de 3 a 4 metros. Esta especie está distribuida o sembrada en toda el área de cultivo de café.

- b. Cercos vivos:** Arreglo de SAF de la combinación de cultivo de café con la especie arbórea guaba. En dicha parcela cuenta con 01,25 hectárea de superficie donde la especie de café es *Coffea arabica* y la densidad de siembra es de 5,556 plantas por hectárea aproximadamente (1.2 x 1.5 m); la edad de las plantaciones de café es de cuatro años aproximadamente, teniendo en cuenta que los agricultores no llevan un registro de sus plantaciones. En la especie arbórea *Inga edulis* y la densidad de siembra es de 89 plantas por hectárea (4.5 m distancia); la edad de dicha especie es de cuatro años aproximadamente ya que no llevan un registro de plantación y alcanzan una altura de 3 a 4 metros. Esta especie está sembrada al contorno o perímetro del área de cultivo de café.

- c. Parcela Sin Sombra:** Arreglo de SAF donde el cultivo de café no está asociada a ninguna especie arbórea; dicha parcela cuenta con 01,05 hectárea de superficie donde la especie de café es *Coffea arabica* y la densidad de siembra es de 5,556 plantas por hectárea aproximadamente (1.2 x 1.5 m); la edad de las plantaciones de café es de cuatro años aproximadamente, teniendo en cuenta que los agricultores no llevan un registro de sus plantaciones.

3.2. Comparación de rendimientos de café de los arreglos de SAF

3.2.1. Comparación de rendimiento de café oro por SAF

- A.** En la figura 3 se observa, los rendimientos por hectárea de cada SAF obteniendo un mayor rendimiento en el arreglo SAF Distribución en Potrerros alcanzando un peso total de 1125 Kg de café oro, en comparación de los arreglos de SAF Cercos Vivos y el cultivo sin sombra con un total de 994.5 y 990 Kg.Ha⁻¹ de café oro respectivamente.

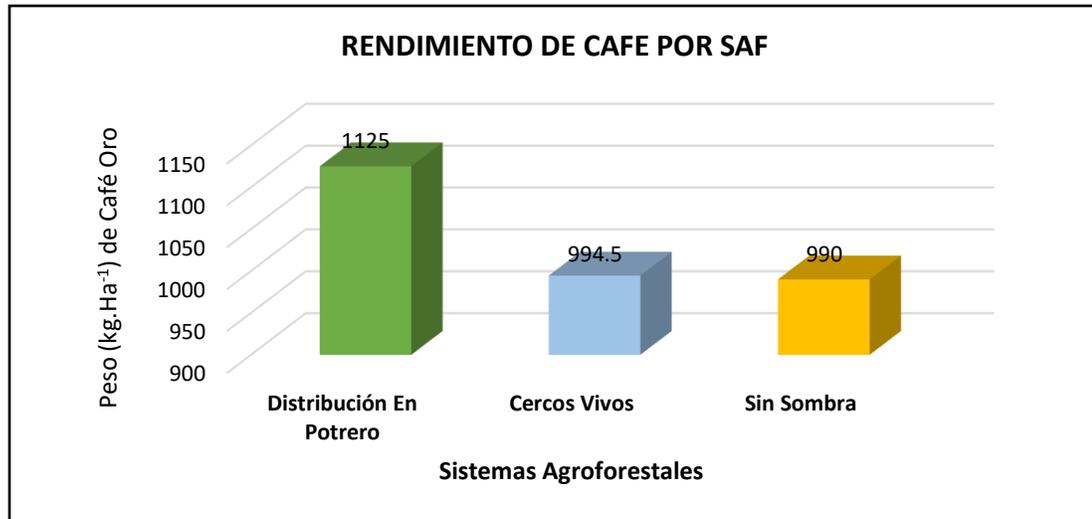


Figura 3: Rendimiento de café oro por SAF

B. En la figura 4 se muestra los rendimientos de café oro en los tres SAF, pero por cada cosecha que se desarrolló durante la investigación, donde se observa que el rendimiento de café oro (Kg por 10 plant. café) en el SAF Distribución en Potreros va en forma creciente y en los SAF Cercos Vivos y Sin Sombra los rendimientos de café oro (Kg) va en forma decreciente por cada cosecha realizada durante la investigación.

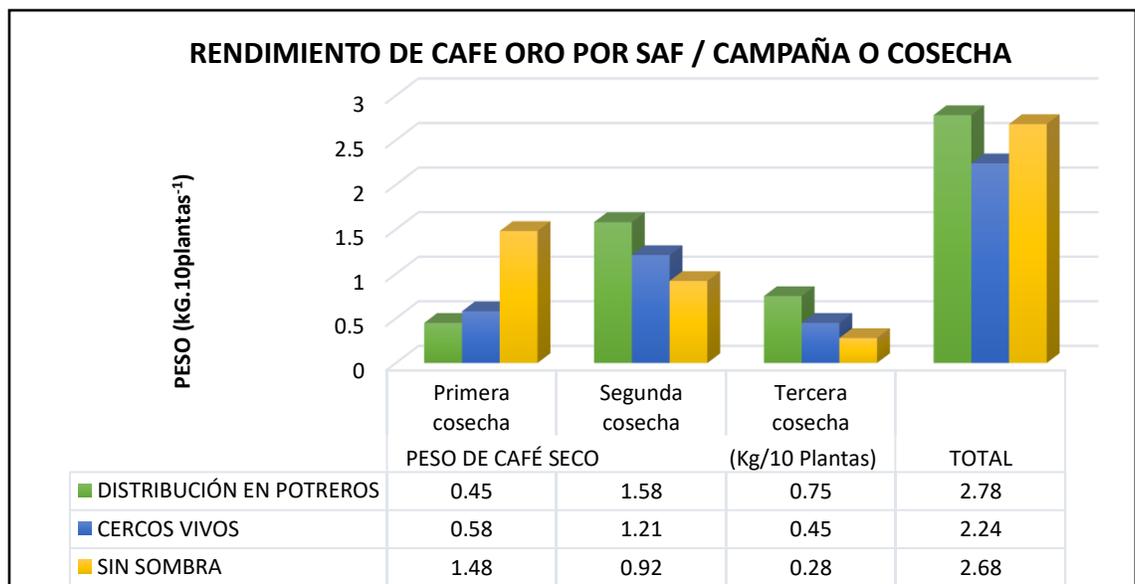


Figura 4: Rendimientos de café oro en los tres SAF por 10 plantaciones de café

3.2.2. Comparación de las caracterizaciones de los cafetos por cada arreglo de SAF

A. En la figura 5 se presenta el rendimiento de café bruto en base por cada SAF, se tuvo un mayor resultado para el SAF Distribución en Potreros con 0.07 g y un menor resultado en los SAF Cercos Vivos y Sistema Convencional de 0.054 g y 0.05 g respectivamente. Los valores encontrados existen diferencia significativa (Tukey al 5% de significación).

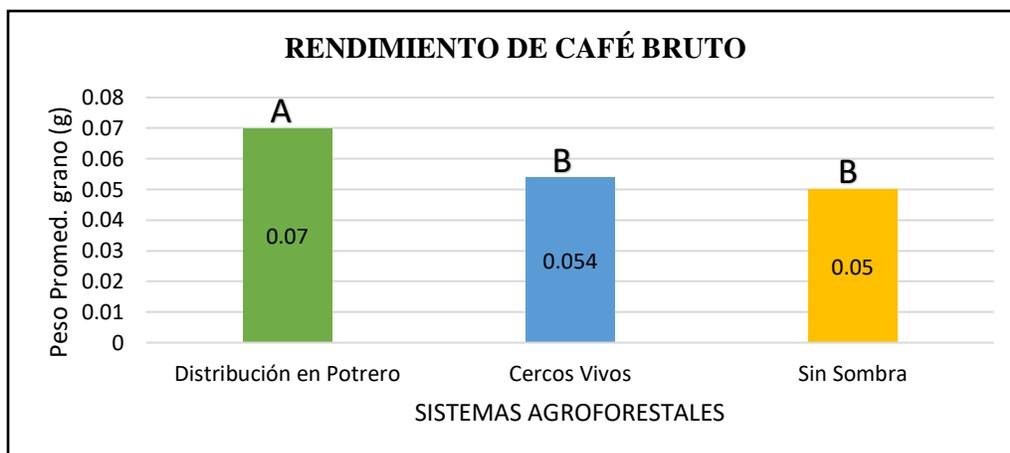


Figura 5: Rendimiento de café bruto por SAF

B. En la figura 6 se presenta el rendimiento de café oro por cada SAF, la cual se obtuvo un mayor resultado para el SAF Distribución en Potrero con un 0.033 g y un menor resultado en los SAF Cercos Vivos y Sistema Convencional de 0.030 g y 0.024 g respectivamente. Por lo que esto nos demuestra que el SAF por distribución existe diferencia significativa (Tukey al 5% de significación).

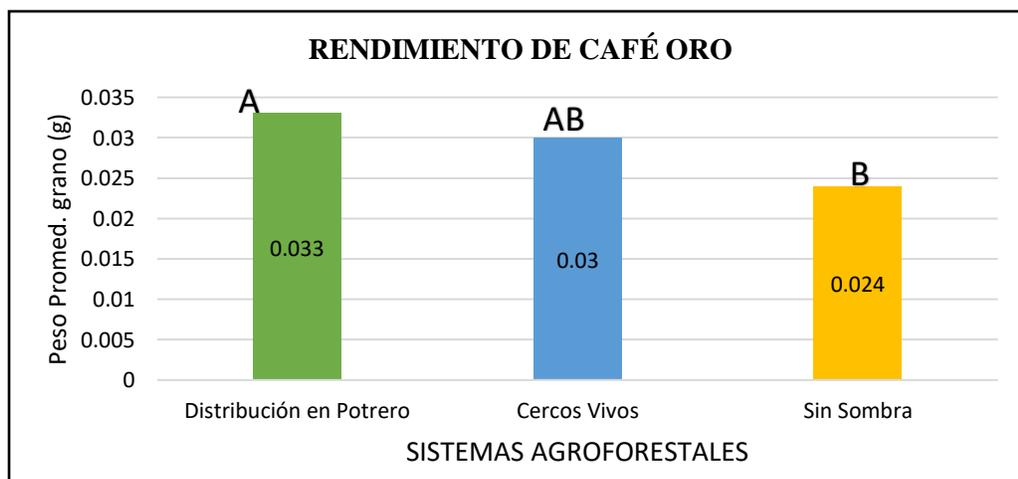


Figura 6: Rendimiento de café oro por SAF

C. En la figura 7 se presenta las variaciones de longitud de grano de café oro por cada SAF, el cual se observa que la mayor longitud de grano oro se encuentra el SAF Distribución en Potrero con un 0.88 cm y, los SAF Cercos Vivos y Sistema Convencional varían en menor longitud con 0.81 y 0.80 cm respectivamente. Los valores encontrados existen diferencia significativa (Tukey al 5% de significación).

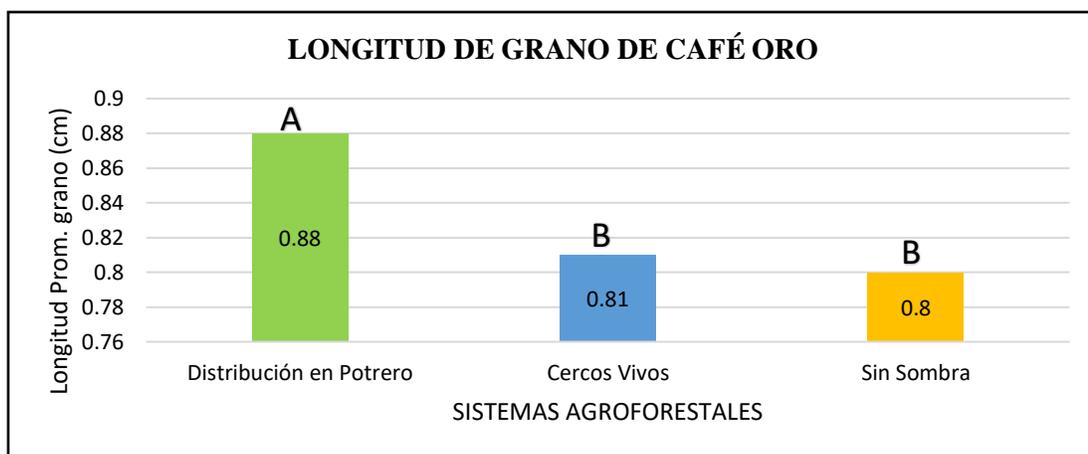


Figura 7: Longitud de grano de café oro por SAF

D. En los análisis de las variables de diámetro de cafetos oro y los pesos por 100 granos de cafetos oro, los valores encontrados no existen diferencia significativa (Tukey al 5% de significación), tal como muestra las tablas 13 y 14 anexadas.

3.3. Propuesta de la diversidad florística asociado a los Sistema agroforestal (SAF) con café

La diversidad florística asociada al SAF Distribución en Potrero, brindan mayores beneficios al cultivo de café como rendimiento de producción de grano y como beneficios al medio ambiente que lo contiene. En el sector “El Limón”, anexo Membrillo, distrito Pisuquia, Luya, Amazonas se propone practicar e implementar cultivos de café asociados con la diversidad florística con la especie *Inga edulis* en un SAF Distribución en Potreros. Dicha propuesta se realizó por los análisis encontrando durante la investigación, donde se obtuvieron mejores resultados en este tipo de SAF; además, este sistema brinda beneficios indirectos o secundarios al medio ambiente como lo encontrado por Jiménez y Muschler (2001) que propicia un microclima moderado (atenuación de temperaturas extremas,

sombra, menor evapotranspiración y viento), mayor protección contra erosión por viento y agua (menos impacto erosivo de las gotas de lluvia y escorrentía superficial), mayor posibilidad de fijación de nitrógeno atmosférico mediante los árboles, mantener la estructura y fertilidad del suelo (aportes de materia orgánica, mayor actividad biológica, reducción de la acidez), mayor extracción de nutrientes de los horizontes profundos del suelo (principalmente en zonas secas), ayudar a recuperar suelos degradados, obtener productos adicionales (madera, frutos, leñas, hojarasca, forraje), se puede tener mayor producción y calidad de las cosechas en ambientes marginales, proveer hábitat para mayor biodiversidad, reducir la diseminación y daño por plagas y enfermedades, reducir externalidades ecológicas (contaminación de suelos y de acuíferos).

IV. DISCUSIÓN

La intensificación de las actividades agropecuarias realizadas por el hombre para satisfacer sus necesidades ha ocasionado la disminución y pérdida de masas forestales (diversidades florísticas), tal como lo indica Ellis *et al.*, (2011) y Villavicencio & Valdez, (2003) que, debido a la expansión agrícola, ganadera y urbana, así como la explotación forestal y extracción de especies, la masa forestal está siendo disminuida a un grado acelerado.

La diversidad florística asociada a los SAF en cultivos de café son alternativas para amortiguar la problemática de la pérdida forestal, López *et al.*, (2013) menciona que los SAF son vistos estos como una alternativa que contribuye a disminuir la degradación de los recursos base; agua, suelo y biodiversidad, en las regiones cafetaleras del país.

De los arreglos de SAF evaluados durante la investigación, se obtuvieron un mayor rendimiento de café en el arreglo SAF Distribución en Potrero con un total de 1125 Kg.Ha⁻¹ debido a los diferentes beneficios que estos brindan, Márquez (2015) menciona que los arreglos por SAF Distribución en Potrero son técnicas agroecológicas que induce al incremento del rendimiento de cafetos, con la poda, manejo de biodiversidad, adecuada cosecha que garantizan un incremento de producción de café. En este sentido, la sombra filtra y modifica la calidad de la luz que reciben los cafetos (Vaast *et al.* 2005c).

El peso de los cafetos por cosecha va en forma creciente y un mayor incremento en el rendimiento con SAF Distribución en Potreros; en comparación con SAF Sin Sombra por cada cosecha realizada, la UNSCH (2011), realizó un estudio sobre sistemas agroforestales con tecnologías limpias (especie *Inga* y a pleno sol) en los suelos del VRAEM; donde obtuvieron resultados en tres años consecutivos 2009, 2010 y 2011 de 510, 750, 1.610 Kg.ha⁻¹ de café con SAF con especie *Inga* y 460, 350 y 700 Kg.ha⁻¹ de café a pleno sol.

En cuanto al peso de grano de café bruto y oro se obtuvieron mejores resultados en los arreglos de SAF Distribución en Potreros, ya que la sombra de la especie *Inga edulis* influye en la regulación de los microclimas óptimos para la producción de café, al igual que Vaast *et al.*, (2005b) y Wintgens (2004) sostienen que la disminución en la temperatura favorece un alargamiento en el proceso de maduración de la cereza, que a su vez propicia un mejor llenado de grano y consecuente producción de granos de mayor peso, mayor tamaño de grano y con mejor calidad de bebida.

Por otro lado, en este SAF se ha observado una gran capa de hojarasca proporcionado por la especie *Inga edulis* (guaba) lo que contribuye con nutrientes al suelo y facilita el desarrollo de las plantas de café e incrementando la producción, Weber *et al.*, (2014) sostiene que los árboles de sombra también pueden limitar por tanto la cantidad de fertilizante que se necesita mediante la plantación de árboles, incrementando de este modo la disponibilidad de nutrientes que se requiere para una mejor producción de café orgánico; además, la presencia de hojarasca evita la presencia de plantas malezas, disminuye la erosión hídrica que dificultan el desarrollo de las plantaciones de café y que para controlar e incrementar la producción de café se utilice insumos agroquímicos que afecten el medio ambiente. Sosa *et al.*, (2004) indica que la diversidad florística asociado a los SAF Distribución en Potreros con café ayuda al control de malezas, la cual no permiten la competencia por los nutrientes del suelo con las plantaciones de café y lograr la sostenibilidad de la producción a largo plazo mediante el uso de insumos producidos por la propia finca. Por lo tanto, el incremento de la producción de café con SAF Distribución en Potreros se da por el mantenimiento de la diversidad biológica y protección de los suelos como lo encontrado por Farfán (2007) y Muschler (2001) que se logra disminuir la evapotranspiración, fijar nitrógeno en los suelos y además ofrecen servicios ambientales no sólo al cultivo sino al paisaje en su conjunto, como secuestro de carbono, mantenimiento de diversidad biológica y protección de suelos.

Por otro lado, la inexistencia de esta capa de hojarasca en los arreglos de SAF Cercos Vivos y cultivo Sin Sombra, se observó que la erosión hídrica es mayor y también la presencia de hiervas invasoras o malezas en comparación del arreglo de SAF Distribución en Potrero (con sombra) lo cual se concuerda con la investigación realizada por Altieri (2002) el cual indica que es beneficioso para las plantas de café ya que forma una espesa capa de desechos orgánicos, reduciendo la evaporación, protegiendo el suelo de procesos erosivos y controlando la proliferación de hiervas invasoras y Alcántara *et al.*, (2003) sostiene que los cultivos de café en Sistemas Convencionales es necesario un manejo más extenso para incrementar la producción, como es el uso de agroquímicos, tales como herbicidas, pesticidas, fertilizantes que puede causar impactos negativos en el agroecosistemas como la disminución de los niveles de materia orgánica en el suelo, compactación y muerte de agentes biológicos.

Por el contrario, los cultivos de café que no cuentan con un SAF son más susceptibles a enfermedades o plagas lo que ocasiona la pérdida o disminución en la producción de café tal como lo menciona Jonsson *et al.*, (2015) que sostiene que un microclima favorable en las plantaciones de sombra puede disminuir el impacto de la broca del café, ya que este insecto se beneficia del aumento de las temperaturas. Según Siles y Vaast (2002), estiman que el rango de temperatura óptima para *Coffea arábica* está entre 15 a 24 °C. Por encima de los 25 °C la tasa fotosintética es reducida por la caída de las hojas dañadas por la continua exposición a altas temperaturas.

Uno de los problemas más representativos de algunas fincas de los productores de café asociado a la diversidad florística, es la densidad de siembra de las especies de sombra, en este sentido un mayor número de individuos de sombra ocasionaría el aumento de la humedad y la aparición de plagas y enfermedades como lo indica Vaast *et al.*, (2005a) y López-Bravo *et al.*, (2012) que un exceso de densidad de sombra influye con el aumento de la humedad, lo cual facilita el crecimiento de hongos, tales como la roya de la hoja de café; también, el exceso de sombra dificulta a que los rayos solares lleguen hasta las hojas y realicen el proceso de la fotosíntesis por lo que ocasionaría la disminución del rendimiento de la producción de café tal como lo menciona Vaast *et al.*, (2005b) que la reducción del 18 % en el rendimiento del café bajo sombra (> 50%) en comparación a café cultivado a pleno sol. Aduciendo este fenómeno a entrenudos más largos, menos nudos fructificados y baja inducción floral, como respuesta a la menor exposición lumínica ejercida por la sombra.

En tal sentido la densidad óptima para la diversidad florística asociado a los SAF con café es de 45 % lo que representa un total de 120 a 150 árboles de sombra por hectárea (9m x 9m) el cual brindara beneficios como indica en su investigación Vandermeer *et al.*, (2014) que la sombra optimo a un 40% proporciona un hábitat para las hormigas *Azteca*, las cuales pueden proteger a los arbustos de café contra la roya de la hoja y permite que los rayos solares lleguen directamente a las hojas de las plantaciones de café.

Los SAF brindan protección y habitas al medio ambiente que los contiene, López (2007) indica que los sistemas agroforestales son una forma de uso de la tierra para diversificar y optimizar la producción respetando el principio de la sostenibilidad. Vargas y Sotomayor (2004) mencionan que la agroforestería o SAF cumple la función importante en la conservación de la diversidad biológica dentro de los paisajes deforestados y fragmentados,

suministrando hábitats y recursos para las especies de animales y plantas, reduciendo la frecuencia e intensidad de los incendios y aportando zonas de amortiguamiento; además, mencionan que el objetivo de los SAF es diversificar la producción, mejorar la agricultura migratorio, aumentar la materia orgánica del suelo, fijar el nitrógeno atmosférico, reciclar los nutrientes, modificar el microclima y optimizar la productividad del sistema respetando el concepto de producción sostenible, Manson *et al.*, (2008) sostiene que los SAF con café ha ganado importancia ya que también interviene en la conservación del suelo y son vistos como una alternativa para realizar prácticas de agricultura en cultivos de café.

V. CONCLUSIONES

- La diversidad florística más representativa en el área de estudio es la especie *Inga edulis* (guaba) que es la especie más utilizada por los agricultores en los cultivos de café, asociado a los arreglos de SAF Distribución en Potreros, SAF Cercos Vivos y cultivos de café que no están asociados a un SAF (Sin Sombra).
- El SAF “Distribución en Potreros” (*Inga edulis*) asociado con café (*Coffea arábica*), proporcionan mayor rendimiento de producción alcanzando un peso de 1125 kilogramos de café por hectárea, en comparación de los SAF Cercos Vivos y un Sistema Convencional alcanzando un total de 994.5 y 990 kilogramos de café oro respectivamente por hectárea.
- Para una mayor producción sostenible tanto para el agricultor y el medio ambiente, se propuso a los agricultores realizar las prácticas de cultivos de café asociado a la diversidad florística en SAF “Distribución en Potreros” al 40% de densidad de sombra (120 – 150 árboles por hectárea) por sus diversos impactos positivos que brinda al medio ambiente

VI. RECOMENDACIONES

- Para una mejor comparación de datos y análisis, se sugiere tomar datos de las muestras mayores a tres años consecutivos de producción de café, ya que la producción de café varía de un año para otro.
- Realizar investigaciones identificando y evaluando diferentes especies de diversidad florística en SAF con café a nivel distrital y proponer un sistema de cultivo sostenible.
- Desarrollar investigaciones en la producción de café con diferentes características o atributos de los SAF que incidan el aprovechamiento de los efectos directos e indirectos de los agricultores.
- La participación de los gobiernos regionales – MINAGRI en el sector agrario y desarrollar investigaciones que conlleven a desarrollar una agricultura sostenible con cooperación con la UNTRM-A e Instituciones Públicas y Privados.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Alcántara, E.N.; Ferreira, M.M. y Mercer, J.R. (2003). Efeito de métodos de controle de plantas daninhas em um latossolo Distroférico em cafeeiro adulto sobre os indicadores físicos de qualidade do solo. III Simposio de pesquisa dos cafes do Brazil. Bahia. EMBRAPA – Café.
- Altieri, M. (2002). Agroecología: bases científicas para una Agricultura Sustentable. Guaiba, BR. Agropecuaria, 592 p.
- Atangana, A., Khasa, D., Chang, S., Degrande, A. (2014). Tropical Agroforestry, in: Tropical Agroforestry. Springer Netherlands, Dordrecht, pp. 35–47. doi:10.1007/978-94-007-7723-1
- Beer, J.; Muschler R.; Kass D. y Somarriba, E. (1998). Shade management: in coffee and cacao plantations. *Agroforestry Systems* 38, 139–164.
- CATIE. (2004). Programa FOCUENCA II: Innovación, Aprendizaje y comunicación para la cogestión Adaptativa de Cuencas. (Resumen ejecutivo). CATIE, Turrialba, CR. 24 P.
- Cenicafe. (2005). Sistemas Agroforestales de producción de café. (en línea) consultado el 20 de sep. de 2018, Disponible en:
http://www.Cenicafe.org/modules.php?name=Sistemas_Produccion&file=sisagr
- Eakin, H., Winkels, A., Sendzimir, J. (2009). Nested vulnerability: exploring cross-scale linkages and vulnerability teleconnections in Mexican and Vietnamese coffee systems. *Environ. Sci. Policy* 12, 398–412.
- Ellis, E.A., M. Martínez-Bello y R. Monroy-Ibarra. (2011). Focos rojos para la conservación de la biodiversidad. In: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Conabio, Gobierno del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología, A.C. Mexico, D.F. p:351-368.

- Farfán V., F. (2007). Producción de café en Sistemas agroforestales. En Sistemas de producción de café en Colombia. Cap. VIII. Chinchiná, Cenicafé. 309 pp.
- Farfán V., F. (2014). Agroforestería y Sistemas agroforestales con café – Cenicafé. Manizales, Caldas, Colombia.
- Farfán V., F. (2015). Instrumentos para estimar el porcentaje de sombra en el cafetal. Cenicafe 39(1):14-18p.
- Jiménez F. Muschler R. (2001). Introducción a la agroforestería. Funciones y aplicaciones de sistemas agroforestales. Módulos de Enseñanza Agroforestal CATIE/GTZ. Pp. 1-24.
- Jonsson, M., Raphael, I.A., Ekbohm, B., Kyamanywa, S., Karungi, J. (2015). Contrasting effects of shade level and altitude on two important coffee pests. J. Pest Sci. 88, 281–287.
- Lavelle, P; Senapati, B; Barros, E. (2003). Soil macrofauna. In Trees, Crops and Soil Fertility. Eds. G. Schroth y F.L. Sinclair. CAB Internacional. 303-323p.
- López-Bravo, D.F., Virginio-Filho, E.D.M., Avelino, J. (2013). Shade is conducive to coffee rust as compared to full sun exposure under standardized fruit load conditions. Crop Prot. 38, 21–29.
- López T. G. (2007). Sistemas agroforestales 8. SAGARPA. Subsecretaría de Desarrollo Rural. Colegio de Post-graduados. Puebla. 8 p.
- Manson, R.H., Contreras, A. y López, F. (2008). Estudios de la biodiversidad en cafetales. In: R.H. Manson, V. Ortiz, H. y Mehlreter, K. eds. Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz: Biodiversidad, manejo y conservación. Inecol, INE-Semarnat. México, D.F. pág.: 1-14.

- Marcon, M. y Sorrentino, M. (2002). Factores relacionados a sossibilicao de agricultores de Barra da Turvo/SP na adocao de agroflorestas. In congreso Brasileiro sobre sistemas Agroforestais, 4 (2002, Ilheus).
- Márquez R.F. (2015). Sustentabilidad de la caficultura orgánica en La Convención-Cusco. Tesis Doctoral en Agricultura Sustentable. Escuela de Post Grado de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú.
- Maestri, M.; Barros R.S. y Rena, A.B. (2001). Coffee. En: Last, F.T. (ed.). Tree crop ecosystems. Elsevier, Amsterdam. pp. 339-360.
- MINAGRI (2013). Dinámica Agropecuaria 2004-2013, Peru.
- MINAGRI (2017). Anuario Estadístico “Producción Agrícola 2017”, Peru. Pag. 26, 34 y 42.
- Muschler R.G. (2001). Shade improves coffee quality in a suboptimal coffee zone of Costa Rica. *Agroforestry Systems* (85): 131-139.
- Philpott, S.M., Arendt, W.J., Armbrrecht, I., Bichier, P., Diestch, T. V, Gordon, C., Greenberg, R., Perfecto, I., Reynoso-Santos, R., Soto-Pinto, L., Tejeda-Cruz, C., Williams-Linera, G., Valenzuela, J., Zolotoff, J.M. (2008). Biodiversity loss in Latin American coffee landscapes: review of the evidence on ants, birds, and trees. *Conserv. Biol.* 22, 1093–1105.
- Siles G, P; Vaast, P. (2002). Comportamiento fisiológico del café asociado con Eucalyptus degluta. Terminalia ivorensis o sin sombra. *Agroforestería en las Américas* 9 (3536): 4449.
- Sosa, L.M.; Escamilla, E.P.; Diaz, S.C. (2004). Organic coffee. In wintgens, J.N. Coffee: Growing, processing, sustainable produccion. Wiley – UCH, Weinheim 339 -354 p.

- UNSCH (2011). Sistemas agroforestales con tecnología limpia en los suelos del VRAEM, Perú.
- Vaast, P; Cilas, C; Perriot, J; Davrieux, J; Guyot, B; Bolaños, M. (2005a). Mapping of Coffee Quality in Nicaragua According to Regions. Ecological Conditions and Farm Management. In ASIC Conference. Bangalore, India. p 842-850.
- Vaast, P; Van Kanten, R; Siles, P; Dzib, B; Frank, N; Harmand, J; Genard, M. (2005b). Shade: A Key Factor for Coffee Sustainability and Quality. ASIC Conference, Bangalore, India. p 887-896.
- Vaast, P; Bertrand, B; Perriot, J; Guyot, B; Genard, M. (2005c). Fruit thinning and shade improve bean characteristics and beverage quality of coffee (*Coffea arabica* L.) under optimal conditions. Journal of Science of Food and Agriculture In press.
- Vargas R. V. Sotomayor G. A. (2004). Modelos agroforestales y biodiversidad. Seguimiento al Tema Especial I. Conservación de la biodiversidad. Revista ambiente y desarrollo de CIPMA. Vol. XX-No 2. Pp. 123-124.
- Villavicencio E., L. y J.I. Valdez H. (2003). Análisis de la estructura arbórea del Sistema agroforestal rusticano de café en San Miguel, Veracruz, Mexico. *Agrociencia* 37(4):413-423.
- Weber, O., Delince, J., Duan, Y., Maene, L., McDaniels, T., Mew, M., Schneidewind, U., Steiner, G. (2014). Sustainable Phosphorus Management, in: Sustainable Phosphorus Management. Springer, p. 290.
- Wintgens, J. (2004). Factors Influencing the Quality of Green Coffee. In J, Wintgens. Eds. Coffee: Growing, Processing, Sustainable Production. Alemania, WileyVCH. Pg. 798-809.

ANEXOS

- **Anexo 1:** Análisis y comparación de resultados.

Tabla 6. Cuadro de registro de los pesos de café seco en los tres arreglos SAF.

<i>SAF</i>	PESO DE CAFÉ SECO (Kg/10 plantas)			TOTAL
	Primera cosecha	Segunda cosecha	Tercera cosecha	
<i>DISTRIBUCIÓN</i>	0.45	1.58	0.75	2.78
<i>CORTINAS ROMPEVIENTOS</i>	0.58	1.21	0.45	2.24
<i>SISTEMA CONVENCIONAL</i>	1.48	0.92	0.28	2.68

Tabla 7. Análisis de varianza para rendimiento de café oro (Kg/10 plantas)

Fuente de Variación	DF	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F Calculado	Pr > F
SAF	1	0.055	0.027511	0.095	0.911
Residuales	28	1.737	0.289466		

= No existe diferencia significativa

- **Anexo 2:** Análisis y comparación de datos por SAF.

Tabla 8. Análisis de varianza para rendimiento bruto (gr)

Fuente de Variación	DF	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F Calculado	Pr > F
SAF	1	0.00200	2.000e-03	24.561	0.00***
Residuales	28	0.00228	8.143e-05		

*** = Altamente significativo

Tabla 9. Prueba de Tukey para rendimiento bruto (gr)

SAF	Promedio de humedad	Prueba de Tukey
Distribución en Potrero	0.070	A
Cercos Vivos	0.054	B
Sistema Convencional	0.050	B

Tabla 10. Análisis de varianza para rendimiento café oro (gr)

Fuente de Variación	DF	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F Calculado	Pr > F
SAF	1	0.000405	4.050e-04	13.11	0.001**
Residuales	28	0.000865	3.089e-05		

*** = Significativo

Tabla 11. Prueba de Tukey para rendimiento café oro (gr)

SAF	Promedio de humedad	Prueba de Tukey
Distribución en Potrero	0.033	A
Cercos Vivos	0.030	AB
Sistema Convencional	0.024	B

Tabla 12. Análisis de varianza para longitud de grano (cm)

Fuente de Variación	DF	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F Calculado	Pr > F
SAF	1	0.021125	0.0211250	6.1345	0.019*
Residuales	28	0.096422	0.0034436		

* = Bajo nivel de significancia

Tabla 13. Prueba de Tukey para longitud de grano (cm)

SAF	Promedio de humedad	Prueba de Tukey
Distribución en Potrero	0.88	A
Cercos Vivos	0.81	B
Sistema Convencional	0.8	B

Tabla 14. Análisis de varianza para diámetro de grano (cm)

Fuente de Variación	DF	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F Calculado	Pr > F
Variedades	1	281.8	281.77	1.6057	0.216
Residuales	28	4913.5	175.48		

= No existe diferencia significativa

Tabla 15. Análisis de varianza para peso (g/100)

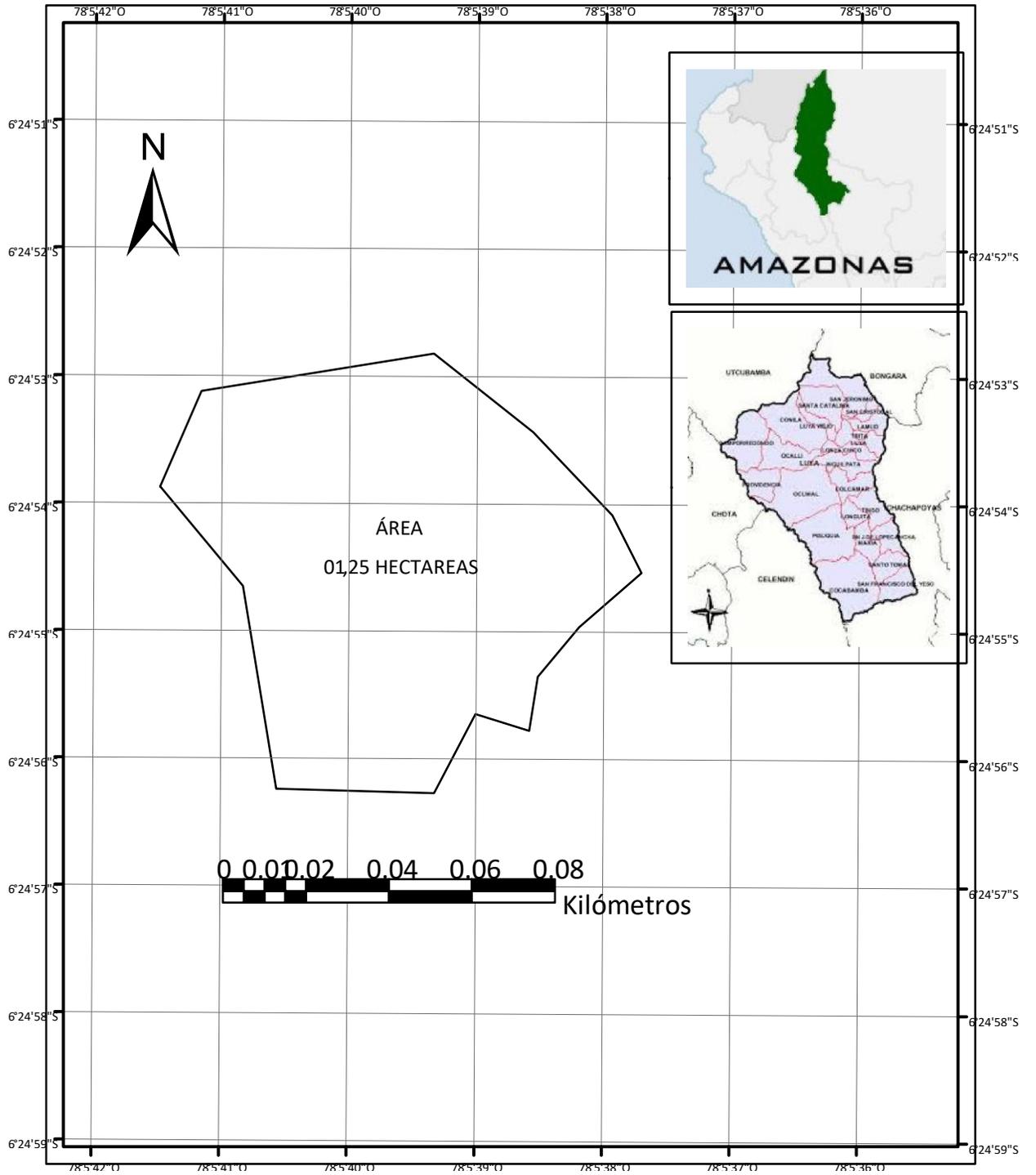
Fuente de Variación	DF	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F Calculado	Pr > F
SAF	1	0.00612	0.006125	0.3417	0.5635
Residuales	28	0.50190	0.017925		

= No existe nivel de significancia

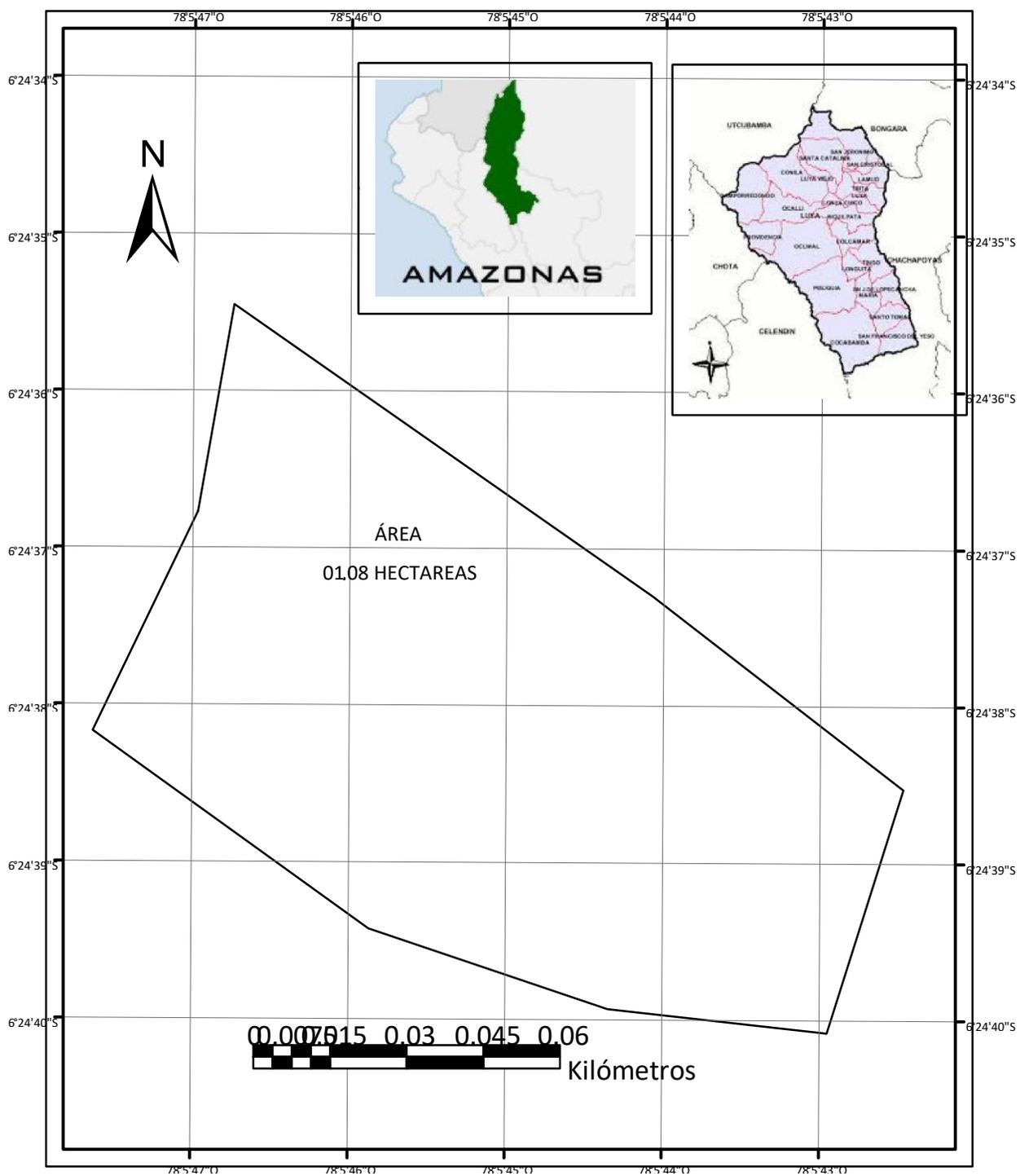
- **Anexo 3:** Proceso de beneficio húmedo de los cafetos.



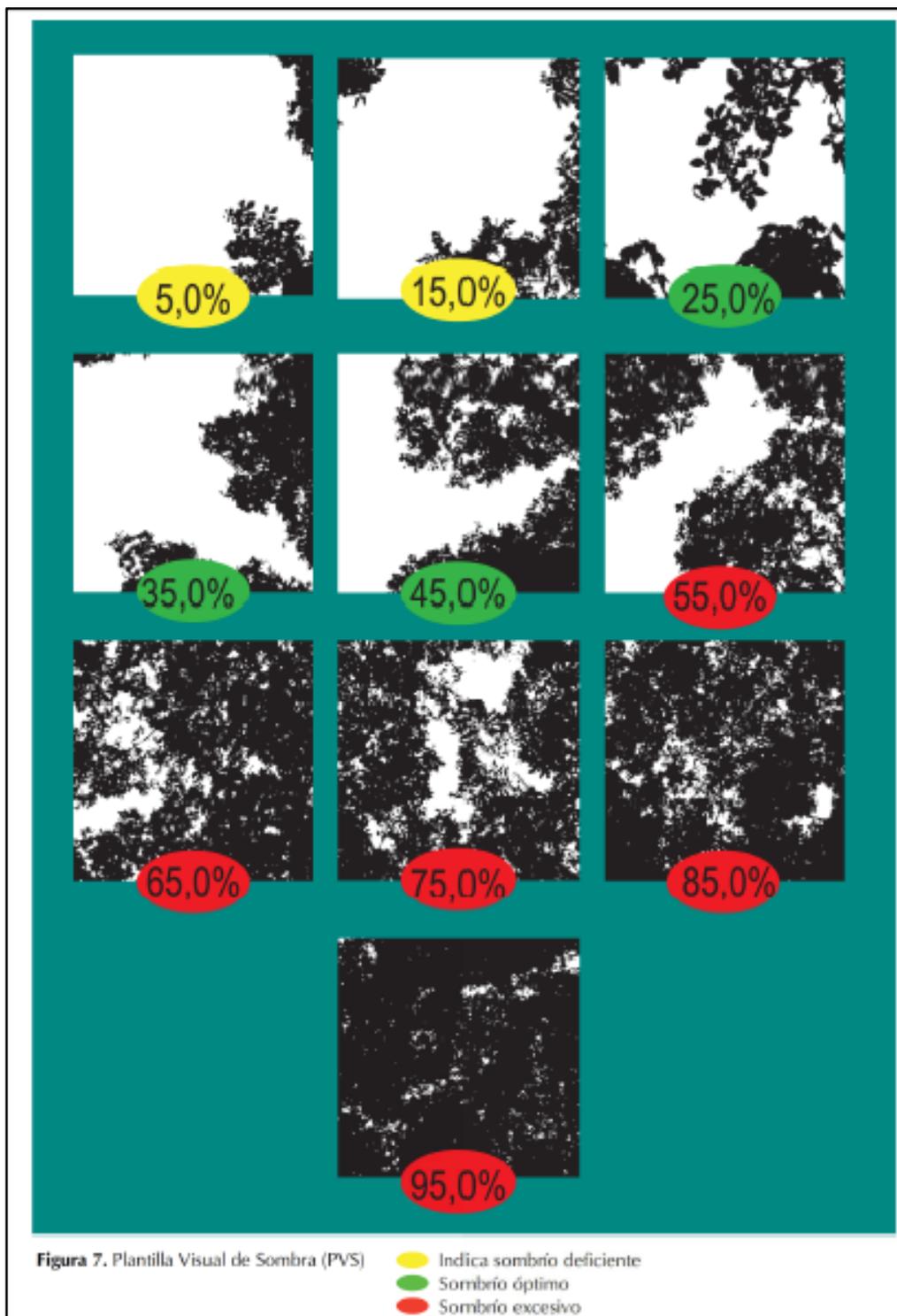
MUESTRA N° 02: SAF POR CORTINAS ROMPEVIENTOS



MUESTRA N° 03: SAF SIN SOMBRA

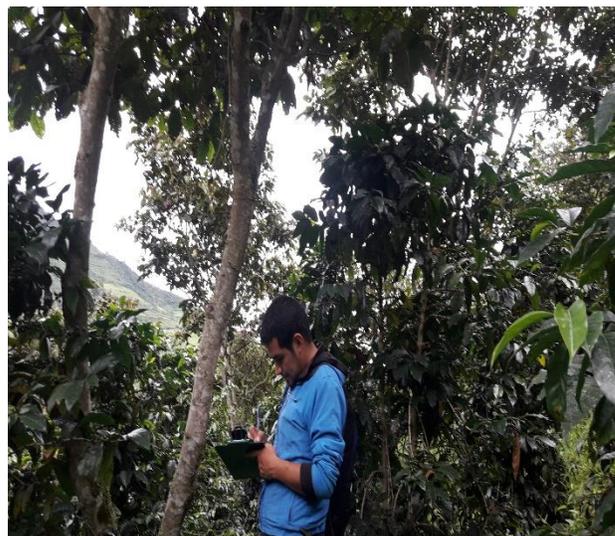


Anexo 5. Plantilla Visual de Sombra



Fuente: Farfan (2015).

Anexo 6. Panel fotográfico



Fotografía 1 y 2. Identificación de la diversidad florística asociado a los SAF.



Fotografía 3 y 4. Desarrollo de las plantaciones de café bajo SAF Distribucion en Potrero y Sistema Convencional



Fotografía 5, 6 y 7. Desarrollo de la maduración de los granos de café bajo SAF Distribución en Potrero, Cercos Vivos y Sistema Convencional.



Fotografía 8. Beneficio secundarios con la presencia de hojarasca en SAF Distribución en Potrero.



Fotografía 9. comparación de rendimiento de grano de café oro asociado a SAF y Sistema convencional



Fotografía 10. Determinación de la densidad de sombra (%), mediante la Plantilla Visual de Sombra