

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
ESCUELA DE POSGRADO**

**UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES**



**“SISTEMA AGROFORESTAL Y SERVICIOS AMBIENTALES EN EL CULTIVO DE CAFÉ
CATURRO EN AUCAYACU DISTRITO JOSÉ CRESPO Y CASTILLA – PROVINCIA DE
LEONCIO PRADO- REGIÓN HÚANUCO 2020-2021”**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACÁDEMICO DE MAESTRO EN GESTIÓN AMBIENTAL
PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE**

**AUTORES: ALEX DEL ÁGUILA IPANAQUÉ
VANESSA JOHANA CALDAS GARNIQUE**

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Alex del Águila Ipanaqué', is written on a white rectangular background.

Callao, 2022

PERÚ

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Vanessa Johana Caldas Garnique', is written on a white rectangular background.

HOJA DE REFERENCIA DEL JURADO Y APROBACIÓN

Ms.C. María Teresa Valderrama Rojas : Presidenta
Ms.C. María Antonieta Gutiérrez Díaz : Secretaria
MG. Raymundo M. Del Carmen Carranza Noriega : Miembro
MG. Eduardo Valdemar Trujillo Flores : Miembros

ASESOR: Dra.: SONIA ELIZABETH HERRERA SANCHEZ

ACTA N° 001-2022 UPG-FIARN

LIBRO N° 01

FOLIO N° 05

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 07 DE JUNIO DE 2022

DEDICATORIA

A Dios por la vida y salud. Con amor y eterna gratitud a mis padres Esther Ipanaque y Alexander Del Águila, a mi querida Ivette y a José.

**Alex Del Águila
Ipanaqué**

A Dios por darme salud y darme la fortaleza suficiente para afrontar situaciones difíciles que la vida nos da. A Miriam Garnique, Miguel Caldas y a mi compañero y amor Anthony con mucho cariño le dedico todo mi esfuerzo por la realización de la presente tesis.

Vanessa Caldas Garnique

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, dar gracias a Dios por permitirnos vivir todas las experiencias y momentos compartidos en esta etapa de nuestras vidas.

A nuestros padres por brindarnos el apoyo y nunca dejarnos caer animándonos a seguir adelante.

A nuestros asesores la Dra. Sonia Herrera y el Mg. Oscar Fuchs Ángeles, por su paciencia y enseñanzas.

A la Ing. Graciela Salgado, profesores, compañeros de la Universidad Nacional del Callao por el apoyo continuo y por compartir los momentos vividos.

A nuestro compañero José Ramírez que nos permitió tomar muestras de sus cultivos, además nos apoyó como guía y nos brindó su hogar como alojamiento.

GRACIAS A TODOS

ÍNDICE

TABLA DE CONTENIDO	3
TABLA DE IMÁGENES Y OTROS	4
RESUMEN.....	6
ABSTRATO	7
INTRODUCCIÓN.....	8
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	10
1.1. Descripción de la realidad problemática.....	10
1.2. Formulación del problema	15
1.3. Objetivos	16
1.4. Limitantes de la investigación	17
II. MARCO TEÓRICO	20
2.1. Antecedentes	20
2.2. Bases teóricas.....	27
2.3. Conceptual.....	35
2.4. Definición de términos básicos	38
III. HIPÓTESIS Y VARIABLES	40
3.1. Hipótesis.....	40
3.2. Definición conceptual de variables.....	41
3.2.1. Operacionalización de variables	42
IV. DISEÑO METODOLÓGICO	43
4.1. Tipo y diseño de investigación.....	43
4.2. Método de investigación.....	44
4.3. Población y muestra.....	45
4.4. Lugar de estudio	46
4.5. Técnicas e instrumentos para la recolección de la información.....	46

4.6. Análisis y procesamiento de datos	49
V. RESULTADOS	51
5.1. Resultados descriptivos	51
5.2. Resultados interferenciales	56
VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	66
6.1. Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados	66
6.2. Contrastación de los resultados con otros estudios similares	68
6.3. Responsabilidad ética de acuerdo a los reglamentos vigentes	69
CONCLUSIONES	70
RECOMENDACIONES.....	71
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA.....	72
ANEXO 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	85
ANEXO 02: INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	88
ANEXO 03: FICHA DE JUICIOS DE EXPERTOS APROBADOS	91
ANEXO 05: BASE DE DATOS UTILIZADOS	110
ANEXO 07: GALERIA DE FOTOS	117

-

TABLA DE CONTENIDO

Tabla 01: Producción de café por Departamento	
Tabla 02: Impactos ambientales en el cultivo de café	
Tabla 03: Capacidad de captura de carbono orgánico(g) en el cultivo	52
Tabla 04: Carbono orgánico(g) en el suelo	53
Tabla 05: Valor económico de los servicios ambientales	55
Tabla 06: Prueba de Normalidad	56
Tabla 07: Prueba de T de Student	58
Tabla 08: Prueba de Normalidad	59
Tabla 09: Prueba de T de Student	61
Tabla 10: Prueba de Normalidad para la dimensión	62
Tabla 11: Prueba T de Student	63

TABLA DE IMÁGENES Y OTROS

Figura 01: Proceso que interactúa en un sistema agroforestal	27
Figura 02: Porcentaje de Sombrío	29
Figura 03: Café Caturro	31
Figura 04: Partida a la Ciudad de Tingo María	36
Figura 05: Delimitación el área de la muestra	
Figura 06: Retirando muestra de suelo	
Figura 07: Medición de talla de cultivo	
Figura 08: Extrayendo muestra N° 01 de frutos y hojas	
Figura 09: Retirar muestra de hojas N°02	
Figura 10: Muestra de suelo N°02	
Figura 11: Extrayendo muestra N°02 de frutos y hojas	
Figura 12: Medición del tallo muestra N°02	
Figura 13: Pesado de muestra de suelo	
Figura 14: Pesado de muestra de fruto y hojas	
Figura 15: Medición de Temperatura	
Figura 16: Abono orgánico utilizado en los cultivos de Divisoria	

Figura 17: Delimitando el área de la muestra

Figura 18: Medición de cultivo de Divisoria

Figura 19: Medición de cultivo de Divisoria

Figura 20: Cultivo de café de Divisoria

Figura 21: Muestra de Suelo

Figura 22: Muestra de frutos y hojas en el Laboratorio de Tingo María

Figura 23: Paro de Transportistas

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo analizar en qué medida el sistema agroforestal incide en los servicios ambientales en el cultivo de café. La investigación se basó en la Guía para la determinación de carbono en pequeñas propiedades rurales, metodología del Centro Mundial Agroforestal (ICRAF). La investigación se desarrolló en las zonas de Bolognesi y Divisoria ubicadas en Aucayacu región de Huánuco, se recabaron 10 muestras de suelo y 10 muestras entre hojas y frutos de cada zona para la obtención de carbono. Estos fueron llevados al laboratorio de la Universidad Nacional Agraria de la Selva y al laboratorio Servicios Analíticos Generales S.A.C donde se estimó la fijación de carbono en suelo, hojas y frutos, así mismo se pudo determinar el valor económico de cada muestra tomada.

La mayor captura de carbono para la zona de Bolognesi obtenida fue de 33.4g y para la zona de Divisoria se tuvo 34.6g dando como resultado un valor económico máximo de 9 y 8.8 soles respectivamente.

Se concluyó que el sistema agroforestal no incide significativamente en los “servicios ambientales” con referencia a la capacidad de captura de carbono en el cultivo de café, debido a que se encuentran involucrados otros factores como porcentaje de sombra, nutrientes, abono, etc.

Palavras-chave: Sistemas Agroflorestais, serviços ambientais, sequestro de carbono, manejo do solo, cafeicultura.

ABSTRATO

O objetivo desta pesquisa foi analisar em que medida o sistema agroflorestal afeta os serviços ambientais na cafeicultura. A pesquisa foi baseada no Guia para determinação de carbono em pequenas propriedades rurais, metodologia do World Agroforestry Center (ICRAF). A pesquisa foi realizada nas áreas de Bolognesi e Divisoria localizadas na região de Aucayacu de Huánuco, 10 amostras de solo e 10 amostras entre folhas e frutos de cada área foram coletadas para obter carbono. Estas foram levadas ao laboratório da Universidad Nacional Agraria de la Selva e ao laboratório Servicios Analíticas Generales S.A.C, onde se estimou a fixação de carbono no solo, folhas e frutos, bem como o valor econômico de cada amostra coletada.

A maior captura de carbono obtida para zona Bolognesi foi de 33,4g e para zona Divisoria foi de 34,6g, resultando em um valor econômico máximo de 9 e 8,8 soles, respectivamente.

Concluiu-se que o sistema agroflorestal não afeta significativamente os “serviços ambientais” no que diz respeito à capacidade de captura de carbono na cafeicultura, pois outros fatores estão envolvidos como porcentagem de sombra, nutrientes, fertilizantes, etc.

Palavras-chave: Sistemas Agroflorestais, serviços ambientais, sequestro de carbono, manejo do solo, cafeicultura.

INTRODUCCIÓN

El dióxido de carbono (CO₂) es el gas que más contribuye al calentamiento global. Una forma de mitigar sus efectos es almacenarlo en la biomasa (mediante la fotosíntesis) y en el suelo (a través de la acumulación de materia orgánica). El Sistema agroforestal representa un importante sumidero de carbono, sin embargo, no ha sido considerado en el pago de servicios ambientales, debido entre otras razones, a la ausencia de información cuantificada sobre su potencial de almacenamiento y fijación de carbono. En la mayoría de las zonas cafetaleras de América Central, el café (*Coffea spp.*) se maneja bajo sombra arbórea (Galloway & Beer, 1997)

El pago de servicios ambientales por fijación y almacenamiento de carbono representa una alternativa para dar valor agregado a la producción, que podrá tener un gran potencial e importancia para los productores. La finalidad de este estudio fue cuantificar el carbono fijado y almacenado en sistemas agroforestales con café.

El cambio climático ha sido atribuido principalmente a causas antropogénicas, tales como la deforestación, degradación de suelos y al uso de combustibles que emiten gases de efecto invernadero, como el CO₂ (IPCC, 2001). La Convención Marco de Naciones Unidas para el Cambio climático (CMNUCC) ha propuesto la adaptación y mitigación como estrategias para luchar contra este problema medioambiental. Ello consiste en reducir las fuentes y/o aumentar los sumideros de carbono.

Los sistemas agroforestales que incluyen la producción de “café bajo sombra (*coffea arabica L*)”, son utilizados en países como Costa Rica, Puerto Rico y Colombia y son

una estrategia para estos proyectos, ya que fijan el carbono en la biomasa y suelo (Avilés, 2009).

Para lograr ello, se utilizó la metodología del ICRAF (Centro Mundial Agroforestal), vertida en la publicación “Guía para la determinación de carbono en pequeñas propiedades rurales”, 2011. Dicha metodología es aplicable a áreas pequeñas en bosques tropicales mediante métodos de cálculo simples y a bajo costo.

En el primer capítulo, se aborda el planteamiento del problema, describiendo la realidad problemática, los objetivos y cuáles fueron los limitantes en la investigación; el segundo capítulo está referido al marco teórico y conceptual; el tercer capítulo se trata sobre cuáles fueron las hipótesis y variables para la investigación; en cuarto capítulo, este refiere al diseño metodológico donde se explica cómo fueron tomadas las muestras y cuál fue el procedimiento a seguir; en el quinto capítulo se exponen los resultados de las muestras de suelo, frutos y hojas analizadas en dos laboratorios; y finalmente en el sexto capítulo se plantea la discusión de estos resultados.

La presente investigación busca generar información técnico científica, que permita conocer la cantidad de carbono que se almacena en el suelo de Aucayacu y otra zona de similares condiciones, para tal fin se establecieron 10 muestras de las zonas de Bolognesi y Divisoria cada una de diferentes gradientes altitudinales. Al mismo tiempo es posible plantear opciones para mejorar la gestión y dar un valor económico a la captura de carbono en los cultivos de café; encontrar adaptaciones frente a eventuales cambios climáticos perniciosos y servir de sustento para posteriores investigaciones científicas.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

La problemática ambiental que enfrentan las naciones es cada vez más compleja y preocupante debido al desequilibrio creciente entre el crecimiento de la población y la capacidad de los recursos para sustentar el aumento en la demanda de Servicios ecosistémicos IPCC (2007).

En los últimos 50 años, la utilización humana de la mayoría de los servicios de los ecosistemas se está incrementando contribuyendo a su degradación. (Carpenter *et al*, 2009). Aunque los servicios ambientales son esenciales para el bienestar de la humanidad y la vida en la tierra, su proceso de deterioro se ha acelerado a un ritmo alarmante. De acuerdo con la Valoración de los Ecosistemas del Milenio (2005), casi dos tercios de los ecosistemas del mundo se encuentran amenazados afectando sus servicios ambientales.

En Europa, se ha realizado un diagnóstico sobre la situación de los ecosistemas bajo el enfoque de los servicios de los ecosistemas, siguiendo el marco conceptual y la clasificación de servicios de los ecosistemas de la evaluación del milenio (Harrison *et al*, 2010). Las tendencias en la evolución se manifiestan en la demanda de producción a los agroecosistemas, en la demanda de madera a los bosques y en la regulación de los flujos de agua por los ríos, humedales y montañas. Sin embargo, la falta de

conocimiento de la importancia por los servicios en los diferentes ecosistemas disminuye su uso.

El impacto de la cuantificación y valoración de los servicios ecosistémicos en políticas públicas es todavía bastante limitado. En la mayoría de los casos, estas evaluaciones sirven para informar el debate y sensibilizar, pero aún no se utilizan de forma sistemática en la toma de decisiones. Y requiere una alta inversión de datos, tiempo, y funciona mejor cuando se aplica a un área Geográfica y limitada a un pequeño número de servicios bien conocidos (Abarca, 2011).

La Amazonía peruana, viene sufriendo una constante deforestación a través de las diferentes actividades productivas; sin considerar que los bosques son sistemas frágiles, donde la existencia de muchas especies se agudiza por la deforestación y tala selectiva, ocasionando un grave impacto ambiental. “Según cifra reportadas por el Panel Intergubernamental para el cambio climático, se estima que la emisión de carbono por deforestación es de 1.6 billones de toneladas por año” (Rojas *et al*, 2009). Los bosques a través del proceso de fotosíntesis capturan el dióxido de carbono atmosférico (CO₂), convirtiéndose en un sumidero de carbono.

A pesar que se viene tomando mayor atención a los servicios de los ecosistemas aún existen pocas evaluaciones locales y de forma limitada en la aplicación de políticas y estrategias de gestión como: la dificultad de evaluar con indicadores los servicios de los ecosistemas, conocer las relaciones entre los diferentes servicios, ajustar la escala de producción, uso de los servicios, y ajustar las escalas entre la ecología y la política Comité Regional Ambiental (2005).

Según el Estudio de Valoración de los Ecosistemas del Milenio (2005), se puso de manifiesto en varios casos el conflicto de interés en los usuarios que utilizan los servicios de provisión de los ecosistemas frente a la conservación de otros servicios de regulación y cultural. Por todo ello, es importante que los estudios sobre servicios ambientales incluyan procesos participativos que permitan incorporar en las evaluaciones la percepción de los diferentes usuarios, así como el conocimiento local.

“El Perú sufre de manera histórica y permanente la destrucción y degradación de los bosques y sus recursos asociados limitando las posibilidades de un auténtico desarrollo sostenible, pero además el inevitable incremento de su deterioro medio ambiental” (Armas,2009).

Según el estudio de interpretación de la dinámica de la deforestación en el Perú y lecciones aprendidas para reducirla (2015), el Perú es el segundo país con mayor extensión de bosques húmedos amazónicos, al 2013 se contaba con 69 millones de hectáreas, más del 75% de esta área se ubica en las regiones de Loreto, Ucayali y Madre de Dios. La última década se evidencia una tasa de deforestación que se perfila al aumento y que en promedio alcanzó las 113 000 hectáreas anuales. La deforestación es un problema sobre el cual no se ha tomado conciencia de quienes tienen compromisos de gobierno teniendo como consecuencia la pérdida de los múltiples bienes consumibles y servicios ambientales que en forma natural ofrecen los ecosistemas forestales.

A nivel de departamento de Huánuco las limitaciones para acceder a mercados de carbono y el desconocimiento de la misma, son algunos factores que acarrearán a la pobreza, así como al mal uso de los recursos forestales, encontrándose en proceso de deterioro acelerado por la tala ilegal indiscriminada y quema de bosques con fines de uso agrícola migratorio y extensivo. (Cuellar, 2015). Esto se agudiza en la Provincia de Leoncio Prado para los pequeños y medianos productores de café que vienen experimentando el impacto negativo que el cambio climático genera sobre su capacidad productiva y capital natural. Así mismo, desconocen técnicas y prácticas de manejo agroforestal y agroecológicas para potenciar su predio agrícola con la captura de CO₂ y así conservar los servicios ambientales. Lampeyre, Alegre y Arévalo (2004).

La alteración de los ecosistemas puede repercutir en la salud de diversas formas y por vías complejas. Los tipos de efectos sanitarios que se producen están determinados por el grado en que la población local depende de los servicios de los ecosistemas, y de factores como la pobreza, que afecta a la vulnerabilidad frente a los cambios en aspectos tales como el acceso a los alimentos y el agua. Asimismo, se verían afectados los medios para ganarse el sustento, los ingresos y la migración local; en ocasiones, pueden incluso ocasionar conflictos políticos (Scherr, 2006).

Por ello, se plantea como alternativas para la preservación del recurso forestal al utilizar tecnología que beneficia al medio ambiente, es decir, que sean sostenibles, como el sistema agroforestal (SAF) que secuestran y conservan el carbono, además pueden obtener un valor económico para los productores de café; estrategias que deben ser consideradas como parte de la gestión ambiental.

Los servicios ecosistémicos pueden ayudar a visibilizar los costos y beneficios de las acciones humanas. La cuantificación y valoración del almacenamiento de carbono puede ayudar a la contribución de los sistemas naturales, a la producción económica o bienestar humano, y ayudar a entender como las acciones humanas afectan a los sistemas naturales. (Mendieta y Rocha, 2007).

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema General

- ¿En qué medida el sistema agroforestal incide en los servicios ambientales en el cultivo de café Caturro en Aucayacu distrito José Crespo y Castilla-Provincia de Leoncio Prado- Región Huánuco 2020-2021?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿En qué medida el sistema agroforestal incide en los servicios ambientales con referencia a la capacidad de captura de carbono en el cultivo de café Caturro en Aucayacu distrito José Crespo y Castilla-Provincia de Leoncio Prado-Región Huánuco 2020-2021?

- ¿En qué medida el sistema agroforestal incide en los servicios ambientales con referencia a la cantidad de carbono orgánico del suelo en el cultivo de café Caturro en Aucayacu distrito José Crespo y Castilla-Provincia de Leoncio Prado-Región Huánuco 2020-2021?

- ¿En qué medida el sistema agroforestal incide en el valor económico de los servicios ambientales en el cultivo de café Caturro en Aucayacu distrito José Crespo y Castilla- Provincia de Leoncio Prado-Región Huánuco 2020-2021?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

- Analizar en qué medida el sistema agroforestal incide en los servicios ambientales en el cultivo de café Caturro en Aucayacu distrito José Crespo y Castilla-Provincia de Leoncio Prado-Región Huánuco 2020-2021.

1.3.2. Objetivo Especifico

- Analizar en qué medida el sistema agroforestal incide en los servicios ambientales con referencia a la capacidad de captura de carbono en el cultivo de café Caturro en

Aucayacu distrito José Crespo y Castilla- Provincia de Leoncio Prado-Región Huánuco 2020-2021.

- Analizar en qué medida el sistema agroforestal incide en los servicios ambientales con referencia a la cantidad de carbono orgánico del suelo en el cultivo de café Caturro en Aucayacu distrito José Crespo y Castilla-Provincia de Leoncio Prado-Región Huánuco 2020-2021.

- Analizar en qué medida el sistema agroforestal incide en el valor económico de los servicios ambientales en el cultivo de café Caturro en Aucayacu distrito José Crespo y Castilla-Provincia de Leoncio Prado- Región Huánuco 2020-2021.

1.4. Limitantes de la investigación

El presente trabajo de investigación tiene las siguientes limitantes:

Factor teórico: Escasas investigaciones a nivel nacional sobre el sistema agroforestal valorizando el precio del carbono.

Factor temporal: Se produjo restricciones de salida a provincia lo cual retraso movilizarnos al lugar de estudio debido al asilamiento obligatorio por condiciones sanitarias.

Factor espacial: La distancia desde la ciudad de Lima hasta la zona de Aucayacu es de 540Km. La accesibilidad hacia el lugar de estudio fue limitada por el clima, la zona presenta días mayormente nublados con precipitaciones la mayor parte del año; el territorio donde se desarrolló la investigación fue un campo de cultivo a 15 minutos de trocha; la topografía es relevante, accidentada, presentando protuberancias con pendientes de dimensiones regulares, que son características propias de la región de la selva alta. Se tomó provisiones con el acompañamiento de un guía que en este caso será el propietario del área a investigar.

Factor inversión económica: Fue asumido por los investigadores del presente informe final, siendo la movilidad, viáticos, recolección de muestra, alquiler de equipo y resultado de suelo en un laboratorio acreditado por Instituto Nacional de Calidad (INACAL).

Factor pandemia y conflictos sociales de la zona: Este factor retrasó la salida a campo para la obtención de muestras, debido a que no permitían las salidas a provincia por los contagios del Covid-19; además durante la visita se tuvo que lidiar con un paro a nivel nacional de transportistas afectando nuestra programación.

Factor inversión económica: Fue asumido por los investigadores del presente proyecto de tesis, siendo la movilidad, viáticos, recolección de muestra, alquiler de

equipo y resultado de suelo en un laboratorio acreditado por Instituto Nacional de Calidad (INACAL).

Factor pandemia y conflictos sociales de la zona: Este factor retrasó la salida a campo para la obtención de muestras, debido a que no permitían las salidas a provincia por los contagios del Covid-19; además durante la visita se tuvo que lidiar con un paro a nivel nacional de transportistas afectando nuestra programación.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Herbert (2006), Plantea la problemática que la SCTT presenta una baja en su modelo

económico, por lo que es necesario una nueva forma de incentivos económicos vinculados a la conservación y manejo de recursos naturales, su objetivo principal fue identificar y proponer las opciones productivas más viables a partir de la conservación y manejo de los Recursos Naturales de un Sistema Agroforestal de Café de la Cooperativa Tosepan. La metodología empleada fue valoración contingente, los instrumentos fueron mediante encuestas, entrevistas, lista de verificación de datos, el resultado principal fue que se pueden obtener por pagos ambientales desde \$ 900.00 hasta 2,176.00 pesos extras mensuales, además se ha identificado al menos 8 alternativas viables sustentadas en mercados existente las cuales ayudaría a incrementar hasta en un 222.23% el ingreso de los productores. La conclusión general fue que la diversificación bioproductiva, los servicios ambientales y otras formas de certificación vinculadas a la naturaleza son alternativas económicamente viables complementarias para las familias que producen café orgánico en la organización Tosepan Titataniske.

Espinoza, Domínguez, Krishnamurthy, Vásquez, y Torres (2012), realizaron un artículo de investigación de título: “Almacén de carbono en sistema agroforestal con café”, en ella plantea la problemática del incremento indiscriminado del CO₂ que participa en el cambio climático debido al proceso del cambio del uso del suelo, relacionado principalmente con la agricultura y ganadería convencional, su objetivo principal fue estimar el almacén de carbono en tres sistemas de plantaciones café-macadamia, café cedro rosado y café-plátano, un sistema silvopastoril: bovino+pasto+colorin o huizache, un sistema de plantación tradicional: café+chalahuite y dos sistemas de referencia, el bosque caducifolio y el potrero. La forma de determinación fue usando los modelos alométricas, población fue 12 sitios seleccionados y la muestra 24 parcelas, el diseño de investigación fue no experimental exploratoria, el resultado principal fue que el sistema agroforestal presentó mayor cantidad de carbono aéreo y el último sistema silvopastoril. Concluyeron que el SAF almacena en promedio 102MgC ha⁻¹, mientras que el potrero almacena 52MgC ha⁻¹ y el bosque primario es el que más almacena con un valor de 355MgC ha⁻¹.

Jezzer, Santos, Verweij, Boot, y Clough (2019), plantean la problemática de la pérdida en los servicios ambiental la biodiversidad, cuyo objetivo principal fue medir los efectos de sombra e insumos agrícolas en intercambio o sinergia entre el rendimiento del café y los servicios del ecosistema. Se utilizó el modelo lineal, la población fue de 162 agricultores y se muestreo 62 granjas, el instrumento utilizado fue la encuesta. Los resultados obtenidos fueron mayores en plantaciones con más sombra y sin reducción e n los

rendimientos de café al aumentar la sombra, los insumos agrícolas especialmente los fertilizantes fueron más altos en sitios con más bajo rendimiento de café. La conclusión general fue que los sistemas agroforestales de café proporcionan múltiples servicios ecosistémicos sin reducir los rendimientos de café.

Andrade, Marín y Pachon (2014) realizaron un artículo de investigación de título "Fijación de carbono y porcentaje de sombra en sistemas de producción de café, en el Líbano, Tolima, Colombia", la problemática surge de la deforestación, degradación de suelos y el uso de combustible fósil que emiten gases de efecto invernadero causando el cambio climático, teniendo implicancia en la baja producción de café, el objetivo principal fue estimar el potencial de fijación y almacenamiento de carbono atmosférico en la biomasa aérea de los sistemas de producción de café en sistemas de monocultivos, sistemas agroforestales con plátano, sistemas agroforestales con nogal cafetero y sistemas agroforestales con caucho. La forma de determinación fue de manera indirecta, usando ecuaciones alométricas, la dos parcelas. El resultado principal fue la tasa media de fijación de carbono para sistemas agroforestales con nogal fue el más alto, alcanzando los $4.37 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{año}^{-1}$ en contraste con aquellos sistemas en monocultivos o con sombra de plátano $0,6\text{Mg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{año}^{-1}$. La conclusión general fue que los sistemas agroforestales de cafetos con sombra de árboles se incrementó la tasa de fijación de carbono al aumentar la sombra hasta un máximo de 33%.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

El eje 1 de la Política Nacional del Ambiente que trata sobre conservación y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, diversidad biológica, así como la promoción de la agroforestería impulsando la retribución y distribución del pago por servicios ambientales que proporciona la diversidad biológica. Se toma como un antecedente normativo y direccional, debido a que la presente investigación estará articulada permitiendo el uso y conservación sostenible de los recursos naturales creando alternativas para mitigar el cambio climático

Hidalgo (2011), realizó un artículo de investigación de título: “Determinación de las reservas totales de Carbono en un sistema agroforestal de la Selva Alta de Tingo María”, en ella plantea la problemática de mayor emisión de CO₂ ocasionada por las actividades humanas, la quema de combustible y la deforestación causando el efecto invernadero, su objetivo principal fue cuantificar las reservas totales de carbono en el sistema agroforestal (SAF) del Banco de Germoplasma de Cacao de las Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS) y estimar el valor económico del servicio ambiental. La metodología empleada fue la del Centro Internacional para la Investigación en Agroforestería (ICRAF) y la muestra fue de cinco parcelas. El diseño utilizado fue de carácter descriptivo, el tipo de investigación fue aplicado, el instrumento utilizado fue el Manual de Determinación de las Reservas Totales de Carbono en los diferentes Sistemas de uso de la Tierra en Perú, el resultado principal fue 11497,555.84 toneladas de carbono con un valor económico de US\$ 150847,932/año por el servicio ambiental. La conclusión general fue que se

tiene una alta capacidad de almacenamiento de carbono, por lo tanto, contribuye una reducción de emisiones de GEI entre ellos el CO₂ y se obtuvo un valor económico significativo.

Gonzales (2018), con tesis de título: “Carbono almacenado en sistemas agroforestales de *Coffea arábica* L. Café de 4 y 7 años en relación a la Gradiente Altitudinal, Huánuco”, en ella plantea la problemática de una preocupación creciente por el cambio climático y su impacto en la actividad humana, las actividades agrícolas, combustible fósil y la deforestación son responsables de las alteraciones climáticas, por el su objetivo principal fue estimar la biomasa y cantidad de carbono almacenado en los sistemas agroforestales de *Coffe arabica* L. Café en producción de cuatro y y su rentabilidad a través de los indicadores económicos. La metodología empleada fue la del Centro Internacional para la Investigación en Agroforestería (ICRAF) y el método de Walkley Black, la población son sistemas agroforestales con café de edades cuatro y siete años que se ,encuentren en altitudes de 1000,1400 y 1800 msnm, las muestras fueron seis sistemas agroforestales

de Café, el diseño utilizado fue cuasiexperimental, tipo de investigación prospectivo, el nivel corresponde a explicativo. El resultado principal en cuanto a la biomasa vegetal para 4 años fue mayor en 1400msnm con 73.16 t ha⁻¹.y menor en 1000 msnm con 26.17 t ha⁻¹ y para 7 años mayor en 1800 msnm con 46.26 t ha⁻¹. y menor en 1400 msnm con 98.88 t ha⁻¹; en cuanto

el carbono almacenado para 4 años fue mayor en 1800msnm con 95.88 tC ha⁻¹.y menor en 1400 msnm con 73.07 tC ha⁻¹ y para 7 años mayor en 1400 msnm con 98.88 t Cha⁻¹. y menor en 1800 msnm con 57.45 tC ha⁻¹ y en cuanto el mayor valor económico lo presentó la zona de Túpac Amaru, seguido de José María Ugarteche y finalmente de la zona de Chipaquillo. La conclusión general fue que las plantaciones jóvenes de cuatro años obtuvieron mayor biomasa vegetal que las plantas adultas de siete años, debido a que estas fueron atacadas por la roya amarilla generando mayor mortandad, afectando el almacenamiento de la biomasa vegetal, además a mayor altitud disminuye ligeramente el carbono almacenado en los sistemas agroforestales.

Zavala, Merino, y Peláez (2018), realizaron un artículo de título “Incidencia de tres sistemas agroforestales del cultivo de Cacao en la captura y almacenamiento de carbono”, en ella Plantean la problemática de las pérdidas de carbono causadas por la deforestación que representa el 10% de las emisiones de carbono provenientes de la quema de combustible fósiles y la producción de cemento durante la última década. El objetivo principal fue determinar cuál de los tres sistemas agroforestales de diferentes edades de cultivo de cacao logra almacenar mayor capacidad de carbono. La metodología empleada por Walkley y Black (1934) que trabaja con una población de una hectárea por edad; la muestra fue de ocho transectos de 4mx25m cada uno, la investigación fue de tipo alométrico y el resultado principal indicó que existe mayor que

existe mayor almacenamiento de carbono total en el SAF, mayor de 16 años con 344,24tC/ha; el entre 8 y 16 años con 178,61tC/ha; el SAF menor de 8 años con 154,91tC/ha, se encontró mayor carbono orgánico en el suelo; SAF con cacao menor de 8 años con 66,16 t C/ha entre la capa del suelo de 0 a 10 cm. El análisis económico del Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR) y relación costo beneficio (RB/C) indicó que el mejor resultado lo tuvo el SAF menor de 8 años con S/.2627,66; 23,85%; y 1,40 respectivamente. El SAF mayor de 16 años, obtuvo el S/.1331,38, 21,64%, 1,21%, brindando mayor cantidad de servicios ambientales. La conclusión general fue que las especies forestales al desarrollarse con el tiempo, son más vigorosas y lo tanto producen mayor acumulación de biomasa, así mismo, para un sistema agroforestal conforme el sistema avanza en edad tiende a tener un mayor almacenamiento de carbono.

López (2015) con tesis de título “Valoración Económica del servicio ambiental de captura de carbono en el Fundo Violeta (Distrito de Tahuamanu-Madre de Dios), en ella plantea la problemática de una reducción de sumideros de carbono debido a la deforestación ocasionada por la emisión de CO₂ a la atmosfera, su objetivo principal fue establecer una comparación de la valoración ambiental del servicio ambiental de captura de carbono entre un bosque primario y un bosque con actividad agrícola. La metodología empleada fue de ICRAF (2011), teniendo una muestra de 20 ha, los resultados fueron la biomasa viva logrando mayores resultados que la biomasa muerta, así mismo, el stock de carbono logró una capacidad de mayor a menor como sigue:

vegetación arbórea, en la vegetación no arbórea y la hojarasca. Se concluyó que el mejor sumidero de carbono está representado por la vegetación arbórea, lo que indica que deberían estar dirigidos los esfuerzos de conservación en la llanura amazónica del Suroriente peruano.

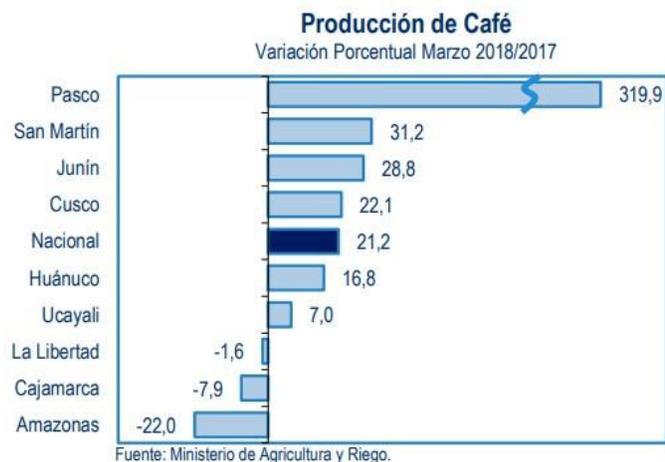
2.2. Bases teóricas

2.2.1. Producción del Café

INEI (2018) señala que la producción de café fue de 23 mil 210 toneladas y se incrementó en 21,2% con relación a lo obtenido en marzo de 2017, debido a las condiciones meteorológicas que favorecieron su desarrollo. Este comportamiento positivo se presentó en los departamentos de San Martín (31,2%), Junín (28,8%), Pasco (319,95%), Huánuco (16,8%), Ucayali (7,0%) entre otros.

Figura 1

Producción de café por departamento



Nota: La figura muestra los índices de producción de café por departamentos en el Perú. Fuente: Producción de café, Ministerio de Agricultura y Riego. (2017)

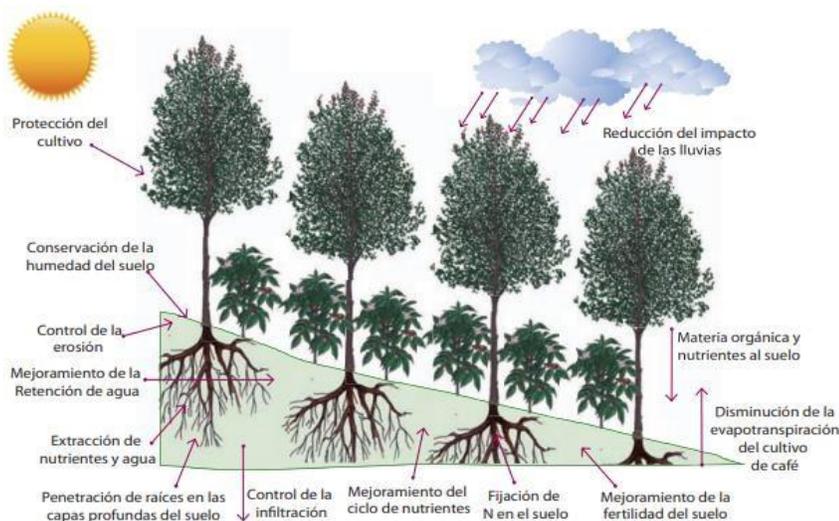
2.2.2. Sistemas agroforestales

ICRAF (2011), manifiesta: La agroforestería es un sistema sustentable en el manejo de cultivos y tierra que procura aumentar los rendimientos en forma continua, combinando la producción de cultivos agroforestales con cultivos de campo y/o animales de manera simultánea o secuencial sobre la misma unidad de tierra, aplicando además prácticas de manejo que son compatibles con las prácticas culturales de la población local. (p.28).

El sistema agroforestal es un sistema y tecnología de uso de tierra sostenible, ya que recupera y aporta de nitrógeno al suelo. Así también aporte sombra a los cultivos siendo aprovechado por la captura de carbono.

Figura 2

Procesos que interactúan en un sistema agroforestal



Nota: Proceso que interactúa en un sistema agroforestal. Adaptada de Agroforestería y Sistemas Agroforestales con Café. Farfán, V, 2014. Fuente: Agroforestería y sistemas agroforestales con café (2014).

Manejo de suelo

Los árboles aportan materia orgánica al suelo por medio de ramas, ramillas y hojarasca que contribuye al reciclaje de nutrientes, a la fertilidad y a la mejora de la estructura (José, 2009). El aumento de fertilidad del suelo puede ser potenciado al incorporar especies forestales leguminosas como árboles de servicio.

Un adecuado manejo de suelo en un sistema agroforestal garantizará los riesgos de erosión, mejora la fertilidad, contribuye a una mejor retención de nutrientes.

Cultivo arbusto con sombra

Los resultados indican que niveles de las sombras altas afectan negativamente la fotosíntesis de las plantas de café, mientras que, con niveles de sombra baja, se obtiene una eficiencia fotosintética similar a plantas de café a pleno sol.

De acuerdo con Benito (2010), las condiciones de selva peruana permiten plantear la implementación racional del cultivo del café.

Se ha encontrado que la aplicación y manejo adecuado de la sombra al reducir la insolación y la temperatura estimula la producción de granos de café, principalmente en regiones cálidas. (Rapidel *et al*, 2015)

El cultivo de café bajo sombra cuenta con un sinnúmero de ventajas ecológicas y económicas, siendo la sombra como amortiguador de temperatura conservando la flora, fauna y actuando como fijador de carbono, logrando ser un sistema sostenible

Figura 3

Porcentajes de Sombrío

Porcentaje de sombrío (según el número de horas de brillo solar al año)			
0%	Menor de 25%	Entre 25% y 45%	Mayor de 45%
Libre exposición solar	Sombrío ralo o heterogéneo	Sombrío óptimo o adecuado	Sombrío denso u homogéneo

Nota: Porcentaje de Sombrío. Adaptada de Agroforestería y Sistemas Agroforestales con Café. Farfán, V Farfán, V, 2014. Fuente: Agroforestería y sistemas agroforestales con café (2014).

Manejo de Nutrientes

Según Meylan (2012), la fijación de Nitrógeno ha sido evidenciada incluso en plantaciones de café que reciben altas fertilizaciones nitrogenadas. Lo que permite mejorar el balance en este elemento duplicando estimaciones con cantidades que rondan los 100 kg ha^{-1}

Los nutrientes son esenciales para alcanzar el máximo potencial de producción, los elementos principales para el crecimiento y desarrollo del cultivo son el carbono, hidrogeno y oxigeno los demás elementos se encuentran el suelo y son considerados macronutrientes. La porción de nutrientes varía según variedad de clima, el suelo y el manejo; se debe realizar un análisis de suelo para determinar las proporciones a usar.

Control de plagas

Nicholls (2008) afirma que:

El control de plagas consiste en el uso de uno o más organismos para reducir la densidad de una planta o animal que causa daño a los económicos. Un organismo indeseable puede

eliminarse localmente a una escala que no cause daño económico. El control biológico busca reducir las poblaciones de la plaga a una proporción que no cause daño económico, y permite una cantidad poblacional de la plaga que garantiza la supervivencia del agente controlador. Este agente mantiene su propia población y previene que la plaga retorne a grados poblacionales que causan daño. (p.1)

El ataque de enfermedades y plagas en los cultivos de café ocasionan pérdidas severas e irreversibles por ellos es importante realizar un control de manera manual con productos orgánicos, en un sistema diversificado los daños disminuyen considerablemente.

2.2.3. Servicios Ambientales

Camacho y Ruíz (2012)
indicó:

Los servicios ecosistémicos, llamados también servicios ambientales, son definidos como los beneficios económicos, sociales y ambientales, directos e indirectos, que las personas obtienen del buen funcionamiento de los ecosistemas, tales como la regulación hídrica en cuencas, el mantenimiento de la biodiversidad, el secuestro de carbono, la belleza paisajística, la formación de suelos y la provisión de recursos genéticos; estos constituyen el patrimonio natural de la nación. (p.25).

Los servicios ambientales son esenciales para la vida ya que brindan recursos naturales y una mejor calidad de vida, en los últimos años viene siendo degradada por el hombre, por ello surge la necesidad de conservar y crear tecnologías que permitan preservar para que este se mantenga en el tiempo y pueda ser de provecho a la humanidad.

Captura de Carbono

Honorario y Baker (2010) indican que

Cuando se cuantifica el almacenamiento de un bosque, se muestrea: a) la biomasa viva almacenada en las hojas, las ramas, el fuste y las raíces b) la necromasa almacenada en la hojarasca y la madera muerta; y c) el carbono en la materia orgánica del suelo.

La cantidad de carbono almacenado varía en relación a la edad, altura, diámetro de los árboles y plantaciones cercanas.

El almacenamiento de carbono puede variar entre 20 y 204 tn C.ha⁻¹ , estando una gran cantidad almacenado en los suelos, pudiendo incluso tener incrementos anuales que pueden variar entre 1.8 y 5.2 tn.ha⁻¹ (Ibrahim et al., 2005a).

El almacenamiento de carbono se genera en el proceso de la fotosíntesis permitiendo que este logre ser capturado ayudando a la mitigación del cambio climático. Esta estrategia debe ser considerada e implementada porque además genera un valor económico.

Formas de estimar la captura de carbono

Para la cuantificación de carbono y CO₂, ya sea en sistemas agroforestales, cultivos, bosques, sotobosque, suelos, etc. Algunas metodologías principales internacionales, es la del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC), para proyectos de reforestación y forestación, y el TÜV SÜD Industrie para el desarrollo de proyectos de reducción de emisiones derivados de la deforestación en países en desarrollo (REDD). Estas dos metodologías hacen referencia de qué forma cuantificar el stock de carbono para la línea base de proyectos. Además, las metodologías desarrolladas

por instituciones internacionales para el inventario de carbono, siguen los principios de un inventario forestal, determinación de fuentes y cálculo del carbono en las fuentes.

Captura Orgánico del suelo

PNUMA-ORPALC (2014) indicó:

Cuando se hace alusión a la presencia de carbono en el suelo es para referirse al contenido de materia orgánica que es el propio carbono orgánico, sin que del mismo haga parte el carbono de la hojarasca o mantillo que se localizan sobre el suelo. El COS conforma cerca de los dos tercios del carbono fijado en los ecosistemas terrestres con un valor de 1.500 Pg C. Por lo expresado, el suelo representa un gran almacén de carbono en la naturaleza. (p.64).

De Petre et al (2011), señala que el secuestro de carbono se efectúa en los ecosistemas forestales mediante el intercambio de carbono con la atmósfera a través de la fotosíntesis y la respiración, llevando al almacenamiento en la biomasa y en el suelo.

Los reservorios de carbono en el suelo cuentan con medios de residencia variando de acuerdo a los años o de la composición química, logrando su almacenamiento en forma de materia orgánica, pero se debe efectuar cambios en las prácticas agrícolas tradicionales. (Citado por Marqués p.31).

2.2.4. Valor económico

Es un monto necesario para la obtención de los bienes y servicios ecosistémicos independientemente si estos cuentan o no con un precio o mercado.

El valor del precio del carbono se podría obtener por el precio que fijan los mercados internacionales. Sin embargo, existen estudios donde se estima el precio de carbono para situaciones concretas utilizando variables y métodos diferentes. Así el precio del carbono se podría estimar usando las medidas anuales de los precios de las rentas de las tierras agrícolas (Sperow,2005).

El valor económico asigna un valor monetario o una retribución por los beneficios atribuidos de los servicios ambientales que generan los recursos naturales, es imperante que se adopten políticas públicas que permitan valorar los servicios que provee la naturaleza

2.3. Conceptual

2.3.1. Los cultivos y sistemas agroforestales de café:

Las especies de mayor importancia comercial la robusta (*Coffea canephora*) y el arábigo(*Coffea arabica*) con el 63% y 37% de la producción mundial, respectivamente (Jiménez & Massa, 2015). En el Perú, la mayor producción nacional es el café pergamino (*Coffeaarabica*) con 21 000 toneladas, cifra obtenida en el periodo enero-marzo del año 2016 (MINAGRI, 2016).

El café Caturro pertenece a la especie Arábica, su sistema radical está bien desarrollado, lo que le permite adaptarse a diferentes condiciones.

Figura 4

Porcentaje de Sombrío



: Porcentaje de Sombrío. Línea del base del sector café en el Perú. Ministerio de Agricultura y Riego. Fuente: MINAGRI

Los sistemas agroforestales, como los cafetales sombreados, se consideran un enfoque prometedor para conciliar el desarrollo local y la conservación de la biodiversidad (Jezeer y Verweij, 2015).

En la mayoría de países de Latinoamérica no se cuenta con grandes infraestructuras de riego y estos dependen exclusivamente de la lluvia en las zonas tropicales (Isaza& Cornejo, 2015).

Frente a esta problemática, la sombra para el cultivo de café representa un contrapeso positivo, ya que genera grandes beneficios productivos y ecológicos, un mejor cultivo y mejor sumidero de carbono (Guzmán *et al.*, 2016).

La Organización internacional del café (ICO), reconoce que el sector cafetalero a nivel mundial enfrenta grandes retos debido al fenómeno del cambio climático en mitigar. (ICO, 2016)

2.3.2. Cambio Climático

La vida de los seres vivos está limitada por el permanente equilibrio entre factores . La influencia del clima, condicionante de las características básicas de los distintos ecosistemas que conforman nuestro planeta, sobre la especie humana, tanto desde el punto de vista cuantitativo, y tomando en cuenta el crecimiento poblacional, cualitativo, manifestado en su contribución al mantenimiento y mejora del nivel de salud, e incluso de la distribución geográfica de la población. La influencia del clima en las condiciones medioambientales, en el desarrollo socioeconómico de las poblaciones y su correspondiente crecimiento demográfico, en las migraciones por fenómenos climáticos y los resultados en mortalidad son anómalos conocidos a los que las administraciones deben enfrentarse (Useros, 2012).

La influencia del clima en sus diversos ecosistemas y teniendo en cuenta el crecimiento poblacional, manifestado en la mejora de salud, en el desarrollo demográfico, las migraciones por fenómenos climáticos son de conocimiento de las administraciones de turno.

Según Barsanar (2010)

El cambio climático es la mayor amenaza medioambiental a la que se enfrenta la humanidad y, aunque sus consecuencias no son uniformes sus impactos ya se están dejando notar en todo el planeta. El aumento de la temperatura global, el deshielo de los glaciares, la subida del nivel del mar, o los impactos en sectores económicos

como el turismo, la agricultura o la pesca, por lo que es necesario reducir drásticamente y urgentemente las emisiones de los gases de efecto invernadero. (p.1).

El cambio climático es consecuencia de la actividad humana en las diversas actividades donde el hombre comenzó a generar impacto, si bien no se puede evitar, pero si reducir sus efectos conocidos como medidas de mitigación.

2.4. Definición de términos básicos

Captura de carbono: Extracción y almacenamiento de carbono de la atmósfera en sumideros de carbono (como los océanos, los bosques o la tierra) a través de un proceso físico o biológico como la fotosíntesis. Los seres humanos han intentado aumentar el secuestro de carbono plantando nuevos bosques (Palomino,2007).

Carbono en el suelo: Carbono orgánico en los suelos minerales y orgánicos (incluye la turba) a una profundidad especificada por el país y aplicada de manera coherente en todas las series cronológicas (FAO,2012)

Suelo: Es la parte superficial de la corteza terrestre, donde se desarrollan las raíces de las plantas

No es un medio inerte y estable, sino que es el resultado de la acción del clima y de los seres vivos sobre la superficie terrestre a lo largo del tiempo, es un medio muy complejo y en permanente evolución (CEDRSSA,2019)

Biomasa: “Es un parámetro referido a la capacidad de los ecosistemas para acumular materia orgánica a lo largo del tiempo. La materia está compuesta por el peso de la materia orgánica aérea y subterránea que existe en un ecosistema” (Brown, 1997).

Café: “Es una semilla que procede del árbol o arbusto del cafeto, miembro de la familia Rubiaceae que crece en climas cálidos y cuyo cultivo se extiende a tiempos relativamente próximos” (Echeverri y Cols, 2005).

Sumidero de carbono: “Un sumidero de carbono es aquel que elimina el carbono de la atmósfera, tal como sucede con las plantas verdes que consumen CO₂ durante el proceso de fotosíntesis” (Martino, 2006).

III. HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. *Hipótesis*

3.1.1. Hipótesis General

- El sistema agroforestal incide significativamente en los servicios ambientales en el cultivo de café Caturro en Aucayacu distrito José Crespo y Castilla-Provincia de Leoncio Prado-Región Huánuco 2020-2021.

3.1.2. Hipótesis Específicos

- El sistema agroforestal incide significativamente en los servicios ambientales con referencia a la capacidad de captura de carbono en el cultivo de café Caturro en Aucayacu distrito José Crespo y Castilla-Provincia de Leoncio Prado-Región Huánuco 2020-2021.
- El sistema agroforestal incide significativamente en los servicios ambientales con referencia a la cantidad de carbono orgánico del suelo en el cultivo de café en Aucayacu distrito José Crespo y Castilla-Provincia de Leoncio Prado-Región Huánuco 2020-2021.

- El sistema agroforestal incide significativamente en el valor económico de los servicios ambientales en el cultivo de café Caturro en Aucayacu distrito José Crespo y Castilla- Provincia de Leoncio Prado-Región Huánuco 2020-2021.

3.2. Definición conceptual de variables

3.2.1. Sistema agroforestal:

Es un sistema complejo de uso de la tierra ampliamente practicado, en el que los árboles se combinan espacial y/o temporalmente con animales y/o cultivos agrícolas (Ortiz y Riascos, 2006).

3.2.2. Servicios Ambientales: Los bienes y servicios que las personas obtienen a partir de nuestro entorno natural se conocen como servicios ambientales (SA). Los servicios ambientales con los cuales están directamente vinculados son la provisión de agua, aire y alimentos, todos ellos de buena calidad, ya que son los principales requerimientos para la vida (Turner et al., 2008).

Identificación de Variables

2. **Variable Independiente:** Sistema agroforestal
3. **Variable Dependiente:** Servicios ambientales

3.2.1. Operacionalización de variables

Variable		Dimensiones	Indicadores	Índice	Método	Técnica
Sistema agroforestal	Son sistemas complejos de uso de la tierra ampliamente practicados, en el que los árboles se combinan espacial y/o temporalmente con animales y/o cultivos agrícolas.	Manejo de suelo	Temperatura	20-25°C	ICRAF	Observación y de Campo
		Cultivo arbusto con sombra.	Porcentaje	25% de sombra		
		Manejo de nutrientes	Fosforo, Potasio, Nitrógeno (Kg)	80-300Kg		
		Control de plaga	Sulfato de cobre (2 kg		
Servicios ambientales	Los bienes y servicios que las personas obtenemos a partir de nuestro entorno natural se conocen como servicios ambientales.	Captura de carbono	tn C/ha	20-204	Determinación de carbono en pequeñas propiedades de	
		Carbono orgánico del suelo	t/ha	0.30m	Walkley Black	
		Valor económico	Soles	\$. 7.17 TCO2e	Estimación del Precio Social del Carbono	

IV. DISEÑO METODOLÓGICO

Para la presente investigación se realizó un estudio de campo el 14 de marzo del 2021 en la zona de Provincia de Aucallacu, durante 7 días para la recolección de datos basados en las muestras trabajadas.

4.1. Tipo y diseño de investigación

La investigación es de tipo aplicada, debido a que está orientada a plantear alternativas de aprovechamiento para la preservación de recursos naturales.

El tipo de investigación aplicada tiene como fin principal resolver un problema en un periodo de tiempo corto. Dirigida a la aplicación inmediata mediante acciones concretas para enfrentar el problema. Por tanto, se dirige a la acción inminente y no al desarrollo de la teoría y sus resultados, mediante actividades precisas para enfrentar el problema (Chávez, 2007, p.134).

El diseño fue no experimental, debido a que no hubo manipulación de la variable independiente sistema agroforestal; no se acondicionó el sistema previamente, ni se crearon las condiciones de experimento convencional. Lo que se hizo fue tomar muestras y medir los valores de las dimensiones captura de carbono, la capacidad de acumulación de carbono, en ambos cultivos en su estado y contexto natural; específicamente en el cultivo que indica que aplica un sistema

agroforestal (zona de Bolognesi) y el cultivo que indica no aplicar un sistema agroforestal (zona de la Divisoria).

“Un diseño no experimental es aquel que no manipula deliberadamente las variables

Independientes; su objetivo es observar o medir fenómenos tal como se dan o suceden en su propio contexto natural, para posteriormente analizar dichos fenómenos” (Hernández & Mendoza, 2018).

El diseño no experimental se complementó al ser observacional y con trabajo de campo, pues se tuvo que recolectar muestras cuidadosamente en ambos cultivos a comparar, para luego ser llevadas a laboratorios acreditados para obtener los resultados.

Asimismo, dentro del diseño no experimental, fue de corte transversal o transaccional; lo que se fundamenta en que se tomaron muestras de cada cultivo en un solo momento de la investigación.

“El corte transversal o transaccional se refiere a recolectar datos en un momento y tiempo único” (Hernández & Mendoza, 2018).

4.2. Método de investigación

El método de investigación es el hipotético deductivo, el cual conduce de una verdad general hasta llegar al conocimiento de verdades particulares o específicas. Hernández, Fernández, Baptista (2015) señalan que consiste en un conocimiento que parte de aseveraciones en calidad de hipótesis y busca refutar o falsear tales hipótesis, deduciendo de ellas conclusiones que deben confrontarse con los hechos”.

4.3. Población y muestra

4.3.1. Población:

En la presente tesis se asumieron dos poblaciones:

Población 01: Cultivo con aplicación de sistema agroforestal (zona de Bolognesi) a 650 m.s.n.m. tiene de área 0.5 ha (1000 m²), y está dividido en cinco parcelas.

Población 02: Cultivo sin aplicación de sistema agroforestal o convencional (zona de Divisoria) a 500 m.s.n.m. Tiene un área aproximada de 0.5 ha (1000 m²) y está dividido en cinco parcelas.

Ambas poblaciones se ubicaron en las zonas productoras de café en Aucayacu distrito de José Crespo y Castilla-Provincia de Leoncio Prado-Región Huánuco.

Cabe mencionar que una población pueden ser un conjunto de personas, objetos, casos o elementos que cumplen con una especificación concreta (Hernández & Mendoza, 2018).

4.3.2. Muestra:

Las muestras se extrajeron de la siguiente manera:

Zona de Bolognesi: Diez muestras de tierra de cultivo con sistema agroforestal.

Zona de la Divisoria: Diez muestras de tierra de cultivo con sistema convencional.

Cabe indicar que solo se trabajó con diez muestras en cada cultivo o población por motivos de presupuesto que era limitado.

Las muestras fueron extraídas de manera no probabilística, es decir a criterio de los investigadores, debido a que el tiempo de permanencia era limitado en el lugar, asimismo, para usar técnicas probabilísticas hubiese sido mayor la cantidad de muestras para recolectar, y el presupuesto era limitado para la ejecución de la tesis; debido a esos factores se decidió utilizar muestreo no probabilístico en la recolección de las diez muestras de tierra de cada cultivo.

Por lo tanto, las diez muestras de la zona de Bolognesi y las diez muestras de la zona de Divisoria, fueron llevadas a los laboratorios acreditados para obtener resultados y establecer comparaciones.

A un muestreo no probabilístico se le denomina también muestras dirigidas; la cual no está regida por la probabilidad, ni el azar; sino que se ejecuta según el criterio del investigador, basadas en razones relacionadas en las características y contexto del a investigación (Hernández & Mendoza, 2018).

4.4. Lugar de estudio

La zona donde se desarrolló la investigación corresponde a una zona cultivo en las afueras de Huánuco a una hora de camino hacia Aucayacu (Norte), la topografía es relevante, accidentada, presentando protuberancias con pendientes de dimensiones regulares, que son características propias de la selva alta.

4.5. Técnicas e instrumentos para la recolección de la información

La técnica de recolección de muestras de parcelas de ambos cultivos para la medición de carbono en hojarasca, raíces que se utilizó fue "Guía para la determinación de carbono en pequeñas propiedades rurales", metodología perteneciente al Centro Internacional para la Investigación en Agroforestería (ICRAF). Para la determinación de carbono en las muestras de suelo se usó el método de Walkley y Black.

4.51. Procedimiento de Recolección de Datos

La metodología a considerar comprenderá 06 etapas:

1. **Determinación de área de cobertura:** Se delimitó los espacios muestrales con cinco parcelas temporales de 1000 m², cada una divididas en dos sub parcelas de 50x10m, una de las sub parcelas que se utilizó para el muestreo de hojas, la cual fue dividida en diez partes iguales, en la segunda sub parcela de 50x10m se estableció dos parcelas de 25x10m para el muestreo de suelo y raíces; en cada uno de las parcelas y se ubicó en un área de 1m².
2. **Obtención de muestra de suelo:** Se tuvo cuatro calicatas de 0.30m x 0.30m x 0.30m de profundidad de muestreo en los siguientes rangos en cada de las calicatas: 0-0,1m; 0,1-0,2m; 0,2-0,3m; se procedió a tomar muestra de suelo de aproximadamente 0.5Kg. Fue secadas bajo sombra, evitando la radiación solar directa, luego llevadas a laboratorio para la cuantificación de carbono orgánico en el suelo donde se midió la textura y pH.

3. **Obtención de muestras para el cálculo de densidad aparente:**

Se procedió con la ayuda de un martillo a introducir en el suelo un cilindro de 92.25cm^3 de volumen, luego se retiró dicho cilindro contenido de suelo (tierra, piedras, raíces), este fue depositado en bolsas plásticas, para ser llevado al laboratorio para su análisis, secando a una estufa de 75°C hasta obtener un peso constante, posteriormente pesadas obteniendo el cálculo respectivo.

4. **Obtención de muestras de hojarasca:**

Se utilizó un dimensionador de madera de 0.25 m^2 ubicado dentro de cada una de las diez divisiones de la sub parcela de $50 \times 10\text{m}$, se colectó toda la hojarasca, semillas, ramas que se encontró dentro del cuadrante y fueron depositados en bolsas plásticas codificando la muestra y pesadas en una balanza digital, luego envueltas en papel periódico para ser secados en una estufa a 75°C hasta obtener un peso constante.

5. **Obtención de la muestra de raíces finas:**

Se realizó de la misma calicata establecida para el muestreo de densidad aparente, para lo cual se usó una pala recta y un machete se extrajo dicha muestra de un área de 0.10×0.10 siendo luego depositadas en bolsas plásticas codificadas luego llevadas al laboratorio realizando un lavado y tamizado, posteriormente fue. pesado en una balanza digital y envueltos en papel periódico que a su vez secados en estufa a 75°C hasta obtener peso constante de las raíces.

6. **Cálculos para la obtención de Carbono almacenado en el**

suelo: Se usó la fórmula propuesta por Walkley y Black.

7. **Cálculos para la obtención de Carbono almacenado en hojarasca y raíces:** Se usó la fórmula propuesta por ICRAF.

8. **Estimación de valor económico del servicio ambiental:** Se tomó de referencia la información presentada por los investigadores del clima Brent Sohngen y Robert H. quienes indican que \$ 27.25 es un precio justo para valorar un servicio ecosistémico a nivel mundial, esta multiplicada por tonelada fija obtenida de carbono. (Nature Conservancy, 2013)

Este procedimiento se realizó para ambas zonas de cultivo.

La validación se realizó en el Laboratorio de la Universidad Nacional Agraria de la Selva y Laboratorio de Servicios Analíticos.

4.6. Análisis y procesamiento de datos

Una vez obtenidos en ambos cultivos los valores resultantes de la captura del carbono, la capacidad de acumulación de carbono a través de laboratorio, y el valor económico a partir de un cálculo; se procedió a usar métodos cuantitativos, específicamente la técnica cuantitativa de comparación para muestras independientes (pues tenemos dos cultivos de café a comparar en las dimensiones establecidas anteriormente). Antes de realizar la comparación de muestras independientes en las dimensiones que se establecen; se procedió a realizar la prueba de Normalidad en los datos recogidos para las comprobaciones de hipótesis, dando como resultado que sí se cumplió con el principio de Normalidad en todos los casos sometidos

a prueba (véase en el capítulo de resultados los detalles). La prueba de normalidad fue la de Shapiro – Wilk, donde se verificaron las significancias obtenidas, siendo en todos los casos mayores a 0,05 (significancia teórica establecida por los investigadores). Los cálculos fueron realizados mediante el programa SPSS, versión 25. Debido a que se cumplió en todos los casos con el principio de Normalidad, se procedió a aplicar la prueba estadística paramétrica T de Student para muestras independientes, debido a que se debía determinar la comparación de valores entre el cultivo que aplica un Sistema Agroforestal (Zona de Bolognesi) y el cultivo que no aplica un Sistema Agroforestal (Zona de La Divisoria).

La comparación con la prueba paramétrica T de Student para muestras independientes se realizó en las tres dimensiones establecidas de la tesis para la segunda variable Servicios ambientales, las cuales fueron: captura del carbono, la capacidad de acumulación de carbono y el valor económico.

V. RESULTADOS

5.1. Resultados descriptivos

Se estableció las principales medidas descriptivas para cada dimensión a estudiar en la variable servicios ambientales, por cada lugar de procedencia de las muestras.

La tabla siguiente se realizó según los resultados de Laboratorio de análisis de suelo en Servicios Analítico SAG mediante la aplicación del método AS-07. especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000 ítem 7.1,7 certificada por INACAL.

Tabla 3

Capacidad de captura de carbono orgánico (g) en el cultivo - Bolognesi y La Divisoria

LUGAR – RESIDENCIA	RESULTADOS DESCRIPTIVOS	ESTADÍSTICO	ERROR ESTÁNDAR	
BOLOGNESI	Media		26,49	2,245
	95% de intervalo de intervalo de confianza para la media superior.	Límite inferior	21,41	
		Límite	31,57	
	Media recortada al 5%		27,00	
	Mediana		26,95	
	Varianza		50,395	
	Desviación estándar		7,099	
	Mínimo		10	
	Máximo		33	
	LA DIVISORIA	Media		
	95% de intervalo de intervalo de confianza para la media superior.	Límite inferior	20,00	
		Límite	29,51	
	Media recortada al 5%		24,97	
	Mediana		24,96	
	Varianza		44,176	
	Desviación estándar		6,647	
	Mínimo		11	
	Máximo		35	

En la Tabla 3, se observa que tomando como unidades de análisis las 10 muestras de la zona de Bolognesi se obtuvo un mínimo de 10 g de carbono y un máximo de 33 g de carbono en su capacidad de almacenamiento en el cultivo (se consideró el carbono almacenado en frutos y hojas); asimismo, se obtuvo una media de 26,49 g de carbono capturado y almacenado en las muestras de la zona de Bolognesi. La desviación estándar fue de 7,09 ($DE= 7,09$). Cabe manifestar que de las 10 muestras se cuenta con una mediana de 26,91 g de carbono, esto quiere decir, que de las 10 muestras, 50% de ellas están con carbono capturado y almacenado en el cultivo con cantidades menores a 26,91 g, y el otro 50% de las muestras está con valores superiores a 26,91 g de carbono capturado y almacenado en el cultivo.

Asimismo, en la Tabla 3, se observa que tomando como unidades de análisis las 10 muestras de la zona La Divisoria se obtuvo un mínimo de 11 g de carbono capturado y almacenado y un máximo de 35 g de carbono en su capacidad de almacenamiento en el cultivo (se consideró el carbono de frutos y hojas); asimismo, se obtuvo una media de 24,75 g de carbono capturado y almacenado en las muestras de la zona de La Divisoria. La desviación estándar fue de 6,64. Cabe manifestar que de las 10 muestras se cuenta con una mediana de 24,96 g de carbono, es decir, que de las 10 muestras, 50% de ellas están con carbono capturado y almacenado en el cultivo con cantidades menores a 24,96 g, y el otro

50% de las muestras está con valores superiores a 26,96 g de carbono capturado y almacenado en el cultivo.

La tabla siguiente se elaboró según los resultados del Laboratorio de la

Agraria de la Selva. Mediante la aplicación de la prueba estufa 105°C Memert Alemania.

Tabla 4

LUGAR _ RESIDENCIA	RESULTADOS DESCRIPTIVOS		ESTADÍSTICO	ERROR ESTÁNDAR
BOLOGNESI (zona de B)	Media		116,097	,35916
	95% de intervalo de intervalo de confianza para la media superior.	Límite inferior	107,972	
		Límite superior	124,221	
	Media recortada al 5%		115,329	
	Mediana		114,580	
	Varianza		1,290	
	Desviación estándar		113,576	
	Mínimo		10,28	
	Máximo		14,32	
LA DIVISORIA	Media		120,478	,10126
	95% de intervalo de intervalo de confianza para la media superior.	Límite inferior	118,187	
		Límite superior	122,768	
	Media recortada al 5%		120,478	
	Mediana		121,320	
	Varianza		,103	
	Desviación estándar		,32020	
	Mínimo		11,63	
	Máximo		12,47	

Carbono orgánico (g) en el suelo – Bolognesi y la Divisoria

En la Tabla 4, se observa que tomando como unidades de análisis las 10 muestras de la **zona Bolognesi** se obtuvo un mínimo de 10,28 g de carbono y un máximo de 14,32 g de carbono orgánico en el suelo; asimismo, se obtuvo una media de 11,60 g de carbono orgánico en las muestras de Bolognesi. La desviación estándar fue de 1,13. Cabe manifestar que de las 10 muestras se cuenta con una mediana de 11,45 g de carbono, esto quiere decir, que de las 10 muestras, 50% de ellas están con carbono orgánico en el suelo con cantidades menores a 11,45 g, y el otro 50% de las muestras está con valores superiores a 11,45 g de carbono orgánico en el suelo.

Asimismo, en la Tabla 4, se observa que tomando como unidades de análisis las 10 muestras de la **zona La Divisoria** se obtuvo un mínimo de 11,63 g de carbono y un máximo de 12,47 g de carbono orgánico en el suelo; asimismo, se obtuvo una media de 12,04 g de carbono orgánico en las muestras de Bolognesi. La desviación estándar fue de 0,32. Cabe manifestar que de las 10 muestras se cuenta con una mediana de 12,13 g de carbono, esto quiere decir, que de las 10 muestras, 50% de ellas están con carbono orgánico en el suelo con cantidades menores a 12,13 g, y el otro 50% de las muestras está con valores superiores a 12,13 g de carbono orgánico en el suelo.

Los valores de la tabla 5 se establecieron bajo el criterio de la multiplicación de la cantidad de carbono del cultivo (frutos y hojas) por el precio del carbono en soles(S/.27.3). Dicho valor se obtuvo del Banco Mundial (2017).

Tabla 5

Valor económico de los servicios ambientales en Soles (S/.) - Bolognesi y La Divisoria

Lugar de la Muestra		N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación
Bolognesi	Valor económico de los servicios ambientales S/.	10	1,425	4,474	359,865	,951306
	N válido (por lista)	10				
La Divisoria	Valor económico de los servicios ambientales S/.	10	1,503	4,725	337,880	,907249
	N válido (por lista)	10				

En la Tabla 5, se observa que el valor del servicio ambiental en soles (S/.), tomando como unidades de análisis las 10 muestras de la **zona Bolognesi** se obtuvo un valor mínimo de 1,425 soles y un máximo de 4,474 soles en el valor del servicio ambiental; asimismo, se obtuvo una media de 3,598 soles en las muestras de Bolognesi. La desviación estándar fue de 0,951.

En la Tabla 5, se observa que el valor del servicio ambiental en soles (S/.), tomando como unidades de análisis las 10 muestras de **La Divisoria** se obtuvo un valor mínimo de 1,503 soles y un máximo de 4,725 soles en el valor del servicio

ambiental; asimismo, se obtuvo una media de 3,378 soles en las muestras de La Divisoria. La desviación estándar fue de 0,907.

5.2. Resultados interferenciales

Se realizó la prueba de Normalidad previa a comprobación de hipótesis específica 01: Antes de establecer la prueba estadística a utilizar para la comprobación de hipótesis

01, se realizó la prueba de Normalidad.

H 1: Los datos de la variable tienen un comportamiento de distribución NO

Normal. H o: Los datos de la variable tienen un comportamiento de

distribución Normal. Significancia de la prueba: 0,05.

Tabla 06

Prueba de Normalidad para la dimensión Capacidad de captura de carbono en el cultivo de café caturro.

Lugar_residencia	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Bolognesi	,183	10	,200*	,848	10	,055
La Divisoria	,123	10	,200*	,964	10	,832

Se observa que en los datos de la variable capacidad de captura de carbono en el cultivo de café caturro en el grupo experimental Bolognesi y en grupo control La Divisoria tiene una significancia de 0,055 y 0,832 respectivamente, y ambas son mayores al 0,05 establecido como significancia teórica establecida; por lo tanto, se acepta la hipótesis nula; se concluye que la variable tiene un comportamiento

normal por lo tanto se aplicó una prueba paramétrica, en este caso la prueba T de Student para muestras independientes.

Comprobación Hipótesis específica 01:

H 1: El sistema agroforestal incide significativamente los servicios ambientales con referencia a la capacidad de captura de carbono en el cultivo de café Caturro en Aucayacu distrito José Crespo y Castilla-Provincia de Leoncio Prado-Región Huánuco 2020-2021.

Ho: El sistema agroforestal no incide significativamente los servicios ambientales con referencia a la capacidad de captura de carbono en el cultivo de café Caturro en Aucayacu distrito José Crespo y Castilla-Provincia de Leoncio Prado-Región Huánuco 2020-2021.

Significancia teórica establecida: 0,05 (error máximo que se tolera para comprobar la hipótesis).

Se aplicó la prueba estadística T de Student para muestras independientes, y se obtuvo la siguiente tabla:

Grupo experimental: Bolognesi (Con SAF).

Grupo control: La Divisoria (Sin SAF)

Tabla 07

Prueba de T de Student para la dimensión Capacidad de captura de carbono en el cultivo – Grupo Experimental Bolognesi y Control La Divisoria.

Pruebas de muestras independientes										
		P. LIV. I.V		Prueba t para igualdad de medias					95% I.C.D.	
		F	Sig.	t	gl	S.b.	D. m.	D.e.s..	Inferior	Superior
Carbono en cultivo	Se asumen varianzas iguales	,118	,735	,566	18	,579	1,739	3,075	-4,722	8,200
	No se asumen varianzas iguales			,566	17,923	,579	1,739	3,075	-4,722	8,202

Como se observa en la tabla 07, la sig. bilateral es 0,579 y ésta es mayor a la significancia teórica establecida de 0,05 por lo tanto, se acepta la Hipótesis nula; se concluye en que no existe diferencia significativa entre el grupo experimental (Bolognesi) y el grupo control (La Divisoria); lo que lleva a afirmar que: El sistema agroforestal no incide significativamente los servicios ambientales con referencia a la capacidad de captura de carbono en el cultivo de café caturro en Aucayacu distrito José Crespo y Castilla-Provincia de Leoncio Prado- Región Huánuco 2020-2021.

Prueba de Normalidad previa a comprobación de Hipótesis específica 02:

Antes de establecer la prueba estadística a utilizar para la comprobación de hipótesis

02, se realizó la prueba de Normalidad.

H 1: Los datos de la variable tienen un comportamiento de distribución NO

Normal. H o: Los datos de la variable tienen un comportamiento de

distribución Normal. Significancia de la prueba: 0,05.

Tabla 08

Prueba de Normalidad para la dimensión Capacidad de carbono orgánico en el suelo del café caturro

	Lugar	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
		Estadístico			Estadístico		
		o	gl	Sig.	co	gl	Sig.
Carbono almacenado en suelo (g)	Grupo experimental I Bolognesi	,194	10	,200*	,867	10	,092
	Grupo control La Divisoria	,285	10	,021	,857	10	,069

Se observa que en los datos de la variable capacidad de carbono orgánico en el suelo del cultivo de café caturro en el grupo experimental Bolognesi y en grupo control La Divisoria tiene una significancia de 0,092 y 0,069 respectivamente, y ambas son mayores al 0,05 establecido como significancia teórica establecida; por lo tanto, se acepta la hipótesis nula; se concluye que la variable tiene un comportamiento normal, por lo tanto se aplicó una prueba paramétrica, en este caso la prueba T de Student para muestras independientes.

Comprobación Hipótesis específica 02:

H 1: El sistema agroforestal incide significativamente en los servicios ambientales con referencia a la cantidad de carbono orgánico del suelo en el cultivo de café

en Aucayacu distrito José Crespo y Castilla-Provincia de Leoncio Prado-Región Huánuco 2020-2021.

H₀: El sistema agroforestal no incide significativamente en los servicios ambientales con referencia a la cantidad de carbono orgánico del suelo en el cultivo de café en Aucayacu distrito José Crespo y Castilla-Provincia de Leoncio Prado-Región Huánuco 2020-2021.

Significancia teórica establecida: 0,05.

Se aplicó la prueba estadística T de Student para muestras independientes, y se obtuvo la siguiente tabla:

Grupo experimental:
Bolognesi (Con SAF)

Grupo control: La
Divisoria (Sin SAF)

Tabla 09

Prueba de T de Student para la dimensión Carbono orgánico del suelo en el cultivo de café caturro– Grupo Experimental Bolognesi y Control La Divisoria.

Pruebas de muestras independientes										
		P. LIV. I.V		Prueba t para igualdad de medias						
									95% I.C.D.	
		F	Sig.	t	gl	S.b.	D. m.	D.e.s..	Inferior	Superior
Carbono en cultivo	Se asumen varianzas iguales	3,284	,087	-1,174	18	,256	-0.438	,37316	-122,208	,34588
	No se asumen varianzas iguales			-1,174	10,422	,267	-,43810	,37316	-126,501	,38881

Como se observa en la tabla 09, la sig. bilateral es 0,256 y ésta es mayor a la significancia teórica establecida de 0,05 por lo tanto, se acepta la Hipótesis nula; se concluye en que no existe diferencia significativa entre el grupo experimental (Bolognesi) y el grupo control (La Divisoria); lo que lleva a afirmar que : El sistema agroforestal no incide significativamente los servicios ambientales con referencia a la cantidad de carbono orgánico del suelo en el cultivo de café en Aucayacu distrito José Crespo y Castilla-Provincia de Leoncio Prado-Región Huánuco 2020-2021.

Prueba de Normalidad previa a comprobación de Hipótesis específica 03:

Antes de establecer la prueba estadística a utilizar para la comprobación de hipótesis

03, se realizó la prueba de Normalidad.

H 1: Los datos de la variable tienen un comportamiento de distribución

NO Normal. H 0: Los datos de la variable tienen un comportamiento de

distribución Normal. Significancia de la prueba: 0,0

Tabla 10

Prueba de Normalidad para la dimensión valor económico de los servicios ambientales en Las

Zonas Bolognesi y La Divisoria.

Lugar de procedencia de la muestra		Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Bolognesi	Valor económico de los servicios ambientales S/.	,193	10	,200	,828	10	,032
La Divisoria	Valor económico de los servicios ambientales S/.	,123	10	,200	,828	10	,832

Se observa que en los datos de la dimensión Valor económico de los servicios ambientales en la Zona Bolognesi y en la Zona La Divisoria tienen una significancia de

0,200 en ambos casos, y ambas son mayores al 0,05 establecido como significancia teórica establecida; por lo tanto, se acepta la hipótesis nula; se concluye que la variable tiene un comportamiento normal, por lo tanto, se aplicó una prueba paramétrica, en este caso la prueba *T de Student* para muestras independientes.

Comprobación Hipótesis específica 03:

1. H₁: El sistema agroforestal incide significativamente el valor económico de los servicios ambientales en el cultivo de café Caturro en Aucayacu distrito José Crespo y Castilla- Provincia de Leoncio Prado-Región Huánuco 2020-2021.

2. H₀: El sistema agroforestal no incide significativamente el valor económico de los servicios ambientales en el cultivo de café Caturro en Aucayacu distrito José Crespo y Castilla-Provincia de Leoncio Prado-Región Huánuco 2020-2021.

Significancia de la prueba: 0,05

Se aplicó la prueba estadística T de Student para muestras independientes, y se obtuvo la siguiente tabla:

Zona: Bolognesi (Con SAF)

Zona: La Divisoria (Sin SAF)

Tabla 11

Prueba de T de Student para la dimensión Valor económico de los servicios ambientales en la

Zona Bolognesi y Zona La Divisoria.

Prueba de Levene de igualdad de varianzas						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)
Valores económicos de los servicios ambientales	Se asumen varianzas iguales.	,076	,787	,529	18	,603
	No se asumen varianzas iguales			,529	17,960	,603

Como se observa en la tabla 11, la sig. bilateral es 0,529 y ésta es mayor a la significancia teórica establecida de 0,05 por lo tanto, se acepta la Hipótesis nula; se

concluye en que no existe diferencia significativa entre la Zona Bolognesi y la Zona La Divisoria; lo que lleva a afirmar que: El sistema agroforestal no incide significativamente el valor económico de los servicios ambientales en el cultivo de café Caturro en Aucayacu distrito José Crespo y Castilla- Provincia de Leoncio Prado-Región Huánuco 2020-2021.

Comprobación de la hipótesis general:

3.H 1: El sistema agroforestal incide significativamente en los servicios ambientales en el cultivo de café Caturro en Aucayacu distrito José Crespo y Castilla-Provincia de Leoncio Prado-Región Huánuco 2020-2021.

4. H 0: El sistema agroforestal no incide significativamente en los servicios ambientales en el cultivo de café Caturro en Aucayacu distrito José Crespo y Castilla-Provincia de Leoncio Prado-Región Huánuco 2020-2021.

Tomando en cuenta las comprobaciones y conclusiones de las 03 hipótesis específicas que son componentes de la variable Servicios Ambientales. Se recuerda las conclusiones de las hipótesis específicas:

Conclusión hipótesis específica 01: El sistema agroforestal no incide significativamente en los servicios ambientales con referencia a la capacidad de captura de carbono en el cultivo de café Caturro en Aucayacu distrito José Crespo y Castilla-Provincia de Leoncio Prado-Región Huánuco 2020-2021.

Conclusión hipótesis específica 02: El sistema agroforestal no incide significativamente en los servicios ambientales con referencia a la cantidad de

carbono orgánico del suelo en el cultivo de café en Aucayacu distrito José Crespo y Castilla-Provincia de Leoncio Prado-Región Huánuco 2020-2021.

Conclusión hipótesis específica 03: El sistema agroforestal no incide significativamente en el valor económico de los servicios ambientales en el cultivo de café Caturro en Aucayacu distrito José Crespo y Castilla-Provincia de Leoncio Prado-Región Huánuco 2020-2021.

Por inducción, se concluye que siendo las tres conclusiones parte de la hipótesis general, y que en las tres conclusiones se demostraron que el SAF no incide significativamente en la capacidad de captura de carbono orgánico en el suelo, ni en la cantidad de carbono orgánico del suelo, ni en el valor económico de los servicios ambientales; entonces por inducción **se afirma que el sistema agroforestal no incide significativamente en los servicios ambientales** en el cultivo de café Caturro en Aucayacu distrito José Crespo y Castilla-Provincia de Leoncio Prado-Región Huánuco 2020-2021.

En la sección de discusión se realiza una explicación detallada y análisis de las razones por las cuales el SAF no incide significativamente en los servicios ambientales. Se enfatiza que las evidencias estadísticas no apoyan las hipótesis propuestas, pero se está generando conocimiento para tomar en cuenta en futuras investigaciones, en discusiones se abordará con detalle el análisis de las conclusiones.

VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1. Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados

En la presente tesis se demostró que el sistema agroforestal no incide significativamente en los servicios ambientales con referencia a la capacidad de captura de carbono; la evidencia estadística basada en los datos obtenidos no apoyó la hipótesis planteada esto se podría explicar en que el sistema agroforestal no fue uniforme en cuanto al porcentaje de sombra, además el cultivo tomado como muestra no contaba con un monitoreo continuo que permita su cuidado óptimo.

En la presente tesis se demostró que el sistema agroforestal no incide significativamente en los servicios ambientales con referencia a la cantidad de carbono orgánico del suelo, la evidencia estadística en los datos obtenidos no apoyó la hipótesis planteada, esto se podría explicar a que se muestreó con una profundidad de 0-10 cm, además se encontró que el sistema tradicional de la zona de Divisoria contaba con abono biofertilizante que mejora el drenaje, retiene la humedad y airea el sustrato.

En la presente tesis se demostró que el sistema agroforestal no incide significativamente en los servicios ambientales con referencia en el valor económico de los servicios ambientales, la evidencia estadística en los datos obtenidos no apoyó la hipótesis planteada, esto se podría explicar ya que el carbono almacenado era mínimo, generando limitado margen de ganancia en el pago de carbono.

La presente tesis tuvo algunos puntos que no se abordaron, debido a que el estudio fue delimitado; los puntos que no se abordaron fueron: la toma de muestra de la biomasa de raíces, ya que puede presentar cantidades significativas; sin embargo, existe poca información de este tema, por el trabajo extensivo que representan las mediciones, por otro lado, se tomaron 10 muestra de cada cultivo (debido al presupuesto económico), se podría haber tomado 30 muestras como mínimo para un mayor análisis, pero el presupuesto fue limitado, así mismo, la coyuntura actual como la pandemia por el covid-19 que retrasó el viaje a campo para la toma de muestra; el paro de transportes porque no permitió movilizarnos a la zona de estudio; el difícil acceso a la zona de Bolognesi donde el traslado fue por una balsa cruzando el Río Huallaga, además para el recojo de muestra de la zona de Divisoria se tuvo un camino empinado y resbaloso; superando las limitaciones con el apoyo de un personal guía de la zona que nos trasladó hacia ambos cultivos.

Para un próximo estudio de investigación se sugiere abordar los puntos mencionados. En cuanto a la validez interna se tuvo en cuenta que el método fue del Centro Internacional para la investigación en Agroforestería (ICRAF). Se trabajó con detalle y minuciosidad.

Las variables extrañas o intervinientes identificadas fueron la temperatura, humedad atmosférica, tipo de suelo, se trató de controlarlas de la siguiente manera: monitoreando la medición de temperatura antes de la toma de muestra, sin embargo, el tipo de suelo no se pudo controlar porque ya es parte de los cultivos que estudiamos.

En cuanto a la validez externa de la tesis, se indica que no se puede generalizar los resultados a otros contextos porque hubo factores que ayudaron a no tener evidencia para demostrar las hipótesis planteadas en este estudio

6.2 Contrastación de los resultados con otros estudios similares

Los resultados de la presente tesis sobre el SAF y la mejora en el almacenamiento de carbono en el cultivo en frutos y hojas, se pueden comparar con Gonzales (2018), quién propone estimar la cantidad de biomasa y carbono almacenado en los sistemas agroforestales en los caseríos de Chipaquillo a 1000 msnm, José María Ugarteche a 1400 msnm y Túpac Amárú a 1800 msnm. Llegó a la conclusión que la mayor cantidad de carbono almacenado en la edad 4 años fue la de mayor gradiente altitudinal y en la edad de 7 años fue en la menor, este antecedente difiere con la tesis presente en que se obtuvo mayor almacenamiento de carbono en cultivo de menor edad y de menor altitud, así mismo, se utilizó la misma metodología recomendada por el Centro de Investigación en Agroforestería (ICRAF).

Los resultados de la presente tesis sobre el SAF y la mejora en el almacenamiento de carbono en el cultivo en frutos y hojas, se pueden comparar con Surco (2017), quién propone que la acumulación de carbono varía según edad de cultivo y depende de las combinaciones de especies, ubicación y latitud; llegando a la conclusión que la cantidad de carbono en el suelo está relacionada con el tipo de suelo más con la edad o con la combinación de la especie, este antecedente encuentra semejanza con la tesis presente en que la cantidad de carbono no fue significativa para determinar que los

únicos factores involucrados son altitud, años de cultivo entre otros, también es importante considerar el tipo de tierra y el mantenimiento que brinda al cultivo.

Los resultados de la presente tesis sobre el SAF y la mejora en el almacenamiento de carbono en el cultivo en frutos y hojas, se pueden comparar con Encina y Torres (2018) quién en su investigación de título “Determinación del potencial de captura de carbono en los cultivos de plátano *Musa paradisiaca* y café *Coffea arabica*, Moyobamba, 2018”, propone que la mayor concentración de carbono se encuentra en la hojarasca del plátano y se encuentra asociada con el café, debido a la explotación de suelo de la zona del proyecto, llegando a la conclusión que la mayor captación de carbono solo se da en un sistema agroforestal con especies asociadas con el café de mayor cantidad de hojas como el plátano que resuelta ser un cultivo ideal para la captación de carbono, este antecedente encuentra diferencia con la tesis presente en que las muestras recogidas fueron aleatorias sin discriminar la especie asociada con el café como granadilla, guaba entre otras.

6.3. Responsabilidad ética de acuerdo a los reglamentos vigentes

Se contó con el consentimiento de los administradores de los cultivos, la recolección fue mediante la “Guía para la determinación de carbono en pequeñas propiedades rurales” y se respetó a los resultados de los laboratorios contratados teniendo datos confiables.

CONCLUSIONES

- Se concluye que el sistema agroforestal no incide significativamente en los servicios ambientales con referencia a la capacidad de captura de carbono en el cultivo de café Caturro en Aucayacu distrito José Crespo y Castilla-Provincia de Leoncio Prado-Región Huánuco 2020-2021.
- Se concluye que el sistema agroforestal no incide significativamente en los servicios ambientales con referencia a la cantidad de carbono orgánico del suelo en el cultivo de café en Aucayacu distrito José Crespo y Castilla-Provincia de Leoncio Prado-Región Huánuco 2020-2021.
- Se concluye que el sistema agroforestal no incide significativamente en el valor económico de los servicios ambientales en el cultivo de café Caturro en Aucayacu distrito José Crespo y Castilla-Provincia de Leoncio Prado-Región Huánuco 2020-2021.
- Se concluye que el sistema agroforestal no incide significativamente en los servicios ambientales en el cultivo de café Caturro en Aucayacu distrito José Crespo y Castilla-Provincia de Leoncio Prado-Región Huánuco 2020-2021.

RECOMENDACIONES

- Establecer mecanismos que permitan la implementación de retribución por los servicios ambientales obtenidos del almacenamiento de carbono en el cultivo de café; como por ejemplo empadronar a los productores de café capacitándolos en técnicas de cultivo sostenibles, para luego realizar el pago por tonelada de carbono obtenido y finalmente supervisarlos.
- Para futuras investigaciones se recomienda seleccionar un cultivo de mejor cuidado (supervisión, mejoramiento del suelo y control de plagas), debido a que esto podría tener relevancia en los resultados debido a que disminuirá la fijación de carbono en suelo, hojas, frutos y raíces del cultivo.
- Tener en cuenta los factores latentes como la edad del cultivo, la distancia entre los cultivos asociados, la humedad entre otros; que puedan presentarse y afectar la validez de los resultados, así mismo, que cuenten con una fácil accesibilidad a la zona de estudio porque ésta podría ser monitoreada continuamente, y ser apta como muestra para la investigación.
- Utilizar abono biofertilizante para conseguir óptimos resultados, ya que esto mejora propiedades físicas, químicas del suelo a través de la incorporación de nutrientes y microorganismos.
- Desarrollar nuevas estrategias, políticas y buenas prácticas apropiadas para el manejo de los sistemas agroforestales incluyendo bosques primarios y secundarios, a fin de poder gestionar los pagos por servicios ambientales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

Abarca (2011). Estimación de la biomasa y carbono almacenado en un sistema agroforestal de café de la Universidad Nacional de Agraria e la Selva en Rio Azul. Tingo María.62p.

Andrade, Marín y Pachon (2014). Fijación de carbono y porcentaje de sombra de sistema de producción de café (*Coffe arabica L.*) en el Líbano, Tolima, Colombia.

Biagro. Recuperado de: <http://ve.scielo.org/pdf/ba/v26n2/art08.pdf>

Armas (2009). Pagos por Servicios Ambientales para la conservación de bosques en la Amazonia peruana: Un análisis de viabilidad. SERNANP. Lima, Perú.92p.

Avilés, I. (2009). Fijación biológica de nitrógeno y almacenamiento de carbono en agrosistemas de producción de café (*Coffea arabica L.*) En Puerto Rico. Tesis.

Universidad de Puerto Rico, Mayagüez

Barsanar, M. (2010). Captura y almacenamiento de Carbono. Ecología Política.

Benito (2010). Paquete tecnológico de manejo integrado del café. Instituto Nacional de Innovación

Agraria-INIA. Lima, Perú.

Brown, S. (1997) (a). Los bosques y el cambio climático: el papel de los terrenos forestales como sumideros de carbono. *In Congreso Forestal Mundial* (11, Antalya,

Turquía). Actas. Antalya, Turquía, Ministry of Forestry. P. 107-128.

Camacho y Ruíz (2012). Marco Conceptual y Clasificación de los servicios ecosistémicos. Revista

Biociencias. 1(4).3-15p.

Carpenter, S.R.et.al (2009):Science for managing ecosytem services: beyond the Millenium

Ecosytem Assesment. Proc Natl Sci USA 106:1305-1312.

CEDRSSA (2019). Servicios Ambientales.Mexico. Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable.

Comité Regional Ambiental. (2005). Estrategia Regional de la Diversidad Biológica de Amazonas (ERDBA). Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana; Gobierno Regional de Amazonas: (CAR).

Cuellar J, Salazar E, Dietz J. (2015). Patrón de cambios del carbono almacenado en el ecosistema debido al cambio de uso de bosque tropical en la Cuenca de Aguaytia, Perú. Instituto Nacional de Innovación Agraria.133p.

Chávez (2007). Introducción a la investigación Educativa. Maracaibo. p 134.

De Petre, A (2011). Diccionario de términos edafológicos y vocês asociadas. Buenos Aires.

Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo. 95p.

Echeverri, D., & Cols, C. (2005). Café para Cardiólogos. *Revista Colombiana de Cardiología*,

11(8).

Encina, T (2018). Determinación del potencial de captura de carbono en los cultivos de plátano

Musa paradisiaca y café *Coffea arabica*, Moyobamba, 2018. Universidad César Vallejo.

Espinoza, Domínguez, Krishnamurthy, Vásquez y Torres (2012). Almacén de carbono en sistema Agroforestal con café. Revista Chapingo. *Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*. Recuperado de: <http://www.scielo.org.mx/pdf/rcscfa/v18n1/v18n1a6.pdf>

Franck, Vaast(2009). Limitation of coffee leaf photosynthesis by stomatal conductance and light availability under different shade levels. *Tree Physiology* 23-761-769.

Farfán (2014). *Agroforestería y Sistemas Agroforestales con café*. Colombia. 342 p.

FAO (2012). *Peatland-guidance for climate change mitigation through conservation, rehabilitation and sustainable use*.

Galloway, G; Beer, J. 1997. Oportunidades para fomentar la silvicultura en cafetales en América

Central. CATIE, Turrialba, Costa Rica (Serie Técnica. Informe Técnico Nro 285). 166p.

Gonzales (2018). *Carbón almacenado en sistemas agroforestal de Coffea arábica L. "café" de 4 y 7 en relación a la Gradiente Altitudinal, Huánuco* (tesis de posgrado). Universidad Nacional Agraria de la Selva

Guzmán, A., Link, A., Castillo, J., y Botero, J. (2016). Agroecosystems and primate conservation: Shade coffee as potential habitat for the conservation of Andean night monkeys in the northern Andes. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 215(1):p.57-67.

Harrison, P (2010): Identifying and prioritising services in European terrestrial and freshwater ecosystems. *Biodiversity Conservation* 19: p.p. 2791-2821.

Galloway, G; Beer, J. 1997. Oportunidades para fomentar la silvicultura en cafetales en América

Central. CATIE, Turrialba, Costa Rica (Serie Técnica. Informe Técnico Nro 285). 166p.

Gonzales (2018). *Carbón almacenado en sistemas agroforestal de Coffea arábica L. "café" de 4 y 7 en relación a la Gradiente Altitudinal, Huánuco* (tesis de posgrado). Universidad Nacional Agraria de la Selva

Guzmán, A., Link, A., Castillo, J., y Botero, J. (2016). Agroecosystems and primate conservation: Shade coffee as potential habitat for the conservation of Andean night monkeys in the northern Andes. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 215(1):p.57-67.

Harrison, P (2010): Identifying and prioritising services in European terrestrial and freshwater ecosystems. *Biodiversity Conservation* 19: p.p. 2791-282

erbert. G (2006). *Alternativa Económicas Bioproductivas para un sistema agroforestal de café de sombra: El caso de sociedad Cooperativa Tosepan Titataniskej Cuetzalan, Puebla*. (tesis de posgrado). Universidad Iberoamericana Puebla.

Hidalgo (2011). Determinación de las reservas totales de Carbono en un sistema agroforestal de la Selva de Tingo María. Aporte Santiaguino. Recuperado de:

https://www.researchgate.net/publication/329500184_Determinacion_de_las_reservas_t

otales_de_Carbono_en_un_sistema_agroforestal_de_la_Selva_Alta_de_Tingo_Mari

a.

Honorio y Baker (2010). Manual para el monitoreo del ciclo del carbono en bosques amazónicos.

Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana/Universidad de
Leed.54p.

Honorio y Baker (2010). Manual para el monitoreo del ciclo del carbono en bosques amazónicos.

Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana/Universidad de
Leed.54p.

Ibrahim, M. Villanueva, E. Llanderal, H. Murgueito, E. Casasola, C. Ramírez, J (2005a).

Opportunities for carbon sequestration and conservation of wáter resources on landscapes dominateby cattle production in Central América. Costa Rica.CATI

ICRAF (2011). Consejo Internacional de Investigación Agroforestales. Congreso Brasileño de Sistemas Agroforestales. Recuperado de: <http://www.worldagroforestry.org/latinamerica/content/icraf-participa-enel-congreso-brasile%C3%B1o-de-sistemas-agroforestales2011>.

INEI (2018). Perú Panorama Económico Departamental. Informe técnico N°5 mayo 2018.

Recuperado de:

https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/informe-tecnico-n05_panorama-economico-departamental-mar2018.PDF

IPCC, (2001) Grupo Intergubernamental de expertos sobre cambio climáticos. 2001 Synthesis report. IPCC THIRD ASSESSMENT REPORT (TAR) A report of the IPCC. WMO UNEP. Geneve, Switzerland (Tercer Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático de las Naciones Unidas).

ICRAF (2011). Consejo Internacional de Investigación Agroforestales. Congreso Brasileño de Sistemas Agroforestales. Recuperado de: <http://www.worldagroforestry.org/latinamerica/content/icraf-participa-en-el-congreso-brasile%C3%B1o-de-sistemas-agroforestales2011>.

INEI (2018). Perú Panorama Económico Departamental. Informe técnico N°5 mayo 2018.

Recuperado de:

https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/informe-tecnico-n05_panorama-economico-departamental-mar2018.PDF

IPCC, (2001) Grupo Intergubernamental de expertos sobre cambio climáticos. 2001 Synthesis report. IPCC THIRD ASSESSMENT REPORT (TAR) A report of the IPCC. WMO UNEP. Geneve, Switzerland (Tercer Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático de las Naciones Unidas).

IPCC (2007). Informe de síntesis de cambio Climático. 2007. Grupo Intergubernamental de expertos sobre cambio climáticos (Informe la captación y almacenamiento de dióxido de carbono. p.21.

ICO (2016). Informe del Mercado de café,1-2.

Isaza, C. y Cornejo, J. (2015). El café y el ciclo de carbono. *Solidaridad*, 27.

Jezeer, R.E. & Verweij, P.A. (2015). Café en Sistema Agroforestal - doble dividendo para la biodiversidad y los pequeños agricultores en Perú. Hivos, The Hague, Holanda.

Jezzer, Santos, Verweij, Boot, y Clough (2019). Beneficios para múltiples servicios ecosistémicos en sistemas agroforestales de café peruano sin reducir el rendimiento.

Ecosystem Services. Recuperado de:
https://www.researchgate.net/publication/337663862_Benefits_for_multiple_ecosystem_services_in_Peruvian_coffee_agroforestry_systems_without_reducing_yield

Jíménez, A. Massa, P (2015). Produccion de café y variables climáticas: el caso Espondola, Ecuador.Economia,40(2),117-137.

José, S. (2009). Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits: an overview.

Agroforestry Systems, 49(1),31-39.

Krishnamurthy, L. Uribe, M. (2002). Tecnologías agroforestales para el desarrollo rural sostenible.

PNUMA-SERMARNAT. México. p.460.

Lampeyre, T. Alegre, J. Arévalo, L. (2004). Determinación de las reservas de carbono de la biomasa aérea, en diferentes sistemas de uso de la tierra en San Martín. San Martín, Perú. 3(1.2).

Lapeyre, T. et al. (2003). Determinación de las Reservas de Carbono de la biomasa aérea en diferentes sistemas de Uso de Tierra en San Martín. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina, Especialidad de Ciencias Ambientales.

León, F. (2007). El Aporte de las Áreas Protegidas a la Economía ambiental.

López, G (2015). Valoración económica del servicio ambiental de captura de carbono en el fundo Violeta Distrito de Tahuamanu-Madre de Dios (tesis de pregrado). Pontifica Universidad Católica del Perú.

Hernández, B. Fernández, C. Baptista, P 2015). Metodología de la investigación. México: Editorial

Miembro de la Cámara Nacional de la Industria.

Estudio de Valoración de los Ecosistemas del Milenio (2005): Ecosystems and human well-being: current state and trends. Millenium Ecosytem Assessment. Island Press, Washington,DC.

Marqués, L. (2000). Elementos técnicos para inventarios de carbono en uso del suelo, CO2 en el suelo. Fundación Solar.Guatemala

Martino, D. (2006). Los Sumideros de Carbono en el Mecanismo de Desarrollo Limpio del Protocolo de Kyoto. [En línea]: SEED, (<http://www.seed.slb.com/es/78/scictr/watch/climatechangecarbon.html>; 25 abr. 2007)

Mendieta, M., y Rocha, L. (2007). Sistemas Agroforestales. Universidad Nacional Agraria.

Managua, Nicaragua. 115 pp.

Martino, D. (2006). Los Sumideros de Carbono en el Mecanismo de Desarrollo Limpio del Protocolo de Kyoto. [En línea]: SEED, (<http://www.seed.slb.com/es/78/scictr/watch/climatechangecarbon.html>; 25 abr. 2007)

Mendieta, M., y Rocha, L. (2007). Sistemas Agroforestales. Universidad Nacional Agraria.

Managua, Nicaragua. 115 pp.

Mertens, D. (2005). Research and evaluation in Education and Psychology: Integrating diversity with quantitative, qualitative, and mixed methods. Thousand Oaks: Sage.

Meylan, L (2012). Design of cropping systems combining production and ecosystem services: developing a methodology combining numerical modeling and participation of farmers. Tesis PhD. Francia. 145p.

MINAM (2009). Segunda Comunicación Nacional del Perú ala CMNUCC. Identificación de Metodologías existentes para determinar stock de carbono en ecosistemas forestales. Ministerio del Ambiente. 99 p.

MINAM (2009). Aprueban la Política de Nacional del ambiente. Perú, 8p.

MINAGRI (2016). *Boletín Estadístico de Producción Agrícola, Pecuaria y Avícola*. Lima

MINAGRI (2018). *Informe técnico N° 5*. Perú Panorama Económico Departamental.

Nature Conservancy (2013). Climate change: What we do. The Role of forest in Reducing

Emissions. Recuperado de:

<https://www.nature.org/ourinitiatives/urgentissues/global-warming-climate-change/how-we-work/the-role-of-forests-in-reducing-emissions.xml>

Nicholls,C (2008). Control biológico de insectos un enfoque agroecológico. Medellín: Editorial

Universidad de Antioquia.

Ortiz, A., y Riascos, L. (2006). Almacenamiento y fijación de carbono del sistema agroforestal cacao y laurel en la reserva indígena de Talamanca, Costa Rica.

PNUMA-ORPALC / FS-UNEP CENTRE. (2014). La agricultura andina frente al cambio climático.

Documento del proyecto Microfinanzas para la adaptación basada en Ecosistemas

(MEbA). Panamá: PNUMA-ORPALC / FS-UNEP CENTRE. 64p.

Rapidel,R; Alline,C; Cerdan,C; Merlan,L Virgilio, F y Avelino,J (2015). Efectos ecológicos y productivos del asocio de árboles de sombra con café en sistemas agroforestales en F.Montagnini, E, Somarraiba,Murgeito, E,Fassola, H y Eibi,B. CATIE.131p.

Rugnitz, M;León,M; Porro,R (.2009). Guía para la determinación de carbono en pequeñas propiedades rurales. Lima: Centro Mundial Agroforestal (ICRAF).

Rojas, J; Ibrahim,M; Andrade,H (2009). Secuestro de carbono y uso de agua en sistemas silvopastorales con especies maderables nativas en el trópico seco de Costa Rica. Revista Corpoica: Ciencia y Tecnología Agropecuaria 10(2),214-223.

Scherr,J (2006). Degradación de Suelos, Una Visión al 2 020. Documento de Trabajo N° 27.

Departamento de Economía Agrícola y de Recursos Naturales, Universidad de Maryland, College Park. Maryland, USA.

Sperow,M (2005). Estimating the economic value of temporary and permanente carbon sequestration activities on agricultural land southern agricultural economics association anual meeting, Arkansas.

Schmidt, Y. et al. 2013. Servicio ecosistémico de almacenamiento de Carbono en el suelo en el sector comuñiz de la Reserva Comunal Yanasha. Tingo Maria. Universidad Agrariade la Selva, Especialidad de Ciencias Ambientales.

Surco, O. (2017). Determinación de reservas de carbono en la necromasa y biomasa área de cuatro sistemas agroforestales combinadas con *Theobroma cacao L*, en cuatro Distritos del Departamento de Madre de Dios. Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, Peru.

Timoteo,K; Remuzgo,J; Valdivia,L; Sales,F; García, D y Abanto,C (2016). Estimación del carbono en tres sistemas agroforestales durante el primer año de instalación en el departamento de Huánuco. Folia amazónica 25(1).46p.

Turner et al., 2008

Useros, J. (2012). El Cambio Climático: Sus causas y efectos medioambientales. p.71.

Valdez, C, Ruiz, L (2012). Marco conceptual y clasificación de los servicios ecosistémicos. Revista

Biociencias. Vol.1 Núm.4. Pág. 3-15.

Vera, J. (2015). Evaluación de los factores de riesgo producidos por la degradación de los suelos por cultivos de café en la vereda El Cascajo, Municipio de Concordia (Antioquia). Cuaderno Activa, 7, 85-97.

Walkey, A; Black, A (1934).An examination of the Degtoreff method for determination soil organic matter, and proposed codification of the chromic acid titration method. Soil Sciencia. 37p

Zavala, W; Merino,E y Peláez,P (2018). Influencia de tres sistemas agroforestales del cultivo de cacao en la captura y almacenamiento de carbono. Scientia Agropecuaria. Recuperado de:

<http://revistas.unitru.edu.pe/index.php/scientiaagrop/article/view/2179>

ANEXOS

ANEXO 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA

“SISTEMA AGROFORESTAL Y SERVICIOS AMBIENTALES EN EL CULTIVO CAFÉ CATURRO EN AUCAYACU DISTRITO JOSÉ CRESPO Y CASTILLA- PROVINCIA DE LEONCIO PRADO-REGIÓN HÚANUCO 2020-2021”

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	METODO	TECNICA
¿En qué medida el sistema agroforestal incide en los servicios ambientales en el cultivo de café Caturro en Aucayacu distrito José Crespo y Castilla-Provincia de Leoncio Prado-Región Huánuco 2020-2021?	Analizar en qué medida el sistema agroforestal incide en los servicios ambientales en el cultivo de café Caturro en Aucayacu distrito José Crespo y Castilla-Provincia de Leoncio Prado-Región Huánuco 2020-2021.	El sistema agroforestal incide significativamente en los servicios ambientales en el cultivo de café Caturro en Aucayacu distrito José Crespo y Castilla-Provincia de Leoncio Prado-Región Huánuco 2020-2021.	V. INDEPENDIENTE Sistema agroforestal	Manejo de suelos.	Temperatura Índice: 20-25°C	ICRAF	Observacional y de campo
				Cultivo de arbusto con sombra	Porcentaje Índice: 25% de sombra		
				Manejo de nutrientes	Fosforo, Potasio, Nitrógeno		
				Control de plaga	Sulfato de cobre (Kg) Índice: 2 kg		
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICAS	VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	METODO	

<p>1. ¿En qué medida el sistema agroforestal incide en los servicios ambientales coreferencia a la capacidad de captura de carbono en el cultivo de café Caturro en Aucayacu distrito José Crespo y Castilla-Provincia de Leoncio Prado Región Huánuco 2020-2021?</p>	<p>1. Analizar en qué medida el sistema agroforestal incide en los servicios ambientales coreferencia a la capacidad de captura de carbono en el cultivo de café Caturro en Aucayacu distrito José Crespo y Castilla- Provincia</p>	<p>1. El sistema agroforestal incide significativamente los servicios ambientales coreferencia a la capacidad de captura de carbono en el cultivo de café Caturro en Aucayacu distrito José</p>	<p>V. DEPENDIENTE Servicios ambientales</p>	<p>Captura de carbono</p>	<p>-tn C/ha Índice: 20-204</p>	<p>Determinación de carbono en pequeñas propiedades rurales</p>	
<p>2.. ¿En qué medida el sistema agroforestal incide en los servicios ambientales coreferencia a la cantidad de carbono orgánico del suelo en el cultivo de café Caturro en Aucayacu distrito José Crespo y Castilla- Provincia de Leoncio Prado Región Huánuco 2020-2021?</p>	<p>2. Analizar en qué medida el sistema agroforestal incide en los servicios ambientales coreferencia a la capacidad de captura de carbono en el cultivo de café Caturro en Aucayacu distrito José Crespo y Castilla- Provincia de Leoncio Prado-Región Huánuco 2020-2021.</p>	<p>2. El sistema agroforestal incide significativamente los servicios ambientales coreferencia a la cantidad de carbono orgánico del suelo en el cultivo de café Caturro en Aucayacu distrito José Crespo y Castilla- Provincia de Leoncio Prado- Región Huánuco</p>		<p>Carbono Orgánico del suelo</p>	<p>t/ha Índice: 0.30m</p>	<p>Walkley Black</p>	

<p>¿En qué medida el sistema agroforestal incide en el valor económico de los servicios ambientales en el cultivo de café Caturro en Aucayacu distrito José Crespo y Castilla Provincia de Leoncio Prado-Región Huánuco 2020-2021?</p>	<p>3. Analizar en qué medida el sistema agroforestal incide en el valor económico de los servicios ambientales en el cultivo de café Caturro en Aucayacu distrito José Crespo y Castilla Caturro en Aucayacu distrito José Crespo y Castilla- Provincia de Leoncio Prado-Región Huánuco 2020-</p>	<p>3. El sistema agroforestal incide significativamente en el valor económico de los servicios ambientales en el cultivo de café Caturro en Aucayacu distrito José Crespo y Castilla- Provincia de Leoncio Prado-Región Huánuco 2020-2021.</p>		<p>Valor Económico</p>	<p>Soles Índice: \$. 7.17 TCO2e</p>	<p>Estimación del Precio Social del Carbono</p>	
--	---	--	--	------------------------	--	---	--

ANEXO 02: INSTRUMENTO DE MEDICIÓN

1. Formulario de Inventario Forestal

Responsable: _____

Fecha: _____

Hora de inicio: _____

Hora de Finalización: _____

Propiedad #: _____

Estrato#: _____

Parcela#: _____

Árbol #	dap	Altura			
		Superior	Interior	Escala	Distancia
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					

Observaciones

b) Formulario para colecta de Información aérea

Responsable: _____ **Fecha:** _____
Hora de inicio: _____ **Hora de Finalización:** _____
Propiedad #: _____ **Estrato#:** _____
Parcela#: _____
Árbol #: _____ **dap:** _____ **Altura:** _____

Sección#	Peso fuste	Peso	Peso Hojas	Peso Frutos	Observaciones
	Kg(Materia)				
Peso de la Muestra					

ANEXO 03: FICHA DE JUICIOS DE EXPERTOS APROBADOS

CARTA DE PRESENTACIÓN



Mg. Oscar Fuchs Angeles

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

No es muy grato comunicarnos con usted para expresarle nuestro saludo y así mismo hacer de su conocimiento que siendo egresados y tesis de la Unidad de Posgrado de la Facultad de Ingeniería Ambiental y de Recursos Naturales de la Universidad Nacional del Callao, requerimos validar los instrumentos de observación con los cuales debo recoger la información necesaria para poder desarrollar la investigación para optar el grado académico de Magister en Gestión Ambiental para el Desarrollo Sostenible.

El título o nombre del proyecto de investigación es: **SISTEMA AGROFORESTAL Y SERVICIOS AMBIENTALES EN EL CULTIVO DE CAFÉ CATURRO EN AUCAYACU DISTRITO JOSÉ CRESPO Y CASTILLA-PROVINCIA DE LEONCIO PRADO- REGIÓN HÚANUCO 2020-2021.** Y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos, recurrimos y apelamos a su connotada experiencia a efecto que se sirva aprobar el instrumento aludido.

El expediente de validación, que le hacemos llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Fichas de observación para ser evaluadas.
- Hoja de calificación del experto y certificado de validez del experto (firmará allí el experto su veredicto).
- Matriz de consistencia y operacionalización de las variables.

Expresándole mi sentimiento de respeto y consideración nos despedimos de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.

Alex del Aguila Ipanaqué
DNI: 25853332

Vanessa Johana Caldas Garnique
DNI: 4981076

CALIFICACIÓN DEL EXPERTO SOBRE LA FICHA DE OBSERVACIÓN DE DATOS A

CRITERIOS	Descripción	Muy bueno (5)	Bueno (4)	Regular (3)	Malo (2)	Muy malo (1)
Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado, específico y comprensible.	X				
Objetividad	Es directo y cubre la realidad de lo que se desea medir.	X				
Suficiencia	Comprende los aspectos de la variable en cantidad y calidad	X				
Organización	Presentación ordenada	X				
Coherencia	Hay coherencia entre las medidas que representa.	X				
Metodología	La estrategia responde al propósito de recolectar datos.	X				
Pertinencia	El instrumento es funcional con el propósito de la investigación.	X				

Puntaje máximo: 35 PUNTOS

Nota:

Puntaje mínimo: 7 puntos.

Puntaje máximo: 35 puntos.

Oscar Fuchs A.

CALIFICACIÓN DEL EXPERTO SOBRE LA FICHA DE OBSERVACIÓN DE DATOS A

CRITERIOS	Descripción	Muy bueno (5)	Bueno (4)	Regular (3)	Malo (2)	Muy malo (1)
Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado, específico y comprensible.	X				
Objetividad	Es directo y cubre la realidad de lo que se desea medir.	X				
Suficiencia	Comprende los aspectos de la variable en cantidad y calidad	X				
Organización	Presentación ordenada	X				
Coherencia	Hay coherencia entre las medidas que representa.	X				
Metodología	La estrategia responde al propósito de recolectar datos.	X				
Pertinencia	El instrumento es funcional con el propósito de la investigación.	X				

Puntaje máximo: 35 Puntos

Nota:

Puntaje mínimo: 7 puntos.

Puntaje máximo: 35 puntos.

Oscar Fuchs A.

FICHA DE OBSERVACIÓN DE DATOS B (Se aclara que ésta ficha de observación no es para medir la variable dependiente, solo es una ficha complementaria a la fase previa de la parte experimental).

b) Formulario para colecta de Información aérea

Responsable: _____ Fecha: _____
 Hora de inicio: _____ Hora de Finalización: _____
 Propiedad #: _____ Estrato#: _____
 Parcela#: _____
 Árbol #: _____ dap: _____ Altura: _____

Sección#	Peso fuste	Peso Ramas	Peso Hojas	Peso Frutos	Observaciones
	Kg(Materia Viva)				
Peso de la Muestra					

EL INSTRUMENTO SE PUEDE APLICAR

Oscar Fuchs

**CALIFICACIÓN DEL EXPERTO SOBRE LA FICHA DE OBSERVACIÓN DE
DATOS B**

CRITERIOS	Descripción	Muy bueno (5)	Bueno (4)	Regular (3)	Malo (2)	Muy malo (1)
Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado, específico y comprensible.	X				
Objetividad	Es directo y cubre la realidad de lo que se desea medir.	X				
Suficiencia	Comprende los aspectos de la variable en cantidad y calidad	X				
Organización	Presentación ordenada	X				
Coherencia	Hay coherencia entre las medidas que representa.	X				
Metodología	La estrategia responde al propósito de recolectar datos.	X				
Pertinencia	El instrumento es funcional con el propósito de la investigación.	X				

Puntaje máximo: 35 PUNTOS

Nota:

Puntaje mínimo: 7 puntos.

Puntaje máximo: 35 puntos.

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DE LA FICHA DE
OBSERVACIÓN DE DATOS B**

Observaciones (precisar si hay suficiencia): EL INSTRUMENTO PRESENTA SUFICIENCIA

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador:

Mg. Oscar Fuchs Angeles

DNI: 07538941.....

Especialidad del validador:..... DOCENTE UNIVERSITARIA METADÓLOGA
INGENIERA PESQUERA

05 de febrero del 2021

- ¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Oscar Fuchs Angeles

Firma del Validador

**CALIFICACIÓN DEL EXPERTO SOBRE LA FICHA DE OBSERVACIÓN DE
DATOS A**

CRITERIOS	Descripción	Muy bueno (5)	Bueno (4)	Regular (3)	Malo (2)	Muy malo (1)
Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado, específico y comprensible.		X			
Objetividad	Es directo y cubre la realidad de lo que se desea medir.	X				
Suficiencia	Comprende los aspectos de la variable en cantidad y calidad	X				
Organización	Presentación ordenada	X				
Coherencia	Hay coherencia entre las medidas que representa.		X			
Metodología	La estrategia responde al propósito de recolectar datos.		X			
Pertinencia	El instrumento es funcional con el propósito de la investigación.	X				

Puntaje máximo: 32

Nota:

Puntaje mínimo: 7 puntos.

Puntaje máximo: 35 puntos.

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DE LA FICHA DE
OBSERVACIÓN DE DATOS A**

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador:

Ing. Gilmer Milton Neira Trujillo

DNI: 20116549

Especialidad del validador: ING. INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

05 de febrero del 2021



Firma del Validador

**CALIFICACIÓN DEL EXPERTO SOBRE LA FICHA DE OBSERVACIÓN DE
DATOS B**

CRITERIOS	Descripción	Muy bueno (5)	Bueno (4)	Regular (3)	Malo (2)	Muy malo (1)
Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado, específico y comprensible.	X				
Objetividad	Es directo y cubre la realidad de lo que se desea medir.		X			
Suficiencia	Comprende los aspectos de la variable en cantidad y calidad	X				
Organización	Presentación ordenada	X				
Coherencia	Hay coherencia entre las medidas que representa.		X			
Metodología	La estrategia responde al propósito de recolectar datos.	X				
Pertinencia	El instrumento es funcional con el propósito de la investigación.	X				

Puntaje máximo: 33

Nota:

Puntaje mínimo: 7 puntos.

Puntaje máximo: 35 puntos.

**CALIFICACIÓN DEL EXPERTO SOBRE LA FICHA DE OBSERVACIÓN DE
DATOS A**

CRITERIOS	Descripción	Muy bueno (5)	Bueno (4)	Regular (3)	Malo (2)	Muy malo (1)
Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado, específico y comprensible.		X			
Objetividad	Es directo y cubre la realidad de lo que se desea medir.	X				
Suficiencia	Comprende los aspectos de la variable en cantidad y calidad	X				
Organización	Presentación ordenada		X			
Coherencia	Hay coherencia entre las medidas que representa.	X				
Metodología	La estrategia responde al propósito de recolectar datos.		X			
Pertinencia	El instrumento es funcional con el propósito de la investigación.	X				

Puntaje máximo: 32

Nota:

Puntaje mínimo: 7 puntos.

Puntaje máximo: 35 puntos.

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DE LA FICHA DE
OBSERVACIÓN DE DATOS A**

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [X] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador:

Mg. Sadith Suarez Cruz

DNI: 70525857

Especialidad del validador: **INGENNERIA AMBIENTAL**

10 de marzo del 2021

***Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

***Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

***Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



SADITH VIOLETA
SUAREZ CRUZ
INGENIERA AMBIENTAL
Reg. CIP N° 188201

Firma del Validador

**CALIFICACIÓN DEL EXPERTO SOBRE LA FICHA DE OBSERVACIÓN DE
DATOS B**

CRITERIOS	Descripción	Muy bueno (5)	Bueno (4)	Regular (3)	Malo (2)	Muy malo (1)
Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado, específico y comprensible.	X				
Objetividad	Es directo y cubre la realidad de lo que se desea medir.		X			
Suficiencia	Comprende los aspectos de la variable en cantidad y calidad	X				
Organización	Presentación ordenada	X				
Coherencia	Hay coherencia entre las medidas que representa.	X				
Metodología	La estrategia responde al propósito de recolectar datos.	X				
Pertinencia	El instrumento es funcional con el propósito de la investigación.	X				

Puntaje máximo: 34

Nota:

Puntaje mínimo: 7 puntos.

Puntaje máximo: 35 puntos.

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DE LA FICHA DE
OBSERVACIÓN DE DATOS B**

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____ - _____

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador:

Mg. Sadith Suarez Cruz

DNI: 70525857

Especialidad del validador: **INGENNERIA AMBIENTAL**

10 de marzo del 2021

Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



SADITH VIOLETA
SUAREZ CRUZ
INGENIERA AMBIENTAL
Reg. CIP N° 188201

Firma del Validador

ANEXO 04: RESULTADOS DE LABORATORIOS CONTRATADOS



ANÁLISIS ESPECIAL

SOLICITANTE:				VANESSA CALDAS GARNIQUE		PROCEDENCIA:		LEONCIO PRADO- HUANUCO	
DATOS DE LA MUESTRA				ANÁLISIS PROXIMAL				RESULTADOS EN BASE SECA	
				Humedad Hd (%)	EN BASE HUMEDA		EN BASE SECA		
					MATERIA SECA		Materia Orgánica (%)		Cenizas (%)
Código	Sector	Tipo	Referencia		Materia Orgánica (%)	Cenizas (%)	Materia Orgánica (%)	Cenizas (%)	C (%)
M 0163	BOLOGNESI	HOJAS	M1	79.70	13.15	7.15	64.78	35.22	31.42
M 0164	BOLOGNESI	HOJAS	M2	83.77	8.72	7.51	53.72	46.28	26.05
M 0165	BOLOGNESI	HOJAS	M3	78.66	14.74	6.61	69.05	30.95	33.49
M 0166	BOLOGNESI	HOJAS	M4	84.36	8.35	7.29	53.40	46.60	25.90
M 0167	BOLOGNESI	HOJAS	M5	79.10	11.85	9.06	56.66	43.34	27.48
M 0168	BOLOGNESI	HOJAS	M6	77.01	14.72	8.27	64.02	35.98	31.05
M 0169	BOLOGNESI	HOJAS	M7	74.22	17.13	8.64	66.48	33.52	32.24
M 0170	BOLOGNESI	HOJAS	M8	91.45	1.24	7.30	14.56	85.44	7.06
M 0171	BOLOGNESI	HOJAS	M9	84.97	6.71	8.32	44.66	55.34	21.66
M 0172	BOLOGNESI	HOJAS	M10	88.68	2.68	8.64	23.70	76.30	11.49
M 0173	BOLOGNESI	FRUTO	M1	94.05	2.63	3.32	44.23	55.77	21.45
M 0174	BOLOGNESI	FRUTO	M2	95.47	2.26	2.27	49.88	50.12	24.19
M 0175	BOLOGNESI	FRUTO	M3	89.12	5.65	5.23	51.92	48.08	25.18
M 0176	BOLOGNESI	FRUTO	M4	98.89	0.44	0.67	39.55	60.45	19.18
M 0177	BOLOGNESI	FRUTO	M5	97.37	0.60	2.03	22.81	77.19	11.06
M 0178	BOLOGNESI	FRUTO	M6	89.92	4.65	5.43	46.13	53.87	22.37
M 0179	BOLOGNESI	FRUTO	M7	94.97	0.72	4.30	14.35	85.65	6.96
M 0180	BOLOGNESI	FRUTO	M8	86.92	8.02	5.07	61.28	38.72	29.72
M 0181	BOLOGNESI	FRUTO	M9	90.74	4.56	4.70	49.24	50.76	23.88
M 0182	BOLOGNESI	FRUTO	M10	89.61	1.60	8.78	15.44	84.56	7.49
M 0183	La Divisoria	HOJAS	M1	83.77	8.72	7.51	53.72	46.28	26.05
M 0184	La Divisoria	HOJAS	M2	78.66	14.74	6.61	69.05	30.95	33.49
M 0185	La Divisoria	HOJAS	M3	84.36	8.35	7.29	53.40	46.60	25.90
M 0186	La Divisoria	HOJAS	M4	79.10	11.85	9.06	56.66	43.34	27.48
M 0187	La Divisoria	HOJAS	M5	77.01	14.72	8.27	64.02	35.98	31.05
M 0188	La Divisoria	HOJAS	M6	74.22	17.13	8.64	66.48	33.52	32.24
M 0189	La Divisoria	HOJAS	M7	91.45	1.24	7.30	14.56	85.44	7.06
M 0190	La Divisoria	HOJAS	M8	84.97	6.71	8.32	44.66	55.34	21.66
M 0191	La Divisoria	HOJAS	M9	88.68	2.68	8.64	23.70	76.30	11.49
M 0192	La Divisoria	HOJAS	M10	94.05	2.63	3.32	44.23	55.77	21.45
M 0193	La Divisoria	FRUTO	M1	95.47	2.26	2.27	49.88	50.12	24.19
M 0194	La Divisoria	FRUTO	M2	89.12	5.65	5.23	51.92	48.08	25.18
M 0195	La Divisoria	FRUTO	M3	98.89	0.44	0.67	39.55	60.45	19.18
M 0196	La Divisoria	FRUTO	M4	97.37	0.60	2.03	22.81	77.19	11.06
M 0197	La Divisoria	FRUTO	M5	89.92	4.65	5.43	46.13	53.87	22.37
M 0198	La Divisoria	FRUTO	M6	94.97	0.72	4.30	14.35	85.65	6.96
M 0199	La Divisoria	FRUTO	M7	86.92	8.02	5.07	61.28	38.72	29.72
M 0200	La Divisoria	FRUTO	M8	90.74	4.56	4.70	49.24	50.76	23.88
M 0201	La Divisoria	FRUTO	M9	89.61	1.60	8.78	15.44	84.56	7.49
M 0202	La Divisoria	FRUTO	M10	79.64	14.53	5.83	71.38	28.62	34.62

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE

TINGO MARIA, 12 DE MARZO 2021

RECIBO N° 0625355

[Handwritten signature and notes in blue ink]





CADENA DE CUSTODIA DE MONITOREO - DE AGUAS Y SUELOS

FR - 1
Versión:
F.E. 11/20
Página.....de ...

Cliente: Vanessa Caldos G Contacto: Vanessa Caldos G E-mail: vcaldosgarnique@gmail.com Telef.(s) 962 097 292
 Lugar: Huanuco - Leoncio Prado - Aucayacu Empresa: _____ Planta: _____ Proyecto: Almacenamiento de Carbono
 Carta/Cotización: 2021-07UE-SO-1 MUESTREADO POR SAG MUESTREADO POR CLIENTE

PUNTO DE MUESTREO ó CÓDIGO DEL CLIENTE	MUESTREO			TIPO DE MATRIZ	PARAMETROS IN SITU	ANÁLISIS DE LABORATORIO										N° Informe: <u>151107-2021</u>		
	FECHA	HORA														CÓDIGO DE LABORATORIO	DATOS ADICIONALES	
M1 -Belogn	14/03/21	11:49		Suelo	/												21031072	
M2 -Belogn	14/03/21	12:16			/												21031073	
M3 -Belogn	14/03/21	12:25			/												21031074	
M4 -Belogn	14/03/21	12:45			/												21031075	
M5 -Belogn	14/03/21	13:12			/												21031076	
M6 -Belogn	14/03/21	13:40		Suelo	/												21031077	
M7 -Belogn	14/03/21	13:50			/												21031078	
M8 -Belogn	14/03/21	14:20			/												21031079	
M9 -Belogn	14/03/21	14:40			/												21031080	
M10 -Belogn	14/03/21	15:15			/												21031081	

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES
RECIBIDO
 17 MAR 2021
 RECEPCIÓN DE MUESTRAS
 SAG

Observaciones de Muestreo: _____

Nombre(s) y Apellido(s) del Responsable del muestreo: Alex Del Apulo Firma(s): Recibido en laboratorio: RTM
 Nombre(s) y Apellido(s) del Responsable o Supervisor en campo: _____ Firma(s): _____ Dia/Hora: 16:00



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N° LE - 047



INFORME DE ENSAYO N° 151107 - 2021 CON VALOR OFICIAL

RAZÓN SOCIAL : VANESSA JOHANA CALDAS GARNIQUE
DOMICILIO LEGAL : MARTINETE MZ K LOTE . CERCADO DE LIMA
SOLICITADO POR : VANESSA JOHANA CALDAS GARNIQUE
REFERENCIA : ALMACENAMIENTO DE CARBONO
PROCEDENCIA : HUANUCO - LEONCIO PRADO - AUCAYACU
FECHA(S) DE RECEPCIÓN DE MUESTRA : 2021-03-17
FECHA(S) DE ANÁLISIS : 2021-03-17 AL 2021-03-23
FECHA(S) DE MUESTREO : 2021-03-14
MUESTREADO POR : EL CLIENTE
CONDICIÓN DE LA MUESTRA : LOS RESULTADOS DE ANÁLISIS SE APLICAN A LA MUESTRA(S) TAL COMO SE RECIBIÓ.

I. METODOLOGÍA DE ENSAYO:

Ensayo	Método	L.C.	Unidades
Carbono orgánico total (COT)	Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000 Revisión 7.1.7, Método AS-07. Especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Estudios, muestreo y análisis. Materia Orgánica. 2002.	0.13	%

L.C.: Límite de cuantificación del método

II. RESULTADOS:

Producto declarado	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo
Matriz analizada	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo
Fecha de muestreo	2021-03-14	2021-03-14	2021-03-14	2021-03-14
Hora de inicio de muestreo (h)	11:49	12:16	12:25	12:45
Condiciones de la muestra	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada
Código del Cliente	M1-BOLOGNESI	M2-BOLOGNESI	M3-BOLOGNESI	M4-BOLOGNESI
Código del Laboratorio	21031072	21031073	21031074	21031075
Ensayos	Unidades	Resultados		
Carbono orgánico total (COT)	%	3.37	3.27	3.61
Producto declarado	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo
Matriz analizada	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo
Fecha de muestreo	2021-03-14	2021-03-14	2021-03-14	2021-03-14
Hora de inicio de muestreo (h)	13:12	13:40	13:50	14:20
Condiciones de la muestra	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada
Código del Cliente	M5-BOLOGNESI	M6-BOLOGNESI	M7-BOLOGNESI	M8-BOLOGNESI
Código del Laboratorio	21031076	21031077	21031078	21031079
Ensayos	Unidades	Resultados		
Carbono orgánico total (COT)	%	2.06	2.24	3.84
Producto declarado	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo
Matriz analizada	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo
Fecha de muestreo	2021-03-14	2021-03-14	2021-03-14	2021-03-14
Hora de inicio de muestreo (h)	14:40	15:15		
Condiciones de la muestra	Conservada	Conservada		
Código del Cliente	M9-BOLOGNESI	M10-BOLOGNESI		
Código del Laboratorio	21031080	21031081		
Ensayos	Unidades	Resultados		
Carbono orgánico total (COT)	%	2.60	2.46	

Resultados de suelo reportados en base seca.

Lima, 29 de Marzo del 2021.

Ing. Mariela Tejo Paucar
 Director Técnico
 G.I.P. N° 219624
Servicios Analíticos Generales S.A.C.
EXPERTS WORKING FOR YOU

Cod. FI 002 / Versión 09 / FE.: 09/2020

OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento solo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de preservabilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas.
 • Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente informe comunicarse al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Laboratorio Av. Naciones Unidas N° 1585 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima • Oficinas Administrativas Pasaje Clorinda Matto de Turner N° 2079 - Lima
 • Central Telefónica (511) 425-6685 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com



CADENA DE CUSTODIA DE MONITOREO - DE AGUAS Y SUELOS

FR - 005
Versión: 05
F.E: 11/2019

Página: de

Cliente: Vanessa Caldos G. Contacto: Vanessa Calder G E-mail: vcaldasgarnique@gmail.com Telef.(s) 962 097 292
 Lugar: _____ Empresa: _____ Planta: _____ Proyecto: Almacenamiento de Carbono
 Carta/Cotización: 2021-03VE-50-1 MUESTREO POR SAG MUESTREO POR CLIENTE

PUNTO DE MUESTREO ó CÓDIGO DEL CLIENTE	MUESTREO		TIPO DE MATRIZ	PARAMETROS IN SITU		ANÁLISIS DE LABORATORIO												N° Informe: <u>151106-7021</u>		
	FECHA	HORA																CÓDIGO DE LABORATORIO	DATOS ADICIONALES	
M1-Divisor	15/03/21	07:15	Suelo																21031062	
M2-Divisor	15/03/21	07:40	"																21031063	
M3-Divisor	15/03/21	08:20	"																21031064	
M4-Divisor	15/03/21	08:00	"																21031065	
M5-Divisor	15/03/21	09:20	"																21031066	
M6-Divisor	15/03/21	09:40	Suelo																21031067	
M7-Divisor	15/03/21	10:20	"																21031068	
M8-Divisor	15/03/21	11:00	"																21031069	
M9-Divisor	15/03/21	11:30	"																21031070	
M10-Divisor	15/03/21	11:50	"																21031071	

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES
RECIBIDO
 17 MAR 2021
 RECEPCIÓN DE MUESTRAS
 SAG

Observaciones de Muestreo: _____

Nombre(s) y Apellido(s) del Responsable del muestreo: _____

Alex del Aguila

Firma(s): _____

Recibido en laboratorio: _____

NR

Nombre(s) y Apellido(s) del Responsable o Supervisor en campo: _____

Firma(s): _____

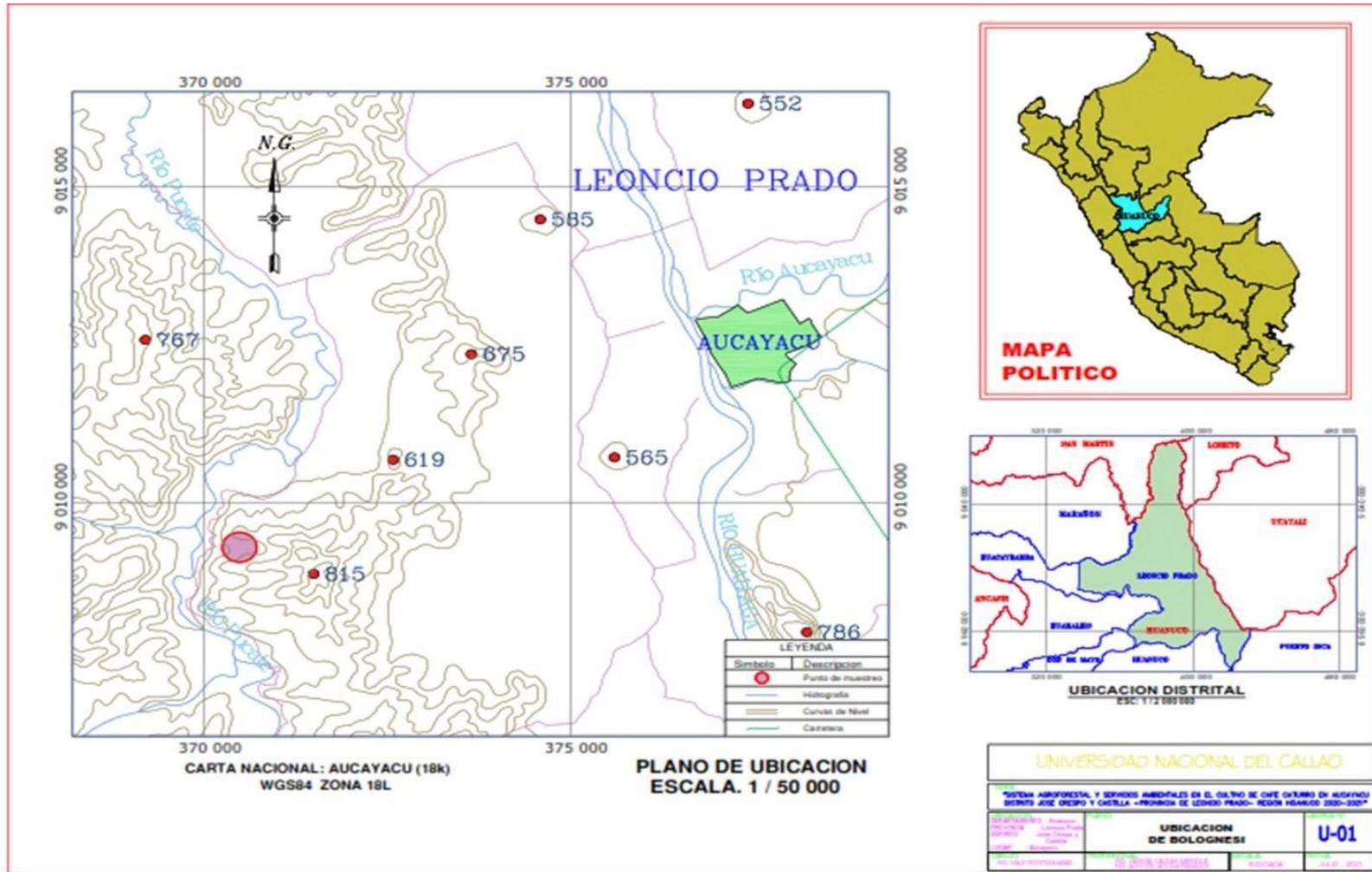
Día/Hora: _____

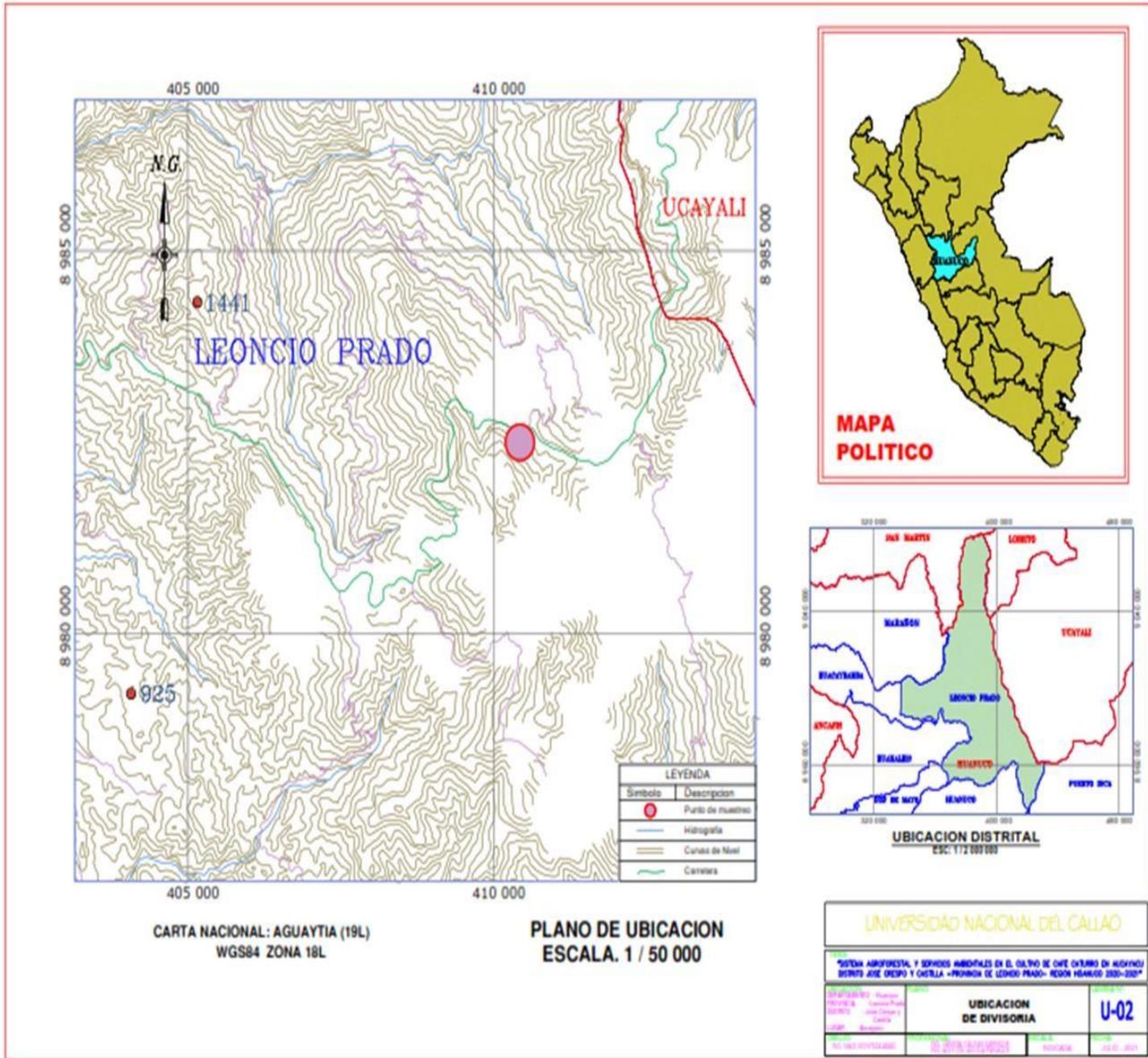
16:00

ANEXO 05: BASE DE DATOS UTILIZADOS

Número muestra	Lugar	Carbono almacenado Hojas	Carbono almacenado frutos %	% total	%/100	Pesos muestras g	Carbono cultivo	Gramos en kilogramo		Precio del Carbono	Valor del Servicio Ambiental
1	Bolognesi	31.42	21.45	52.87	0.5287	62	32.7794	0.0327794	0.16	7.17	1.1751414
3	Bolognesi	26.05	24.19	50.24	0.5024	64	32.1536	0.0321536	0.160768	7.17	1.1527065
3	Bolognesi	33.49	25.18	58.67	0.5867	57	33.4419	0.0334419	0.16078	7.17	1.152792
4	Bolognesi	25.9	19.18	45.08	0.4508	53	23.8924	0.0238924	0.119462	7.17	0.8565425
5	Bolognesi	27.48	11.06	38.54	0.3854	58	22.3532	0.0223532	0.111766	7.17	0.8013622
6	Bolognesi	31.05	22.37	53.42	0.5342	60	32.052	0.032052	0.16026	7.17	1.149064
7	Bolognesi	32.24	6.96	39.2	0.392	62	24.304	0.024304	0.12152	7.17	0.871298
8	Bolognesi	7.06	29.72	36.78	0.3678	65	23.907	0.023907	0.119535	7.17	0.8570659
9	Bolognesi	21.66	23.88	45.54	0.4554	65	29.601	0.029601	0.148005	7.17	1.0611958
10	Bolognesi	11.49	7.49	18.98	0.1898	55	10.439	0.010439	0.052195	7.17	0.3742381
1	La	26.05	24.19	50.24	0.5024	50	25.12	0.02512	0.1256	7.17	0.90055
2	La	33.49	25.18	58.67	0.5867	59	34.6153	0.0346153	0.1730765	7.17	1.24095850
3	La	25.9	19.18	45.08	0.4508	55	24.794	0.024794	0.12397	7.17	0.888864
4	La	27.48	11.06	38.54	0.3854	56	21.5824	0.0215824	0.107912	7.17	0.7737290
5	La	31.05	22.37	53.42	0.5342	54	28.8468	0.0288468	0.144234	7.17	1.0341577
6	La	32.24	6.96	39.2	0.392	50	19.6	0.0196	0.098	7.17	0.70266
7	La	7.06	29.72	36.78	0.3678	61	22.4358	0.0224358	0.112179	7.17	0.8043234
8	La	21.66	23.88	45.54	0.4554	63	28.6902	0.0286902	0.143451	7.17	1.0285436
9	La	11.49	7.49	18.98	0.1898	58	11.0084	0.0110084	0.055042	7.17	0.3946511
10	La	21.45	34.62	56.07	0.5607	55	30.8385	0.0308385	0.1541925	7.17	1.10556022

ANEXO 06: MAPA DE ZONA DE CULTIVOS





ANEXO 07: GALERIA DE FOTOS



Figura 04. Partida a la Ciudad de Tingo María



Figura 05. Delimitación el área de muestra



Figura 06. Retirando muestra de suelo



Figura 07. Medición de talla de cultivo



Figura 08. Extrayendo muestra N° 01 de frutos y hojas



Figura 09. Retirar muestra de hojas



Figura 10. Muestra de suelo N°02



Figura11. Extrayendo muestra N°02 de frutos y hojas



Figura 12. Medición del tallo muestra N°02



Figura 13. Pesado de muestra de suelo



Figura 14. Pesado de muestra de fruto y hojas



Figura 15. Medición de Temperatura



Figura 16. Abono orgánico utilizado en los cultivos de Divisoria



Figura 17. Delimitando el área de la muestra



Figura 18. Medición de cultivo de Divisoria



Figura 19. Extrayendo muestras de suelo



Figura 20. Cultivo de café de Divisoria



Figura 21. Muestra de Suelo



Figura 22. Muestra de frutos y hojas en el Laboratorio de Tingo María



Figura 23: Paro de Transportistas