



Esta obra está bajo una [Licencia
Creative Commons Atribución-
NoComercial-Compartirigual 2.5 Perú.](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/)

Vea una copia de esta licencia en
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

FACULTAD DE ECOLOGIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



**Sistema de cultivos de café, pasto y cacao y su incidencia en la huella de
carbono en la microcuenca Juninguillo – La Mina del
Distrito de Moyobamba**

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

AUTOR:

Anacary Licet Pérez Vásquez

ASESOR:

Ing. Angel Tuesta Casique

Código N° 6050220

Moyobamba – Perú

2021

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

FACULTAD DE ECOLOGIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



Sistema de cultivos de café, pasto y cacao y su incidencia en la huella de carbono en la microcuenca Juninguillo – La Mina del Distrito de Moyobamba

AUTOR:

Anacary Licet Pérez Vásquez

Sustentada y aprobada el 08 de setiembre del 2021, por los siguientes jurados

.....
Lic. Dr. Fabián Centurión Tapia

Presidente

.....
Ing. M.Sc. Rubén Ruiz Valles

Secretario

.....
Ing. M.Sc. Alfonso Rojas Bardález

Miembro

.....
Ing. Angel Tuesta Casique

Asesor

Declaratoria de autenticidad

Anacary Licet Pérez Vásquez, con DNI N° 72887483, bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ecología de la de la Universidad Nacional de San Martín, autor de la tesis titulada: **Sistema de cultivos de café, pasto y cacao y su incidencia en la huella de carbono en la microcuenca Juningullo – La Mina del Distrito de Moyobamba.**

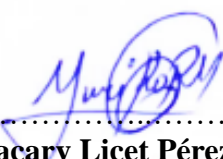
Declaro bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de mi autoría.
2. La redacción fue realizada respetando las citas y referencias de las fuentes bibliográficas consultadas.
3. Toda la información que contiene la tesis no ha sido auto plagiada;
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido alterados ni copiados, por tanto, la información de esta investigación debe considerarse como aporte a la realidad investigada.

Por lo antes mencionado, asumo bajo responsabilidad las consecuencias que deriven de mi accionar, sometiéndome a las leyes de nuestro país y normas vigentes de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Moyobamba, 08 de setiembre del 2021.




.....
Bach. Anacary Licet Pérez Vásquez

DNI N° 72887483

Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis

1. Datos del autor:

Apellidos y nombres: ANACARY LICET PÉREZ VÁSQUEZ	
Código de alumno : 72887483	Teléfono: 998083443
Correo electrónico : alperez@alumno.unsm.edu.pe DNI: 72887483	

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

2. Datos Académicos

Facultad de: ECOLOGIA
Escuela Profesional de: INGENIERIA AMBIENTAL

3. Tipo de trabajo de investigación

Tesis	(X)	Trabajo de investigación	()
Trabajo de suficiencia profesional	()		

4. Datos del Trabajo de investigación

Título : SISTEMA DE CULTIVOS DE CAFÉ, PASTO Y CACAO Y SU INCIDENCIA EN LA HUELLA DE CARBONO EN LA MICROCUENCA SUMINGUILLO - LA HOMA DEL DISTRITO DE MOYOBAMBA.
Año de publicación: 2021

5. Tipo de Acceso al documento

Acceso público *	(X)	Embargo	()
Acceso restringido **	()		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, una licencia **No Exclusiva**, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:

--

6. Originalidad del archivo digital.

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.


7. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12° del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI "Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA".


Firma y huella del Autor

8. Para ser llenado en el Repositorio Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto de la UNSM - T.

Fecha de recepción del documento.

29 / 10 / 2021



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - T.
Repositorio Digital de Ciencia, Tecnología e
Innovación de Acceso Abierto - UNSM-T.

Ing. M. Sc. Alfredo Ramos Perea
Responsable

***Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

** **Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

Dedicatoria

A Dios, por brindarme la vida y la sabiduría para seguir mejorando cada día como personas y como profesional.

A mis padres, hermanos y demás familiares, por siempre haberme mostrado sus apoyo incondicional y consejos durante estos 5 años de estudio.

Agradecimiento

A los agricultores de la Microcuenca Juningullo – La Mina del distrito de Moyobamba, por sus participaron y colaboraron en la investigación promoviéndome las facilidades para que la presente investigación se haya desarrollado de la mejor manera.

A mi asesor el Ing. Angel Tuesta Casique por el apoyo y asesoramiento incondicional durante cada una de las etapas del proyecto de investigación.

A todos los amigos y profesionales que de una u otra manera hicieron posible la ejecución de este proyecto de investigación.

Índice general

	Pág.
Dedicatoria.....	vi
Agradecimiento	vii
Índice general	viii
Índice de tablas	x
Índice de figuras	xi
Resumen	xiii
Abstract.....	xiv
Introducción.....	1
CAPÍTULO I: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
1.1. Antecedentes.....	3
1.2. Bases teóricas	7
1.3. Definición de términos básicos.....	12
CAPÍTULO II: MATERIAL Y MÉTODOS	16
2.1. Material.....	16
2.2. Métodos	16
CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	20
3.1. Determinación de áreas de los cultivos de café, pasto y cacao en la Microcuenca Juninguillo – La Mina.....	20
3.2. Cuantificación de los insumos y la productividad en los cultivos de café, pasto y cacao en la Microcuenca Juninguillo – La Mina	23
3.2.1. Cuantificación de los insumos y la productividad del cultivo de café	23
3.2.2. Cuantificación de los insumos y la productividad del cultivo de pasto.....	32
3.2.3. Cuantificación de los insumos y la productividad del cultivo de cacao	35
3.3. Cuantificación del CO ₂ eq de los cultivos de la producción de café, pasto y cacao en la Microcuenca Juninguillo – La Mina.....	43
3.3.1. Cuantificación de CO ₂ eq en el cultivo de café	44
3.3.2. Cuantificación de CO ₂ eq en el cultivo de pasto.....	47
3.3.3. Cuantificación de CO ₂ eq en el cultivo de cacao.....	48

3.4. Determinación de la relación entre la huella de carbono del sistema de uso de tierra del cultivo de café, pasto y cacao en la Microcuenca Juninguillo – La Mina	51
3.4.1. Huella de carbono por insumo y/o proceso en el cultivo de café, pasto y cacao.....	51
3.4.2. Relación entre la Huella de carbono y la cantidad de insumo y productividad del sistema de uso de tierra del cultivo de café, pasto y cacao.....	55
3.4.3. Relación de la huella de carbono con la cantidad de hectáreas de los sistemas de uso de tierra del cultivo de café y cacao	60
3.5. Discusión de resultados	61
CONCLUSIONES.....	63
RECOMENDACIONES	65
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	66
ANEXOS	69
Anexo 1: Encuesta de recolección de datos.....	70
Anexo 2: Ficha de cálculo de emisiones	71
Anexo 3: Panel fotográfico.....	72

Índice de tablas

Tabla 1. Materiales y equipos utilizados en el proyecto de investigación	16
Tabla 2. Insumos y procesos en los cultivos de café y cacao	17
Tabla 3. Factores de emisión	18
Tabla 4. Huella de carbono del sistema de uso de tierra del cultivo de café	51
Tabla 5. Huella de carbono del sistema de uso de tierra del cultivo de pasto	53
Tabla 6. Huella de carbono del sistema de uso de tierra del cultivo de cacao.....	54
Tabla 7. Relación entre la huella de carbono y la cantidad de insumo y productividad del sistema de uso de tierra del cultivo de café	55
Tabla 8. Relación entre la huella de carbono y la cantidad de insumo y productividad del sistema de uso de tierra del cultivo de pasto	57
Tabla 9. Relación entre la huella de carbono y la cantidad de insumo y productividad del sistema de uso de tierra del cultivo de cacao.....	58
Tabla 8. Relación de la huella de carbono con la cantidad de hectáreas de los sistemas de uso de tierra del cultivo de café, pasto y cacao.....	60

Índice de figuras

Figura 1. Porcentaje de agricultores que cuentan con hectáreas de café	20
Figura 2. Porcentaje de agricultores que cuentan con hectáreas de pasto	21
Figura 3. Porcentaje de agricultores que cuentan con hectáreas de cacao.....	21
Figura 4. Comparación entre hectáreas de cultivo de café, pasto y cacao	22
Figura 5. Cantidad de hectáreas de cultivo de café, pasto y cacao.....	23
Figura 6. Cantidad en Kg de urea del cultivo de café.....	23
Figura 7. Cantidad en Kg de óxido de fósforo en el cultivo de café	24
Figura 8. Cantidad en Kg de óxido de potasio en el cultivo de café	25
Figura 9. Cantidad en Kg de caliza en el cultivo de café	25
Figura 10. Cantidad en Kg de nitrógeno en el cultivo de café	26
Figura 11. Cantidad en L de insecticidas en el cultivo de café.....	27
Figura 12. Cantidad en L de fungicidas en el cultivo de café.....	27
Figura 13. Cantidad de sacos de polipropileno en el cultivo de café	28
Figura 14. Cantidad de Nylon e hilos en el cultivo de café.....	29
Figura 15. Cantidad de plantas en el cultivo de café	29
Figura 16. Cantidad de residuos orgánicos en el cultivo de café	30
Figura 17. Resumen general de cantidades de las variables en el cultivo de café.....	31
Figura 18. Cantidad de sacos de polipropileno en el cultivo de pasto.....	32
Figura 19. Cantidad de Nylon e hilos en el cultivo de pasto	33
Figura 20. Cantidad de plantas en el cultivo de pasto	33
Figura 21. Cantidad de residuos orgánicos en el cultivo de pasto.....	34
Figura 22. Resumen general de cantidades de las variables en el cultivo de pasto	35
Figura 23. Cantidad en Kg de urea del cultivo de cacao	35
Figura 24. Cantidad en Kg de óxido de fósforo en el cultivo de cacao.....	36
Figura 25. Cantidad en Kg de óxido de potasio en el cultivo de cacao.....	37
Figura 26. Cantidad en Kg de caliza en el cultivo de cacao.....	37
Figura 27. Cantidad en Kg de nitrógeno en el cultivo de cacao.....	38
Figura 28. Cantidad en L de insecticidas en el cultivo de cacao	39
Figura 29. Cantidad en L de fungicidas en el cultivo de cacao	39
Figura 30. Cantidad de sacos de polipropileno en el cultivo de cacao	40
Figura 31. Cantidad de Nylon e hilos en el cultivo de cacao	41

Figura 32. Cantidad de plantas en el cultivo de cacao.....	41
Figura 33. Cantidad de residuos orgánicos en el cultivo de cacao	42
Figura 34. Resumen general de cantidades de las variables en el cultivo de cacao ...	43
Figura 35. Cantidad de CO ₂ eq en la fertilización del cultivo de café.....	44
Figura 36. Cantidad de CO ₂ eq en el control fitosanitario del cultivo de café	44
Figura 37. Cantidad de CO ₂ eq en materiales del cultivo de café.....	45
Figura 38. Cantidad de CO ₂ eq en la producción del cultivo de café.....	45
Figura 39. Cantidad de CO ₂ eq por categorías en el cultivo de café	46
Figura 40. Cantidad de CO ₂ eq en materiales del cultivo de pasto.....	47
Figura 41. Cantidad de CO ₂ eq en la producción del cultivo de pasto	47
Figura 42. Cantidad de CO ₂ eq por categorías en el cultivo de pasto	48
Figura 43. Cantidad de CO ₂ eq en la fertilización del cultivo de cacao	48
Figura 44. Cantidad de CO ₂ eq en el control fitosanitario del cultivo de cacao.....	49
Figura 45. Cantidad de CO ₂ eq en materiales del cultivo de cacao	49
Figura 46. Cantidad de CO ₂ eq en la producción del cultivo de cacao.....	50
Figura 47. Cantidad de CO ₂ eq por categorías en el cultivo de cacao.....	50
Figura 48. Huella de carbono del sistema de uso de tierra del cultivo de café.....	52
Figura 49. Huella de carbono del sistema de uso de tierra del cultivo de pasto.....	53
Figura 50. Huella de carbono del sistema de uso de tierra del cultivo de cacao	54
Figura 51. Relación entre la huella de carbono y la cantidad de insumo y productividad del sistema de uso de tierra del cultivo de café.....	56
Figura 52. Relación entre la huella de carbono y la cantidad de insumo y productividad del sistema de uso de tierra del cultivo de pasto.....	57
Figura 53. Relación entre la huella de carbono y la cantidad de insumo y productividad del sistema de uso de tierra del cultivo de cacao	59
Figura 54. Relación de la huella de carbono con la cantidad de hectáreas de los sistemas de uso de tierra del cultivo de café, pasto y cacao.....	60

Resumen

La presente investigación que lleva por título “Sistema de uso de tierra (Cultivos de café, pasto y cacao) y su incidencia en la huella de carbono en la Microcuenca Juninguillo – La Mina del Distrito de Moyobamba”, fue desarrollada haciendo uso del método de observación directa en campo y el recojo de información mediante una encuesta de recolección de datos, contemplándose como objetivo general “Evaluar el sistema de uso de tierra (Cultivos de café, pasto y cacao) y su incidencia en la huella de carbono en la Microcuenca Juninguillo – La Mina del Distrito de Moyobamba”. Se recolectaron datos de consumo de urea, óxido de fosforo, óxido de potasio, caliza, nitrógeno, insecticidas, fungicidas, sacos de polipropileno y de nylon e hilos, plantaciones de café, pasto y cacao y residuos orgánicos, los cuales fueron de suma importancia y relevancia dado que permitieron dar cumplimiento a lo contemplado en el proyecto de investigación. Después de procesados los resultados fue posible calcular emisión de carbono equivalente (CO_2 eq) multiplicando por el factor de emisión de cada uno de las variables lo que permitió obtener como resultado la existencia de la una relación directamente proporcional entre variables dado a que mayor consumo existe una mayor generación de huella de carbono, lo que permite mencionar además la influencia de los sistemas de uso de tierras de los cultivos de café y cacao en el CO_2 equivalente, se determinó también que una hectárea de cultivo de café genera 11.19 tCO_2 eq, una hectárea de pasto 2.37 tCO_2 eq y una hectárea de cultivo de cacao 3.24 tCO_2 eq.

Palabras clave: Sistema de uso de tierra, cultivos de café y cacao, huella de carbono.

Abstract

The present research entitled "Land use system (coffee, grass and cocoa crops) and its impact on the carbon footprint in the Juninguillo - La Mina micro-watershed in the Moyobamba District, was developed using the method of direct observation in the field and the collection of information through a data collection survey, The general objective was to "Evaluate the land use system (coffee, pasture and cocoa crops) and its impact on the carbon footprint in the Juninguillo - La Mina micro-watershed in the Moyobamba District". Data was collected on consumption of urea, phosphorus oxide, potassium oxide, limestone, nitrogen, insecticides, fungicides, polypropylene and nylon sacks and threads, coffee, grass and cocoa plantations and organic waste, which were of utmost importance and relevance since they allowed to comply with the research project. After processing the results, it was possible to calculate the equivalent carbon emission (CO_2 eq) by multiplying by the emission factor of each of the variables, which made it possible to obtain as a result the existence of a directly proportional relationship between variables, given that the greater the consumption, the greater the generation of carbon footprint, which also makes it possible to mention the influence of the land use systems of coffee and cocoa crops on the equivalent CO_2 , it was also determined that one hectare of coffee crops generates 11.19 tCO_2 eq, one hectare of pasture 2.37 tCO_2 eq and one hectare of cocoa cultivation 3.24 tCO_2 eq.

Keywords: Land use system, coffee and cocoa crops, carbon footprint.



Introducción

El carbono es un componente esencial de todos los seres vivos. Existe en su mayor parte como dióxido de carbono en la atmósfera, los océanos y los combustibles fósiles (carbón, petróleo y otros hidrocarburos). El dióxido de carbono en la atmósfera es absorbido por las plantas y convertido en carbohidratos y tejidos a través del proceso de fotosíntesis, como parte del ciclo del carbono.

Los bosques tropicales desempeñan un papel vital en el ciclo global del carbono, al cubrir un área extensa y ser ecosistemas extremadamente dinámicos, regulan la cantidad de dióxido de carbono en la atmósfera mediante la fijación del mismo y su reincorporación al ciclo normal (Dixon, 1995; Gralb et al., 2001).

La participación del Perú en la generación de emisiones de carbono a nivel mundial no es considerable. Pese a ello, el país experimenta los efectos del calentamiento global y los fenómenos climáticos extremos. Un efecto indirecto es la preocupación, sobre todo de los países desarrollados, por las emisiones y la huella de carbono de los alimentos. Así, la oferta de productos de exportación empieza a considerar la gestión de la huella de carbono (GHC) como práctica concreta, medible y comparable en el tiempo, que permita mejorar el desempeño climático de las actividades productivas, para hacer empresas más eficientes y competitivas.

La GHC comienza con el cálculo de la huella de carbono, que define una hoja de ruta que direcciona un proceso de transformación. De esta manera, la comunicación de los resultados de la huella de carbono y los compromisos para su efectiva gestión representan una buena práctica, en el contexto actual del comercio internacional.

En el departamento de San Martín, la superficie total del área boscosa es de 3 553 642 ha (72.45% del bosque original), estas áreas se encuentran en zonas montañosas. La superficie deforestada en el año 1990 fue de 1 351 158 ha, muchas de estas áreas han sido usadas para la producción de cultivos anuales, pastos, sistemas perennes y en algunos casos agroforestería.

Se dice que el análisis de la huella de carbono implica estimar las más importantes fuentes o sumideros de las emisiones de GEI. Una de ellas es el uso indiscriminado de fertilizantes

nitrogenados y productos agroquímicos, lo cual es comúnmente realizado sin consultar a los asistentes técnicos, haciendo aplicaciones innecesarias y suministrando sobredosis de productos (Acosta-Buitrago, 2011).

Ante lo mencionado se planteó como objetivo general del proyecto de investigación fue “Evaluar el sistema de uso de tierra (Cultivos de café, pasto y cacao) y su incidencia en la huella de carbono en la Microcuenca Juninguillo – La Mina del Distrito de Moyobamba”, teniendo como objetivos específicos, 1ro “Determinar las áreas de los cultivos de café, pasto y cacao en la Microcuenca Juninguillo – La Mina”, 2do “Cuantificar los insumos y la productividad en los cultivos de café, pasto y cacao en la Microcuenca Juninguillo – La Mina”, 3ro “Cuantificar el CO₂ eq de los cultivos de la producción de café, pasto y cacao en la Microcuenca Juninguillo – La Mina” y, 4to “Determinar la relación entre la huella de carbono del sistema de uso de tierra del cultivo de café, pasto y cacao en la Microcuenca Juninguillo – La Mina”.

El presente proyecto de investigación radica su importancia en la necesidad de contar con información sobre los cambios que se observan por el incremento de emisión de CO₂ específicamente por los sistemas de uso de tierra de cultivos de café, pasto y cacao, presentándose en el capítulo I, los antecedentes de la investigación, así mismo se presentan las bases teóricas referido al tema investigado, y la definición de términos básicos. En el capítulo II, se presentan la descripción de los materiales utilizados para la obtención de los datos y desarrollo de la investigación, además se describen los métodos utilizados para cumplir con los objetivos específicos trazados. En el capítulo III, se presentan los resultados del estudio de investigación los mismos que dan respuesta a los objetivos planteados y también se presentan las discusiones. Además, se presenta las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos.

A través de los resultados obtenidos es posible evidenciar la realidad problemática causado por las actividades de deforestación a fin de incrementar los sistemas de cultivos agrícolas, lo que permite hacer de conocimiento a las autoridades a implementar estrategias para la reducción y control de la generación carbono equivalente (CO₂ eq). Como conclusión general se menciona que existe una relación directamente proporcional entre los sistemas de uso de tierra de cultivos de café, pasto y cacao con la generación de huella de carbono, dado a que a mayor cantidad hectáreas de cultivos, mayor será la emisión y viceversa.

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. Antecedentes de la investigación

A nivel internacional

Garay (2021). En su investigación titulada “Determinación de la huella de carbono en el cultivo y procesamiento del café y estrategias para su reducción”, obtuvo los valores para fundas plásticas, fundas de papel y bolsas trilaminadas que generan 0,002, 0,05 y 0,094 tCO₂e respectivamente; así como también compost-fertilizante 0,134 tCO₂e, GLP 0,147 tCO₂e, energía eléctrica 0,16 tCO₂e, fertilizantes 0,65 tCO₂e, compostaje 0,56 tCO₂e, combustible 0,847 tCO₂e, cambio de uso de suelo 2,545 tCO₂e y las exportaciones 16,78 tCO₂e; determinó que la Huella de Carbono del proceso productivo de café de especialidad en Ecuador a través del Inventario de Emisiones de GEI evidenciándose las actividades o procesos con valores más altos y para los cuales se propusieron medidas de mitigación: compost-fertilizante, GLP, fertilizantes, compostaje, combustible, cambio de uso de suelo y exportaciones.

Albornoz (2017). En su investigación titulada “Huella de Carbono del café (*Coffea arabica*) en Empresa Asociativa Campesina Aruco en Copán, Honduras para el año 2016-2017” tomó datos de consumo de electricidad, materias primas, residuos, combustible, fertilizantes y agroquímicos. Asimismo, realizó el cálculo en Excel y en el programa Umberto NXT CO₂ (V7.1) utilizando factores de emisión del Grupo Intergubernamental de Expertos en Cambio Climático y datos de Ecoinvent. La huella de carbono en el 2016/2017 fue de 3.42 kg CO₂ eq/ kg café oro, la etapa de cultivo fue la de mayor impacto (1.74 kg CO₂ eq/ kg café oro), seguido de la etapa de procesado (1.10 kg CO₂ eq/ kg café oro). PAS 2050 considera las emisiones de huella de carbono de 1-3 kg CO₂ eq/kg café oro de alto impacto al medio ambiente. El mayor impacto de la huella de carbono proviene de fertilizantes y sus emisiones, diésel y metano generado por aguas mieles en las lagunas de oxidación. La reducción de emisiones de carbono dentro de la empresa es posible mediante la implementación de un plan de eficiencia energética, uso de fertilizantes adecuado y capacitación de personal para encaminar la empresa hacia la certificación de carbono neutralidad.

Marín (2016). En su investigación titulada “Estrategias de reducción de la huella de carbono en el ciclo de vida de la producción de cacao (*Theobroma cacao*) y procesamiento industrial de chocolate en Colombia”, evaluó las emisiones de GEI de las prácticas de manejo desarrolladas en las plantaciones y el procesamiento del grano de cacao en la etapa de beneficio mediante encuestas semiestructuradas con los productores y a nivel industrial en empresas procesadoras. Encontró, que los sistemas de producción fijaron entre 8,3 a 17,7 t CO₂e/ha/año en biomasa total. Al mismo tiempo, las plantaciones de cacao emitieron GEI por las actividades de manejo en un rango de 0,4 a 1,4 t CO₂e/ha/año. La actividad que más emite GEI fue el uso de combustibles fósiles (gasolina y diésel) para maquinaria con 8,3 kg CO₂e/kg cacao. Además, en el procesamiento industrial se observaron diferencias en la emisión de GEI, encontrándose que la principal variable que influye es el consumo eléctrico y la maquinaria utilizada en planta, por lo tanto Procolcacao (Bucaramanga) presentó la mayor emisión de GEI por unidad de cacao procesado (5,2 kg CO₂e/kg cacao); mientras que la procesadora Tolimax emite solo una cuarta parte que la anterior (2,3 kg CO₂e/kg cacao).

Andrade et al., (2015). En su investigación titulada “Estimación de huella de carbono del sistema de producción de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en Palmira, Valle del Cauca, Colombia”, obtuvo a partir de estudios de campo, cuestionarios y entrevistas los datos de uso de combustibles fósiles, químicos y fertilizantes orgánicos y los datos de biomasa de caña de azúcar, logrando determinar que la producción de azúcar tiene una huella de carbono que emite aproximadamente 947 ± 1381 kg CO₂e/ha/ciclo, siendo los fertilizantes nitrogenados los que más aportaron a las emisiones de GEI, en un 73% del total, en contraste con el uso de combustibles fósiles y energía, cuya contribución está en 17% y 10%, respectivamente.

Umaña (2012). Encontró que sistemas agrícolas, tales como cacao-plátano, maíz y caña de azúcar presentan una huella negativa muy similar a la encontrada para arroz en este estudio (0,7 a 1,3 tCO₂e/ha al año). Este mismo autor encontró huellas de carbono positivas para cultivos con componentes leñosos perennes como cacao en monocultivo y con aguacate y aguacate-plátano (5,5 a 19,0 tCO₂e/ha al año). A pesar

de estas comparaciones, es difícil un paralelo completo y justo entre estudios, ya que la huella de carbono es altamente dependiente de la definición de los límites del ciclo de vida o la cadena de producción. Determinó que el cacao monocultivo genera 2,60 tCO₂e/ha, el aguacate y plátano 2,67 tCO₂e/ha, el cacao aguacate 1.33 tCO₂e/ha, el cacao y plátano 2,69 tCO₂e/ha, el maíz 0,70 tCO₂e/ha y la caña 1,33 tCO₂e/ha; además menciona que evidencio que los aportes de las emisiones de dan principalmente por la utilización de los fertilizantes nitrogenados demostrando que los tratamientos de maíz, cacao y cacao plátano son los que más aportan emisiones por la utilización de fertilizantes nitrogenados.

A nivel nacional.

Morales et al., (2018). En su investigación titulado “Producción mecanizada de maíz, camote y yuca en la Costa Desértica Peruana: Estimación de la huella de carbono y propuestas de mitigación”, determinó que las fincas que cultivaban yuca en Barranca generaron 267 kg CO₂eq·t⁻¹, que fue la mayor HC (132 kg CO₂eq·t⁻¹ adicionales), cuya adición fue similar en todos los cultivos, la menor HC fue en la producción de yuca en Cañete con promedio de 62 kg CO₂eq·t⁻¹, dos veces menor a la HC_i promedio de Barranca, por otro lado, la HC obtenida en maíz de Barranca superó hasta 1.7 veces a la estimada en Cañete. Las fincas de maíz y yuca en Barranca son consideradas altas emisores de GEI, como principales fuentes de emisión de gases de efecto invernadero (GEI) para los tres cultivos fueron la aplicación (49%) y la producción (38%) de fertilizantes, seguida del uso de plaguicidas (13%).

Sura (2016), Perú. Informe final de huella de carbono corporativa 2016, informa que las emisiones directas referidas al alcance 1 generaron 41.42 toneladas de CO₂ eq que representa el 0.95% que está dada por el consumo de combustible que son propiedad de la Compañía. Respecto, a las emisiones indirectas del alcance 2 y alcance 3 el informe menciona que se generó 4,307.97 de toneladas de CO₂ eq que representa el 99.05% del total de emisiones de GEI de las instalaciones de Sura Perú representada en su mayoría por el elevado consumo eléctrico y en menor medida por fuentes de transporte, consumo de agua, consumo papel, generación de residuo, entre otras.

Mariño (2015). En su investigación de título “Evaluación del carbono almacenado en el cultivo de arroz (*oryza sativa* L.) bajo dos sistemas de siembra, en Tingo María”, encontró que el sistema de siembra en seco almacena mayor carbono total que el sistema de siembra bajo riego (57.39 y 41.19 tC/ha respectivamente), y el sistema de siembra bajo riego logra mejores indicadores agronómicos (altura, diámetro de tallo, volumen radicular) del cultivo a comparación del sistema en seco, sin embargo esta diferencia no es significativa. El sistema de siembra bajo riego presenta mayor carbono herbáceo, que el sistema de siembra en seco (8.8 y 6.19 tC/ha respectivamente), el sistema de siembra en seco logra mayor carbono orgánico del suelo que el sistema de siembra bajo riego (51.2 y 32.39 tC/ha respectivamente); por lo tanto, la relación porcentual del carbono herbáceo y del suelo es de 21.4 a 78.6 % respectivamente en el sistema bajo riego; mientras que para el sistema en seco es de 6.19 a 89.21 % respectivamente. El sistema de siembra en seco genera mayor servicio ambiental que el sistema de siembra bajo riego con respecto al carbono almacenado por el sistema y reducción de emisión de metano.

A nivel regional y local.

Delgado (2018). En su investigación titulado “Huella de carbono en el cultivo de arroz en el distrito de Posic - Rioja, San Martín”, seleccionó 10 hectáreas de cultivos de arroz, todas ellas por el tipo de riego por gravedad localizadas a 490 m del centro de distrito de Posic, procediendo a indagar mediante entrevistas semiestructurales aquellas actividades que emiten Gases de Efecto invernadero iniciando desde la preparación del terreno hasta realizar la cosecha del grano, luego agrupo y consultó a arrendatarios y propietarios sobre los insumos que se utilizan entre fertilizantes y combustibles, mencionado autor tuvo en consideración los factores de emisión y equivalencia de calentamiento propuestos por el Panel Intergubernamental sobre cambio climático (IPCC), empleando las tasas de fijación de carbono en los sistemas de producción de arroz en Posic para estimar las principales acciones de mitigación para las emisiones analizadas, obtuvo un resultado total de 3,488.01 kg CO₂ eq/ha por ciclo teniendo a los fertilizantes con una mayor contribución (66%). La mitigación de esta emisión implicaría la implementación de cafetales de aproximadamente 4.8 ha.

1.2. Bases teóricas

Cambio climático

El cambio climático es un problema que enfrenta hoy el planeta a causa de las diferentes actividades antrópicas, la temperatura global puede aumentar generando fuertes inviernos y veranos. Numerosos estudios científicos afirman que las emisiones de gases de efecto invernadero originadas por la quema de combustibles fósiles y la deforestación indiscriminada desde la era industrial tienen una marcada incidencia en el cambio climático global, es por esto que diferentes investigaciones se están llevando a cabo para mitigar las emisiones de GEI. Las actividades agrícolas y pecuarias son las principales contribuyentes de contaminación atmosférica (Amézquita et al., 2005).

Dentro de este contexto, el Perú también es país vulnerable a estos cambios. El Ministerio del Ambiente (2012) reportó un inventario de emisiones de GEI correspondiente al año 2012, donde señala que la categoría que mayor gases emitió a la atmósfera fue el uso de suelo, cambio de uso de suelo y silvicultura (USCUSS) con un valor de 86,742000 CO₂eq, seguido de energía con un total de 44,638000 tCO₂eq, luego agricultura estimada en 26,044000 tCO₂eq y por último en menor cantidad la dos categorías que corresponde a desechos con 7,823000 tCO₂eq y Procesos Industriales y Uso de Productos (PIUP) con un valor de 6,064000 tCO₂eq.

El efecto invernadero es un fenómeno natural que permite mantener estable la temperatura promedio, en el planeta, de tal manera que posibilita el desarrollo de las actividades que realizamos día a día siendo indispensable para la vida en nuestro planeta. Este proceso natural es fundamental, puesto que permite desarrollar condiciones habitables en el planeta, resultando en una temperatura promedio en la Tierra, en el cual la atmósfera retiene calor al absorber rayos infrarrojos gracias a los gases denominados “de efecto invernadero”. La radiación infrarroja emitida hacia el espacio se origina a una altitud en que la temperatura es de -19°C, como promedio, en equilibrio con la radiación solar incidente neta, mientras que la superficie de la Tierra se mantiene a una temperatura mucho más alta, de 14°C, como promedio (OMM, 2001).

Gases de efecto invernadero (GEI): son aquellos elementos que se encuentran presentes en la atmósfera y que hacen posible el desarrollo de la vida manteniendo estable la temperatura de la Tierra. El inconveniente surge cuando la concentración de estos gases aumenta alterando el equilibrio y el clima.

Cambio climático. Se define como la variación global del clima en la Tierra, pues a esta se ha reconocido como una amenaza real a nuestro entorno trayendo consigo consecuencias que afectan la agricultura, ganadería, salud humana, etc. En suma, es el clima que a nivel global experimenta cambios como consecuencia de actividades humanas que se incrementa a pasos acelerados.

Huella de carbono. En los últimos años la dependencia de la naturaleza ha generado preocupación por el calentamiento global que va creciendo de forma exponencial, producto de actividades que emiten GEI durante su producción, transporte, almacenamiento, uso y disposición final de un producto o servicio. Frente a este problema, países miembros de las Naciones Unidas acordaron reducir las emisiones liberadas a la atmósfera usando como método una herramienta llamada huella de carbono.

De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) la huella de carbono representa una medida que permite cuantificar la cantidad de emisiones de GEI que son liberadas a la atmósfera debido a las prácticas tradicionales y cotidianas para la comercialización o producción de un producto sea agrícola o industrial, es importante anotar que para llevar a cabo esta actividad se debe tener en cuenta todas las actividades, desde su ciclo de vida, hasta su gestión como residuo, esta medición crea verdaderos beneficios para los agricultores, pues contribuye responsablemente hacia la sostenibilidad del sector agrícola. En el futuro, las respuestas legislativas y de los consumidores a las etiquetas de huella de carbono promoverán el consumo de productos que tengan el menor volumen de emisiones, lo cual generaría un cambio en las cadenas de producción.

Así pues, la huella de carbono es un instrumento que cuantifica la liberación de CO₂ eq en un periodo determinado causado, de forma directa e indirecta por una persona, organización, evento, producto o servicio. Este cálculo de las emisiones de los gases

generado por las actividades que desarrolla el hombre en nuestro entorno, se expresa en CO₂ eq tomando en consideración los seis gases considerados en el Protocolo de Kyoto, estas son los siguientes: dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, perfluorcarbono, hidrofluorcarbono y hexafluoruro de azufre.

Se trata pues, de una herramienta ampliamente utilizada que consiste básicamente en identificar los GEI que emite una organización traducida en CO₂ eq para luego emprender estrategias para reducir costos energéticos, gestionar de forma eficiente las emisiones, diferenciar un producto o servicio e incluso a acceder a mercados nuevos que exigen información de huella de carbono en determinados productos. En nuestro país las principales fuentes generadas de GEI son el parque automotor, los sistemas de electricidad, la agricultura, procesos industriales y la generación de residuos, entre otras fuentes generadoras.

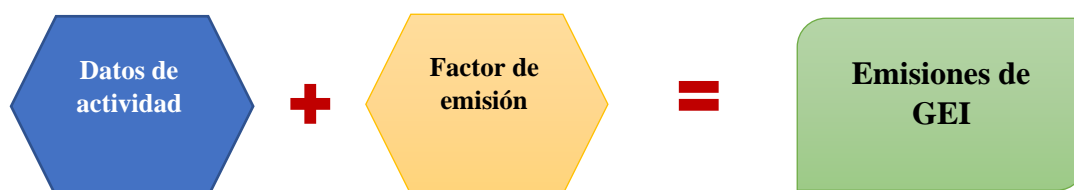
Por ejemplo, en el año 2010 se realizó un cálculo de la huella de carbono de las instalaciones del MINAM donde se obtuvo un valor total de 678 toneladas de CO₂ eq, de las cuales el consumo de combustible de los vehículos propios considerada como emisión directa y el consumo de energía eléctrica considera como emisión indirecta son las fuentes que aportan una participación de 56.80 y 83.67 toneladas de CO₂ eq respectivamente, mientras que en lo que refiera a la emisión directa que no es contralada por la institución se menciona que contribuye con 534.17 toneladas de CO₂ eq data, a través del transporte local, transporte aéreo, transporte terrestre, transporte casa-trabajo, consumo de papel y consumo de agua. Por tal motivo, la institución propone llevar a cabo un plan de mitigación de emisiones de estos gases o neutralizarlos. La neutralización de los GEI, se daría a través del retiro de 675 créditos de carbono producidos en proyectos de Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) o 26 retiro de créditos de carbono. El MDL permite a los países industrializados puedan financiar proyectos de reducción de emisiones tales como reforestación de bosques, centrales hidroeléctricas, captación de energía eólica, producción de biogás, proyectos de eficiencia energética, entre otros, que a cambio de ello reciben créditos (también llamados “bonos de carbono”).

En ese marco, el mercado de los bonos de carbono en el Perú es una oportunidad que aún no ha sido aprovechada, tal como se manifiesta en el artículo publicado en la revista (Rumbo Minero, 2011)

Dióxido de carbono: es el principal causante del calentamiento global proveniente del incremento de la combustión de combustibles fósiles, de los procesos industriales como en la producción de cemento, cal, amoníaco, acero, aluminio, entre otros). Asimismo, este gas se manifiesta en la deforestación descomposición de la materia orgánica, en la quema de la biomasa vegetal.

Cálculo de emisiones: luego de obtener los datos se procede a realizar el cálculo, a través de los lineamientos que establece el ECCR del Protocolo de GEI. Además, de forma complementaria se utiliza una herramienta que es muy consistente que es propuesto por la IPPC, pues esta directriz compila las emisiones a escala nacional, siendo más amigables al usuario, incluso al personal no técnico de las empresas, y para aumentar la precisión de la información sobre emisiones de GEI a nivel de cada empresa (World Business Council for Sustainable Development and World Resources, 2005).

En suma, la metodología indica que para obtener la emisión de un GEI este es igual a la multiplicación de un factor de emisión por la data de actividad, es decir, la fórmula para cada emisión sería de la siguiente manera:



Datos de actividad: Es un parámetro que representa el grado de actividad a la que se asocian las emisiones. Por ejemplo: el consumo eléctrico expresado en kilovatio por hora (KWh) o en megavatios por hora MWh. Las unidades de medida (kilogramos, galones, kilómetros, metros cúbicos, gramos por metro cuadrado, etc.) dependerá del interés del profesional.

Factor de emisión: Es el coeficiente que relaciona los datos de actividad con la cantidad del compuesto químico. Este dato es una constante que se obtiene del Potencial de Calentamiento Global proporcionado por la IPPC.

Sistemas agroforestales

Se entiende a la agrupación de árboles, arbustos, cultivos agrícolas, pastos y animales que, de una manera flexible, es decir, al mismo tiempo o de forma secuencial, le permite al agricultor tener una producción más integral en sus terrenos debido a que de esta agrupación se puede obtener productos como: madera, leña, frutos, plantas, forrajes (Musálem, 2001). Otra de las grandes ventajas que tienen los sistemas agroforestales es que se pueden implementar en condiciones muy diversas como por ejemplo en terrenos de baja fertilidad, también son sistemas que utilizan racionalmente los recursos generando beneficios en la economía del campesino. En otras palabras, y de acuerdo con Ramírez (2010), también es el conjunto de arreglos, normas y técnicas que están orientadas a obtener una mejor producción mediante la asociación de especies vegetales (árboles con cultivos agrícolas), tratando que la productividad sea permanente y sostenible a través del tiempo de todos los recursos que conforman un sistema.

Historia de manejo de suelos

El manejo de los suelos en un sistema agroforestal busca diferentes alternativas para contrarrestar los problemas de erosión con el fin de mejorar la fertilidad mediante el cambio y la implementación de algunas prácticas culturales básicas como:

- _ Conservar la cubierta vegetal y la hojarasca durante el mayor tiempo del año, con esto se garantiza mayor protección a la superficie de los suelos, retención de humedad y adicionalmente disminuimos el impacto directo de los rayos solares y de la lluvia.
- _ El contenido de materia orgánica favorece la retención de nutrientes mejorando la fertilidad del suelo.
- _ Evitar actividades que promuevan la remoción del suelo, de la materia orgánica y de los nutrientes en las cosechas.
- _ Disminuir en lo posible las quemas frecuentes de desechos para evitar la pérdida o muerte de microorganismos benéficos que viven en el suelo, ya que éstos cumplen con la función de descomponer la materia orgánica (Ramírez, 2010).

Para la mayoría de los sistemas de producción especialmente con cacao se requieren suelos con abundante materia orgánica, evitando suelos compactados para garantizar

el buen drenaje durante el invierno, pero que conserven la humedad durante el verano, si el suelo no es bueno, se puede mejorar usando abonos de tipo orgánico, sin embargo, aunque las condiciones del suelo sean buenas, conviene producir el cacao en sistemas agroforestales, que además de mejorar las condiciones para el desarrollo del cultivo, también permite que obtengamos mayores beneficios pues reduce en gran parte los GEI lo cual hace que conservemos el medio ambiente (Navarro y Mendoza, 2006).

Este tipo de manejo de actividades tiene como objetivo principal recuperar, aumentar y mantener el nivel de productividad del sistema, protegiendo los suelos, manteniendo el equilibrio de nutrientes, este buen manejo incluye no solo la selección de la especie, sino, conocer los beneficios que se adquieren como el control de plagas y enfermedades (Navarro y Mendoza, 2006).

1.3. Definición de términos.

El cambio climático.

Se entiende como un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables.

El clima.

Es una condición ambiental, producto de la interacción de variables atmosféricas (principalmente la temperatura, la precipitación pluvial, la humedad relativa, la presión atmosférica y el viento) que caracterizan a un lugar determinado (con valores definidos de altitud y latitud; y elementos determinantes tales como la vegetación, la cercanía a océanos, la hidrografía y la orografía, entre otros) (Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente/ Universidad Rafael Landívar, 2009).

Cambio Global

El término cambio global define al conjunto de cambios ambientales ocasionados por la actividad humana, haciendo referencia especialmente a cambios en los procesos que determinan el funcionamiento del sistema climático. El cambio global incluye

entonces, actividades que, aunque se ejercen localmente, tienen efectos que trascienden el ámbito local/regional para afectar el funcionamiento global del sistema climático (Alonso, Duarte, Benito, Dachs, Montes, Pardo, Ríos, Simó y Valladares, 2006).

Variabilidad Climática

La variabilidad climática es la modificación del rango de los valores que muestran aquellas variables, en un espacio geográfico a lo largo del tiempo; es una característica al clima (IARNA/URL, 2004).

Ciclo de carbono

En el ciclo del carbono el dióxido de carbono es utilizado directamente por los vegetales a través del proceso de la fotosíntesis cuyo producto son los carbohidratos, que pasan a los animales herbívoros cuando éstos consumen las plantas. Por medio de la respiración de los organismos, el dióxido de carbono regresa de nueva cuenta a la atmósfera. Debido a los crecientes proceso antropogénicos de oxidación y combustión, la producción de dióxido de carbono suele disiparse de manera inmediata debido a la circulación que se genera en el aire; entonces, el incremento de CO se compensa en la producción de un aumento en su absorción por los vegetales y la formación de carbonatos en el océano (Flores, Reyes y Guzmán, 2009).

Los servicios ecosistémicos son los beneficios que la gente obtiene de los ecosistemas, entre ellos se incluye (World Wide Fund, 2010):

- **Servicios de Suministro:** bienes obtenidos directamente de los ecosistemas (p.ej. alimentos, medicina, madera, fibra, biocombustibles).
- **Servicios de Regulación:** beneficios obtenidos de la regulación de procesos naturales (p.ej. filtración del agua, descomposición de residuos, regulación climática, polinización de cultivos, regulación de algunas enfermedades humanas).
- **Servicios de apoyo:** regulación de funciones y procesos ecológicos básicos que son necesarios para el suministro de todos los demás servicios ecosistémicos (p.ej. ciclo de nutrientes, fotosíntesis, formación de suelo).

- **Servicios culturales:** beneficios psicológicos y emocionales obtenidos de las relaciones del hombre con los ecosistemas (p.ej. experiencias recreativas, estéticas y espirituales enriquecedoras).

Huella de Carbono

La dependencia que tiene la humanidad de la naturaleza, con la consiguiente responsabilidad de cuidarla para las generaciones futuras es una proposición ancestral, presente en todos los pueblos de la Tierra (Alonso *et al*, 2006).

Todos los productos que se consumen y los servicios que se prestan tienen un impacto sobre el planeta, ya que producen gases de efecto invernadero durante su producción, transporte, almacenamiento, uso y disposición final, la huella de carbono ha surgido como una medida de la cuantificación del efecto de estos gases (Valderrama, Espíndola y Quezada, 2011).

Combustión móvil

Las fuentes móviles producen emisiones de gases directos de efecto invernadero de dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O) procedentes de la quema de diversos tipos de combustible, así como varios otros contaminantes como el monóxido de carbono (CO), los compuestos orgánicos volátiles diferentes del metano (COVDM), el dióxido de azufre (SO₂), materia particulada (PM) y los óxidos de nitrato (NO_x), que causan o contribuyen a la contaminación del aire local o regional (Waldron, Harnisch, Lucon, Mckibbon, Saile, Wagner y Walsh, 2006).

CO₂ equivalente (CO₂ eq): Unidad universal de medida que indica el potencial de calentamiento global (PCG) de cada uno de los gases efecto invernadero, expresado en términos del PCG de una unidad de dióxido de carbono. Se utiliza para evaluar la liberación (o el evitar la liberación) de diferentes gases efecto invernadero contra un común denominador.

Combustión fija: Quema de combustibles para generar electricidad, vapor, calor o energía en equipos estacionarios o fijos, como calderas, hornos, etc.

Combustión móvil: Quema de combustibles por parte de vehículos automotores, ferrocarriles, aeronaves, embarcaciones u otro equipo móvil.

Emisiones fugitivas de GEI: Emisiones que no están físicamente controladas pero que son resultado de deliberaciones intencionales o no intencionales de GEI. Comúnmente se derivan de la producción, procesamiento, transmisión, almacenamiento y uso de combustibles y otros químicos, a menudo a través de juntas, sellos, empaques, etc.

Emisiones indirectas de GEI: Emisiones que son consecuencia de las operaciones de la empresa que reporta, pero que ocurren a partir de fuentes que son propiedad o están bajo control de otras empresas.

Energía renovable: Energía obtenida de fuentes inagotables, como el viento, el agua, el sol, la geotermia y los biocombustibles.

CAPÍTULO II

MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Material

En la siguiente tabla se realiza un detalle de los materiales y equipos empleados durante el desarrollo de la presente investigación.

Tabla 1

Materiales y equipos utilizados en el proyecto de investigación

N°	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
Materiales e insumos			
1	Memoria USB 32 GB.	Unid.	1
2	Protector facial	Unid.	1
4	Combustible	Gl.	20
5	Mascarillas	Cajas	2
Vehículos			
1	Moto lineal	Unid.	1
Materiales de escritorio			
1	Papel A4	Millar	1
2	Copias en A4	Unid.	50
3	Tablero de apuntes	Unid.	1
4	Libreta de campo	Unid.	1
5	Lapiceros	Unid.	12
Equipos			
1	Laptop	Unid.	1
2	Cámara digital	Unid.	1
3	Impresora	Unid.	1

2.2. Métodos

2.2.1. Recolección de datos

La recolección de datos contempló principalmente el trabajo en campo para el cual se hizo uso de una encuesta (ver Anexo 01) conjuntamente con el asesor de tesis, donde se establecieron preguntas fundamentales que permitieron

obtener las respuestas de los encuestados y con ello dar cumplimiento a los objetivos establecidos. Es preciso mencionar que antes de la aplicación de la encuesta en campo, se realizó la identificación de agricultores que cuentan con cultivos de cacao y de café, tomando en consideración 52 agricultores como muestra del estudio todos los cuales fueron entrevistados durante los meses de trabajo en campo.

2.2.2. Determinación de áreas de los cultivos de café, pasto y cacao en la Microcuenca Juninguillo – La Mina

En la encuesta aplicado a los agricultores se estableció una pregunta acerca de la cantidad de hectáreas de cultivo de café, pasto y/o de cacao con las que cuenta cada uno de ellos, dato que permitió dar cumplimiento a este primer objetivo específico el cual se procesó y analizó en gabinete, los resultados se presentan en figuras a fin de favorecer la interpretación de los resultados.

2.2.3. Cuantificación de los insumos y la productividad en los cultivos de café, pasto y cacao en la Microcuenca Juninguillo – La Mina

Se cuantificaron en campo a través de la aplicación de la encuesta lo mostrado en la siguiente tabla:

Tabla 2

Insumos y procesos en los cultivos de café, pasto y cacao

Insumo / Proceso
Urea
Óxido de fosforo
Óxido de potasio
Caliza
Nitrógeno
Insecticidas
Fungicidas
Sacos de poliproleno
Nylon e hilos
Plantación de café
Residuos orgánicos

Una vez obtenido los datos de campo de todos los entrevistados estos resultados fueron procesados y analizados en gabinete, para posteriormente representarlos en el presente informe en figuras a fin de facilitar la interpretación.

2.2.4. Cuantificación del CO₂ eq de los cultivos de la producción de café, pasto y cacao en la Microcuenca Juningullo – La Mina

Luego de obtener los datos de la encuesta se procedió a realizar el cálculo, a través de los lineamientos que establece el ECCR del Protocolo de GEI. Además, de forma complementaria se utilizó una herramienta que es muy consistente que es propuesto por la IPPC. El cual consistió en multiplicar los datos de la actividad por los factores de emisión, los mismos que se muestran a continuación:

Tabla 3

Factores de emisión

Insumo/Proceso	Factores de emisión	Unidad
Urea	1.63	Kg CO ₂ eq
Óxido de fosforo	2.02	Kg CO ₂ eq
Óxido de potasio	0.497	Kg CO ₂ eq
Caliza	0.0192	Kg CO ₂ eq
Nitrógeno	0.01	Kg CO ₂ eq
Insecticidas	16.6	Kg CO ₂ eq
Fungicidas	10.6	Kg CO ₂ eq
Sacos de poliproleno	1.97	Kg CO ₂ eq
Nylon e hilos	9.27	Kg CO ₂ eq
Plantación de café	2.05	Kg CO ₂ eq
Residuos orgánicos	0.332	Kg CO ₂ eq

Fuente: (Factor CO₂ y Netherlands Development Organization [SNV], 2015)

2.2.5. Determinación de la relación entre la huella de carbono del sistema de uso de tierra del cultivo de café, pasto y cacao en la Microcuenca Juninguillo – La Mina

El desarrollo de este objetivo contemplo el establecimiento de una relación entre las variables de estudio, el mismo después de haber sido procesado y analizado en gabinete se presentan en resultados en figuras.

2.2.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.

Los datos recopilados en campo se validaron aplicando criterios detallados y sistemáticos para su posterior procesamiento e interpretación. Luego de efectuar la recolección de datos, el procesamiento estadístico se realizó, aplicando el software Excel. Se usó la estadística descriptiva durante el procesamiento estadístico de datos.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Determinación de áreas de los cultivos de café, pasto y cacao en la Microcuenca Juninguillo – La Mina

Se aplicó una encuesta a agricultores que cuentan con terrenos de por lo menos uno de los cultivos estudiados, encontrándose para el cultivo de café los siguientes resultados:

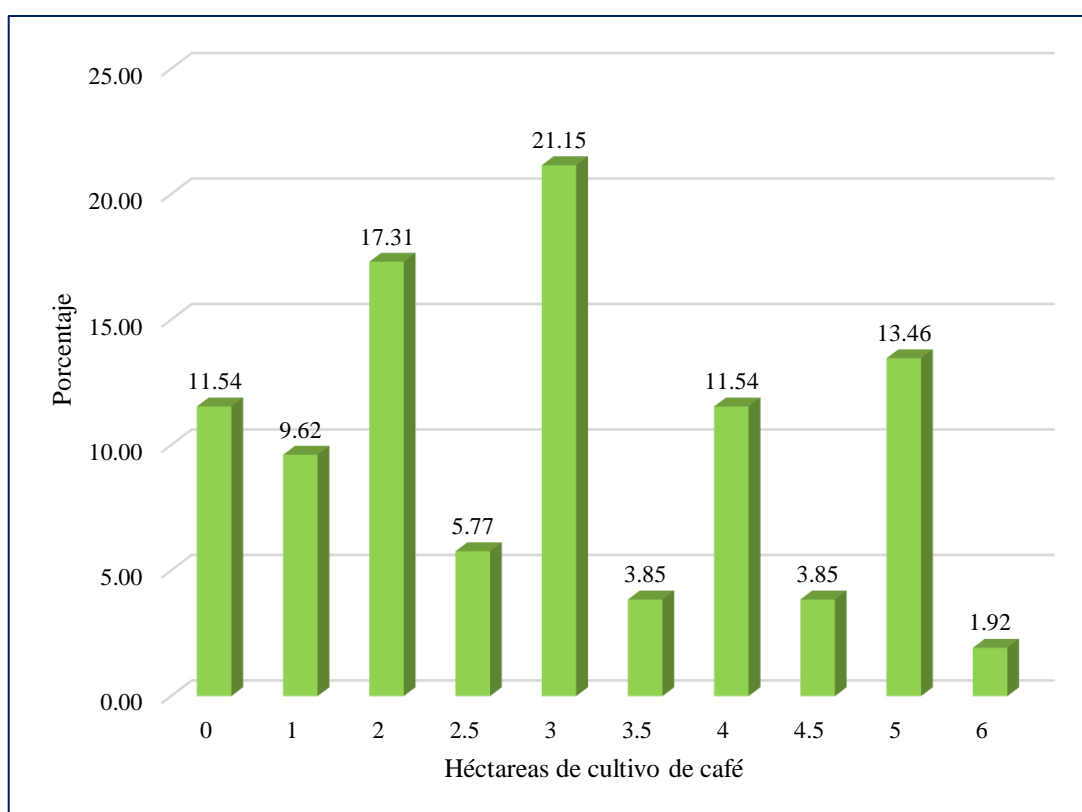


Figura 1. Porcentaje de agricultores que cuentan con hectáreas de café

Del total de agricultores se obtuvo que el mayor porcentaje de ellos cuenta con 3 Has de cultivo de café en la microcuenca representado por un 21.15%, así mismo se determinó que el más mínimo número de agricultores representado por 1.92% cuenta con una mayor cantidad de hectáreas que es de 6, por otro lado, se determinó también que del total de entrevistados el 11.54% menciono que no cuenta con cultivos de café, optando por otro que es el cacao.

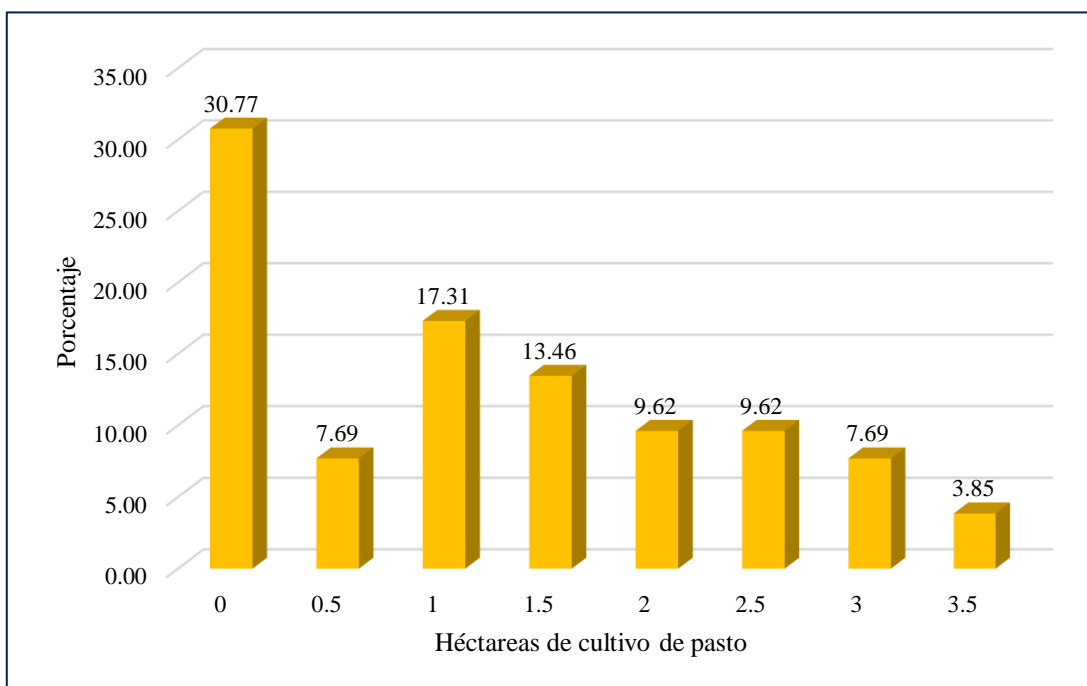


Figura 2. Porcentaje de agricultores que cuentan con hectáreas de pasto

Del total de agricultores se obtuvo que el mayor porcentaje de ellos no cuenta con Has de cultivo de pasto en la microcuenca representado por un 30.77%, así mismo se determinó que el más mínimo número de agricultores representado por 3.85% cuenta con una mayor cantidad de hectáreas que es de 3.5.

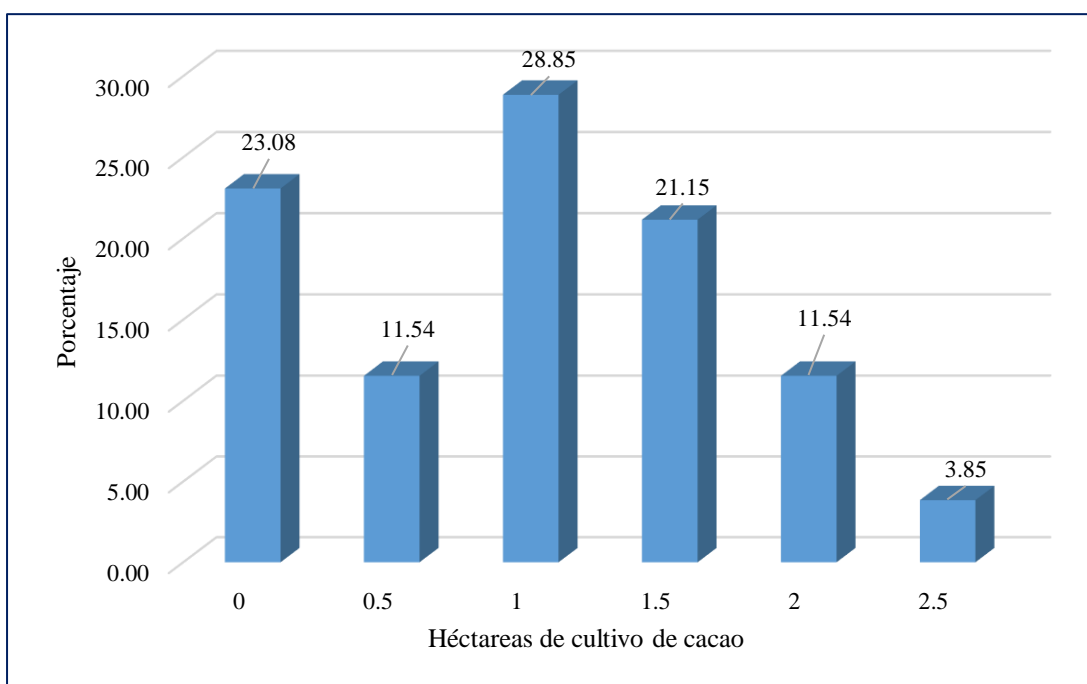


Figura 3. Porcentaje de agricultores que cuentan con hectáreas de cacao

Del total de agricultores se obtuvo que el mayor porcentaje de ellos cuenta con 1 Ha de cultivo de cacao en la microcuenca representado por un 28.85%, así mismo se determinó que el más mínimo número de agricultores representado por 3.85% cuenta con una mayor cantidad de hectáreas que es de 2.5, por otro lado, se determinó también que del total de entrevistados el 23.08% mencionó que no cuenta con cultivos de cacao, optando por otro que es el café.

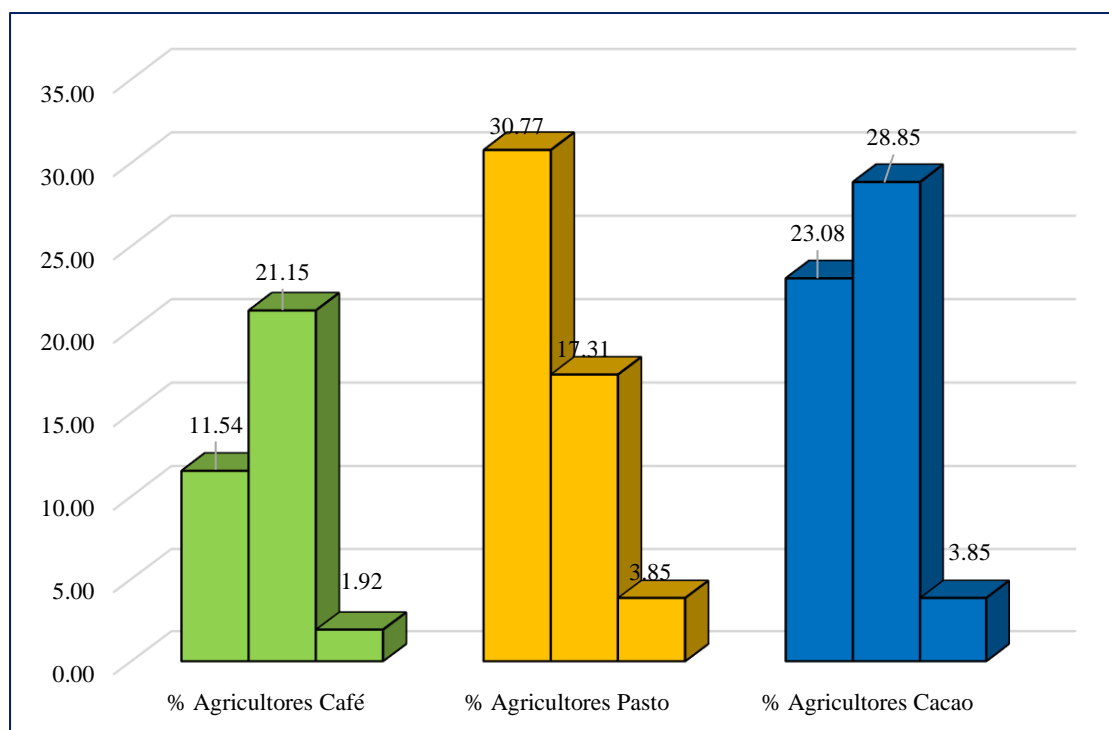


Figura 4. Comparación entre hectáreas de cultivo de café, pasto y cacao

En la figura se puede observar una comparación entre ambos cultivos estudiados en la Microcuenca Juningullo – La Mina, tomando en consideración los resultados de las dos anteriores figuras, por lo cual se puede mencionar que existe un mayor porcentaje 23.08% de agricultores que no cuentan con hectáreas de cultivo de cacao a diferencia de solo el 11.54% de agricultores que no cuentan con terrenos de café, por otro lado se puede observar que existe también un mayor porcentaje 28.85% de agricultores de café que cuentan con una cantidad de hectáreas en común que es de 1, a diferencia de las hectáreas de cacao en la cual el 21.15% de agricultores menciono tener 3 Has, por último, se realiza una comparación con respecto a la mayor cantidad de hectáreas que hay de cultivos en la Microcuenca pudiendo observar que el cacao supera al cultivo de café, refiriéndose al porcentaje de agricultores.

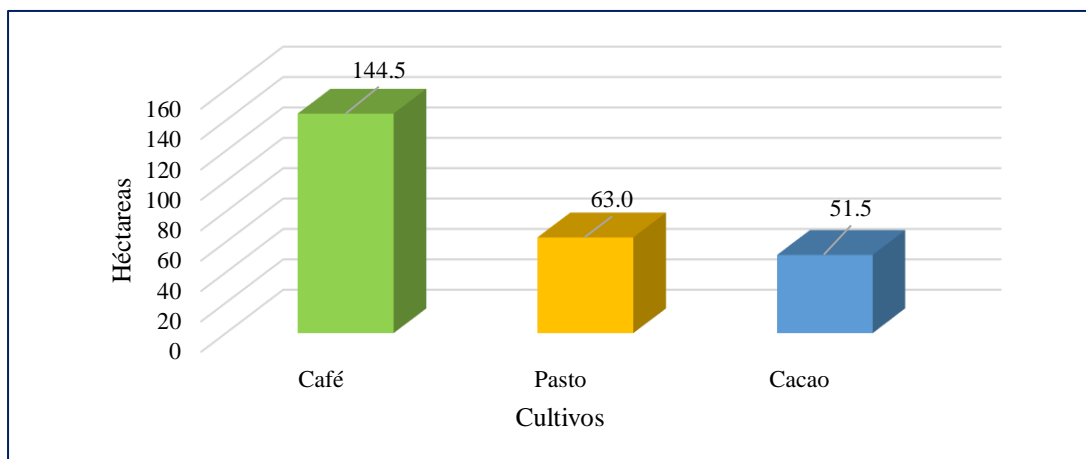


Figura 5. Cantidad de hectáreas de cultivo de café, pasto y cacao

Se presentan los resultados de cantidad de hectáreas de los cultivos estudiados en el área de la Microcuenca Juninguillo – La Mina, pudiendo observar la existencia en la zona de mayores hectáreas de cultivo de café a diferencia de cultivos de pasto y cacao que no representan ni siquiera el 50% del primero, es posible mencionar que en campo se observaron mayor cantidad de hectáreas de café en la parte media y alta de la microcuenca a comparación del cacao que se cultiva más en la parte baja.

3.2. Cuantificación de los insumos y la productividad en los cultivos de café, pasto y cacao en la Microcuenca Juninguillo – La Mina

Se determinó la cantidad que se genera de las variables estudiadas, cuyos resultados por cada variable y de acuerdo a cada cultivo se presenta a continuación:

3.2.1. Cuantificación de los insumos y la productividad del cultivo de café

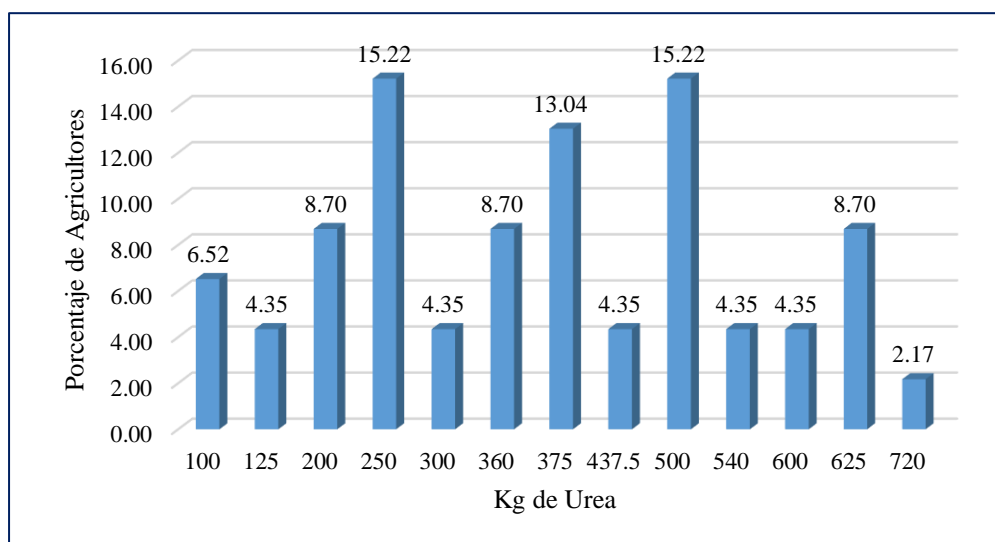


Figura 6. Cantidad en Kg de urea del cultivo de café

Con respecto a esta primera variable de estudio y tomando en consideración el total de agricultores que cuentan con hectáreas de café y la respectiva cantidad, se obtiene que existe un mayor porcentaje de agricultores representado por el 15.22% que usan 250 Kg y 500 Kg de urea en sus cultivos, siendo el menor porcentaje 2.17% de agricultores que usa una mayor cantidad de urea que es de 720 Kg. De acuerdo al total de hectáreas de café y los Kg de urea se determinó que en promedio un agricultor hace uso de 375.33 Kg.

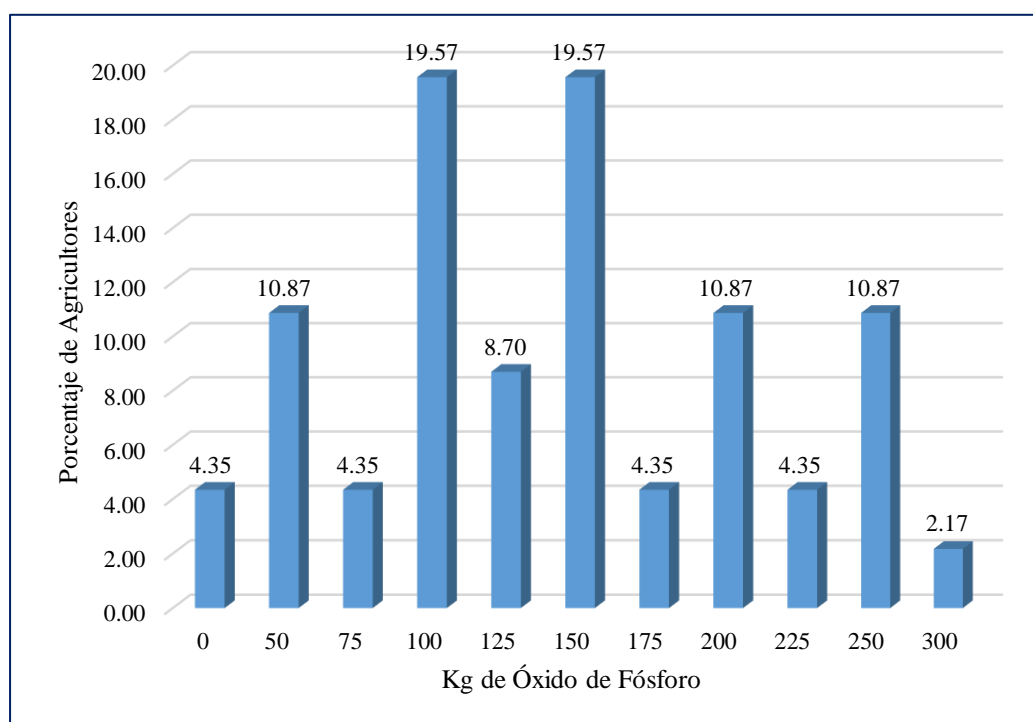


Figura 7. Cantidad en Kg de óxido de fósforo en el cultivo de café

Con respecto al óxido de fósforo y tomando en consideración el total de agricultores que cuentan con hectáreas de café y la respectiva cantidad, se obtiene que existe un mayor porcentaje de agricultores representado por el 19.57% que usan 100 Kg y 150 Kg de óxido de fósforo en sus cultivos, siendo el menor porcentaje 2.17% de agricultores que usa una mayor cantidad que es de 300 Kg, así también el 4.35% de agricultores no hace uso de este tipo de fertilizante en su cultivo. De acuerdo al total de agricultores y los Kg de óxido de fósforo se determinó que en promedio un agricultor hace uso de 141.30 Kg.

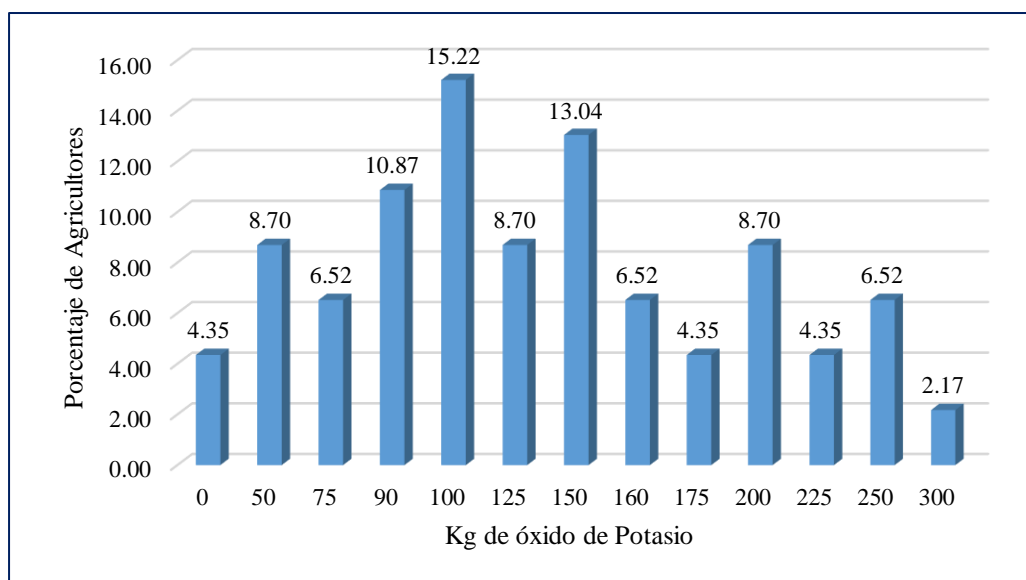


Figura 8. Cantidad en Kg de óxido de potasio en el cultivo de café

Con respecto al óxido de potasio y tomando en consideración el total de agricultores que cuentan con hectáreas de café y la respectiva cantidad, se obtiene que existe un mayor porcentaje de agricultores representado por el 15.22% que usan 100 Kg de óxido de potasio en sus cultivos, siendo el menor porcentaje 2.17% de agricultores que usa una mayor cantidad que es de 300 Kg, así también el 4.35% de agricultores no hace uso de este tipo de fertilizante en su cultivo. De acuerdo al total de agricultores y los Kg de óxido de potasio se determinó que en promedio un agricultor hace uso de 132.72 Kg.

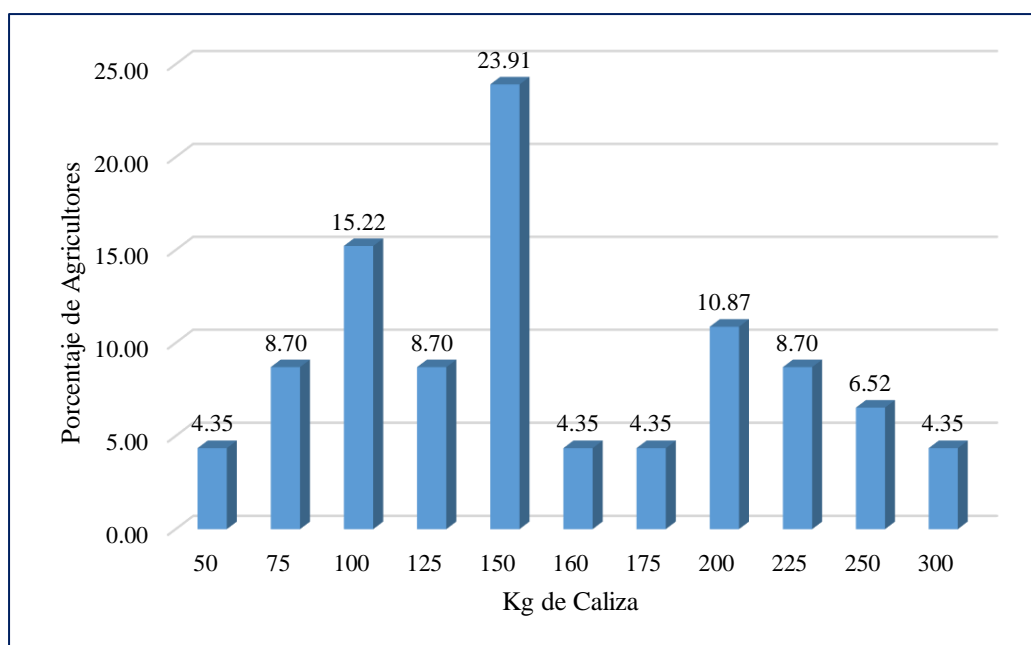


Figura 9. Cantidad en Kg de caliza en el cultivo de café

Con respecto a la caliza y tomando en consideración el total de agricultores que cuentan con hectáreas de café y la respectiva cantidad, se obtiene que existe un mayor porcentaje de agricultores representado por el 23.91% que usan 150 Kg de caliza en sus cultivos, siendo el menor porcentaje 4.35% de agricultores que usa una mayor cantidad de urea que es de 300 Kg. De acuerdo al total de agricultores y los Kg de caliza se determinó que en promedio un agricultor hace uso de 155.87 Kg.

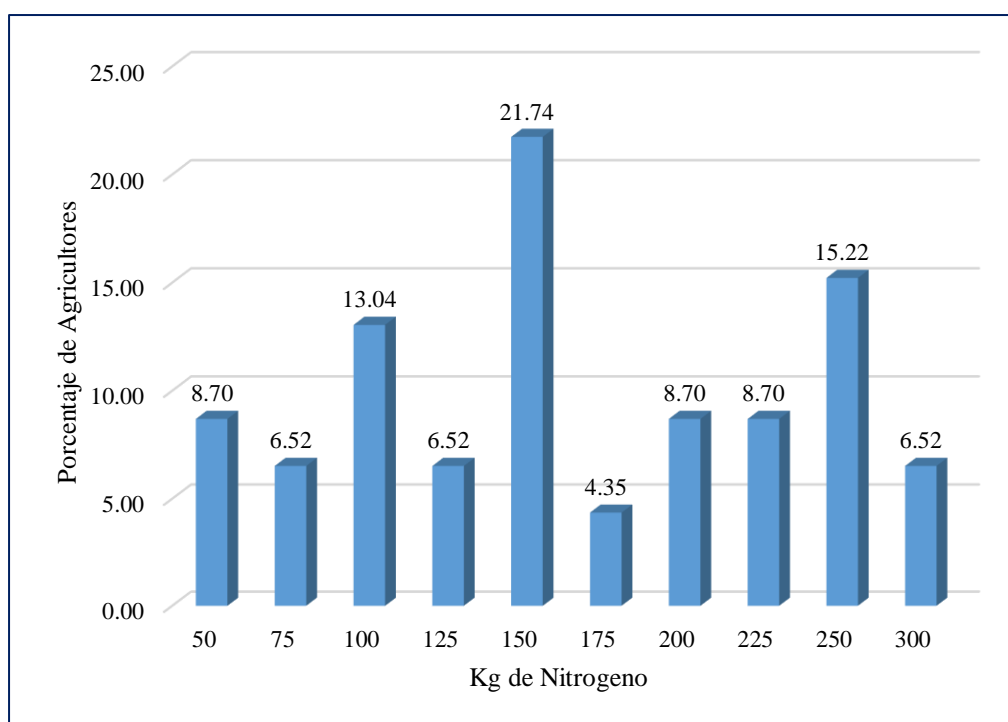


Figura 10. Cantidad en Kg de nitrógeno en el cultivo de café

Con respecto al nitrógeno y tomando en consideración el total de agricultores que cuentan con hectáreas de café y la respectiva cantidad, se obtiene que existe un mayor porcentaje de agricultores representado por el 21.74% que usan 150 Kg de nitrógeno en sus cultivos, siendo el menor porcentaje 4.35% de agricultores que usan 175 Kg. De acuerdo al total de agricultores y los Kg de caliza se determinó que en promedio un agricultor hace uso de 165.22 Kg.

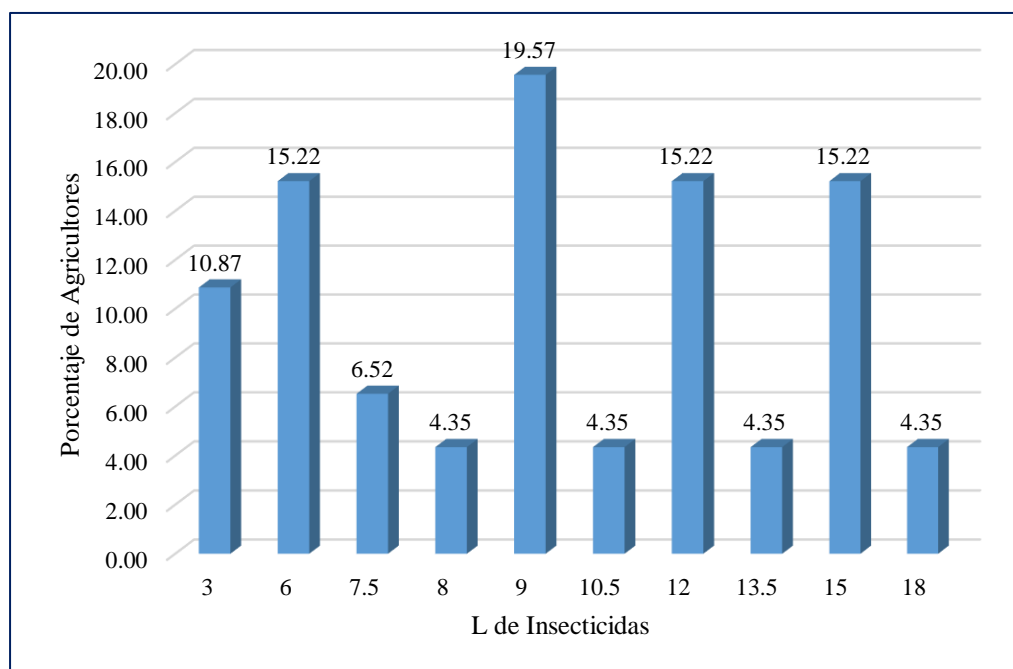


Figura 11. Cantidad en L de insecticidas en el cultivo de café

Con respecto al insecticida y tomando en consideración el total de agricultores que cuentan con hectáreas de café y la respectiva cantidad, se obtiene que existe un mayor porcentaje de agricultores representado por el 19.57% que usan 9 L de nitrógeno en sus cultivos, siendo el menor porcentaje 4.35% de agricultores que usa una mayor cantidad de insecticidas que es de 18 L. De acuerdo al total de agricultores y los L de insecticida se determinó que en promedio un agricultor hace uso de 9.51 L.

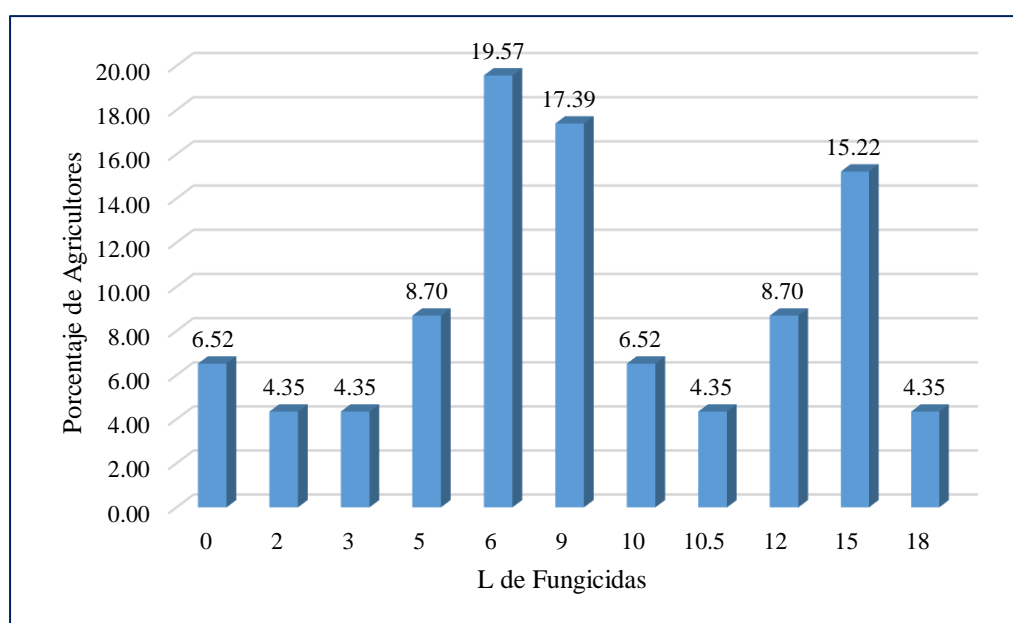


Figura 12. Cantidad en L de fungicidas en el cultivo de café

Con respecto al fungicida y tomando en consideración el total de agricultores que cuentan con hectáreas de café y la respectiva cantidad, se obtiene que existe un mayor porcentaje de agricultores representado por el 19.57% que usan 6 L de fungicidas en sus cultivos, siendo el menor porcentaje 4.35% de agricultores que usa una mayor cantidad de insecticidas que es de 18 L, así también el 6.52% de agricultores no hace uso de este químico en su cultivo. De acuerdo al total de agricultores y los L de fungicida se determinó que en promedio un agricultor hace uso de 8.61 L.

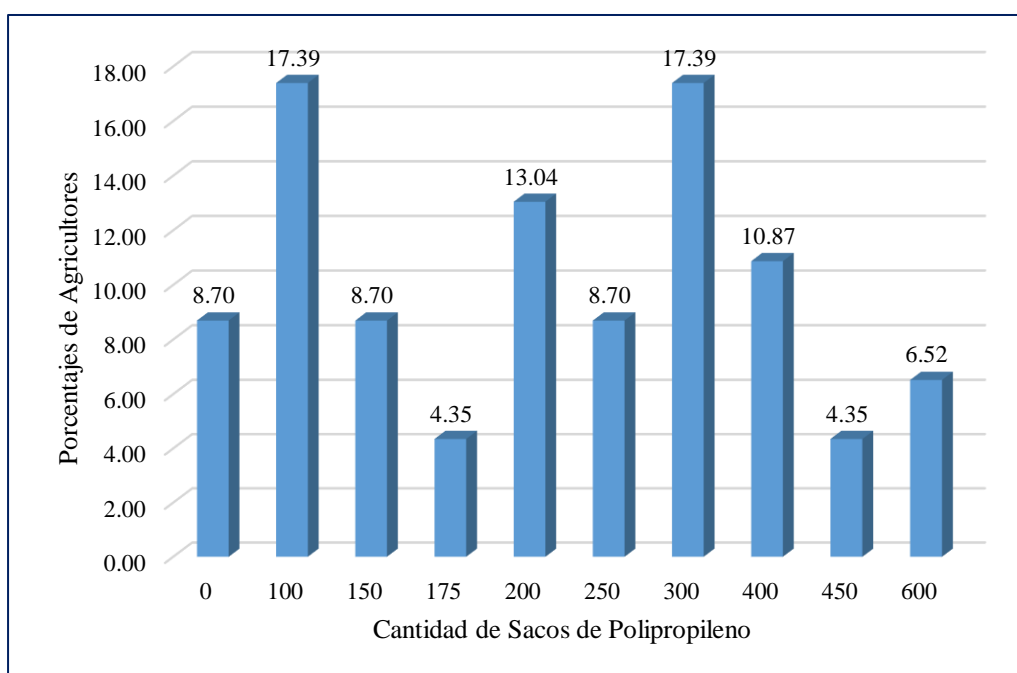


Figura 13. Cantidad de sacos de polipropileno en el cultivo de café

Con respecto a los sacos de polipropileno y tomando en consideración el total de agricultores que cuentan con hectáreas de café y la respectiva cantidad, se obtiene que existe un mayor porcentaje de agricultores representado por el 17.39% que usan 100 y 300 sacos en sus cultivos, siendo el menor porcentaje 4.35% de agricultores que usa 175 y 450 sacos de proliproleno, así también el 8.70% de agricultores no hace uso de este material en su cultivo. De acuerdo al total de agricultores y cantidades de polipropileno se determinó que en promedio un agricultor hace uso de 240 SP.

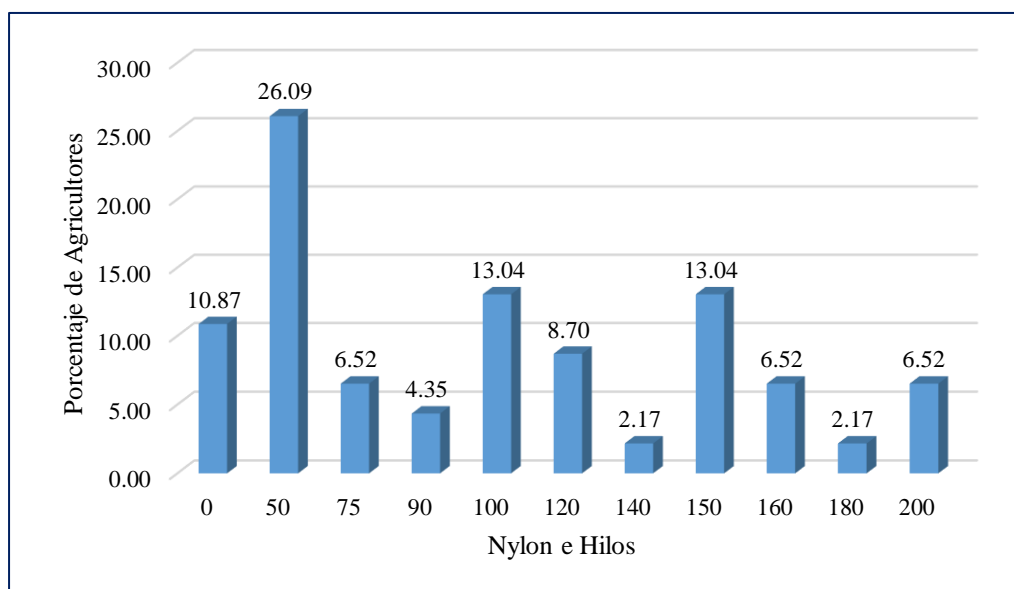


Figura 14. Cantidad de Nylon e hilos en el cultivo de café

Con respecto a nylon e hilos y tomando en consideración el total de agricultores que cuentan con hectáreas de café y la respectiva cantidad, se obtiene que existe un mayor porcentaje de agricultores representado por el 26.09% que usan una cantidad de 50 en sus cultivos, siendo el menor porcentaje 2.17% de agricultores que usa 140 y 180, así también el 10.87% de agricultores no hace uso de este material en su cultivo. De acuerdo al total de agricultores y cantidades de nylon e hilos se determinó que en promedio un agricultor hace uso de una cantidad de 95.

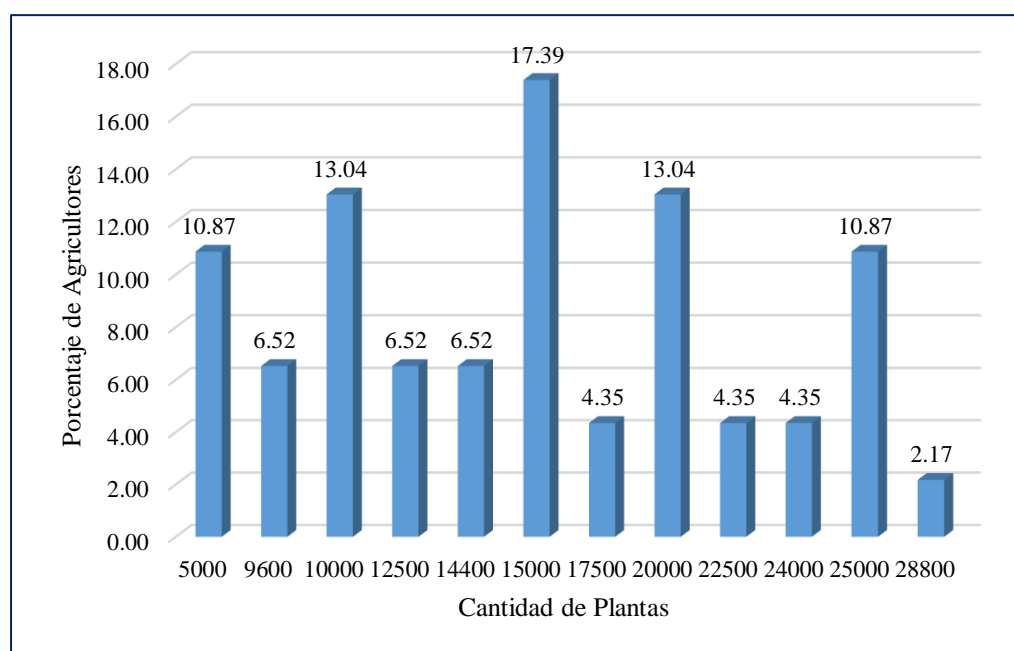


Figura 15. Cantidad de plantas en el cultivo de café

Con respecto a la cantidad de plantas y tomando en consideración el total de agricultores que cuentan con hectáreas de café y la respectiva cantidad, se obtiene que existe un mayor porcentaje de agricultores representado por el 17.39% que cuentan con 15000 plantaciones en sus terrenos de cultivo, siendo el menor porcentaje 2.17% de agricultores que cuenta con una mayor cantidad que es de 28800 plantaciones, todo ello de acuerdo al tipos de sistema utilizado en la siembra como es por el método de tres bolillos y método cuadrado. De acuerdo al total de agricultores y cantidades de plantaciones se determinó que en promedio un agricultor cuenta con 15572 plantaciones.

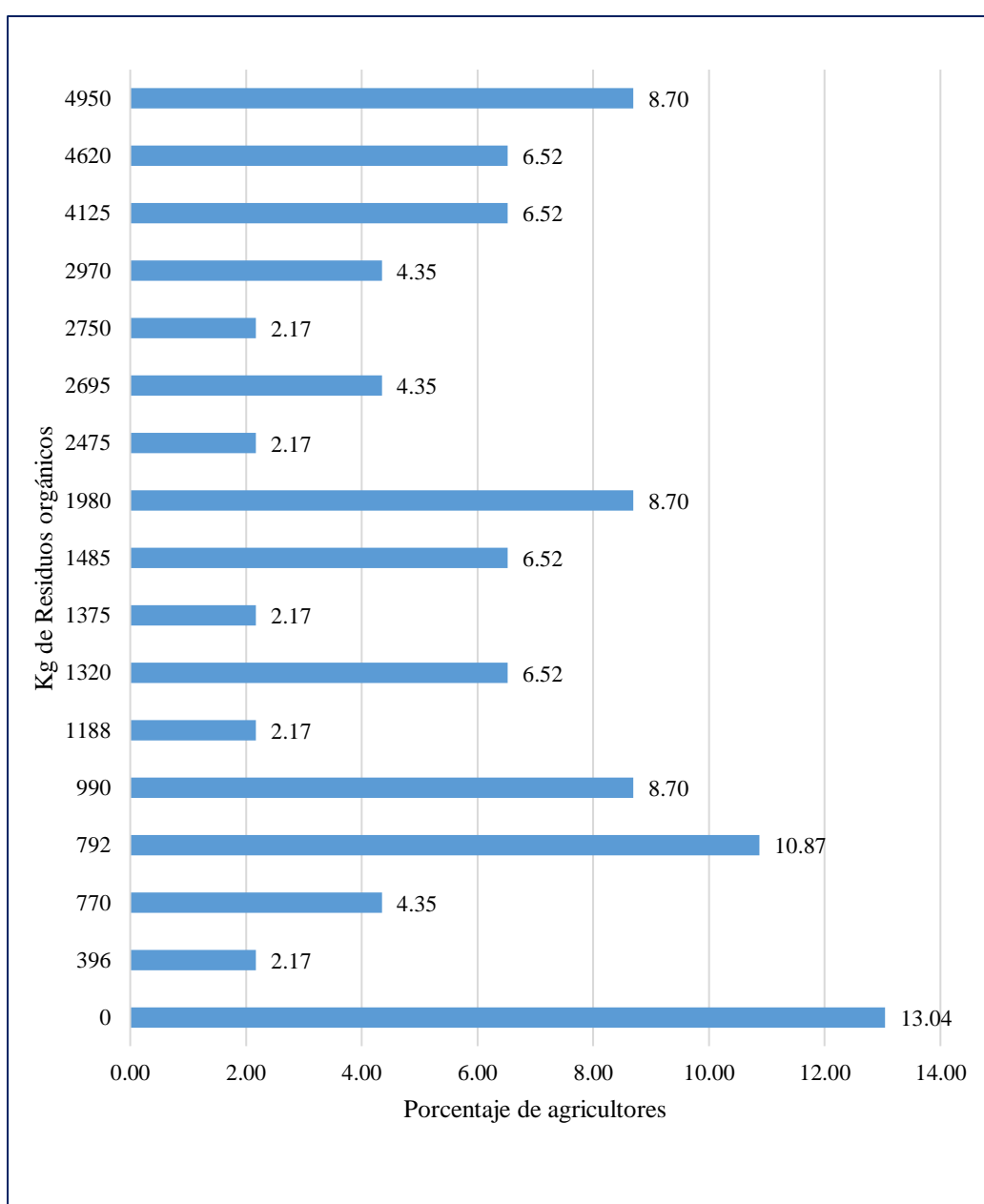


Figura 16. Cantidad de residuos orgánicos en el cultivo de café

Con respecto a la cantidad de residuos orgánicos que se generan y tomando en consideración el total de agricultores que cuentan con hectáreas de café y la respectiva cantidad, se obtiene teniendo en cuenta los que ya cosecharon por lo menos una vez que existe un mayor porcentaje de agricultores representado por el 10.87% que generan 792 Kg en sus terrenos de cultivo, siendo el menor porcentaje 2.17% de agricultores que generan 396 Kg, 1188 Kg, 1375 Kg, 2475 Kg y 2750Kg, así mismo existe un 13.04% de agricultores que a la actualidad aún no genera Kg de residuos orgánicos dado a que aún no tienen cosechas. De acuerdo al total de agricultores y cantidades de residuos orgánicos generados se determinó que en promedio un agricultor genera 2284 Kg.

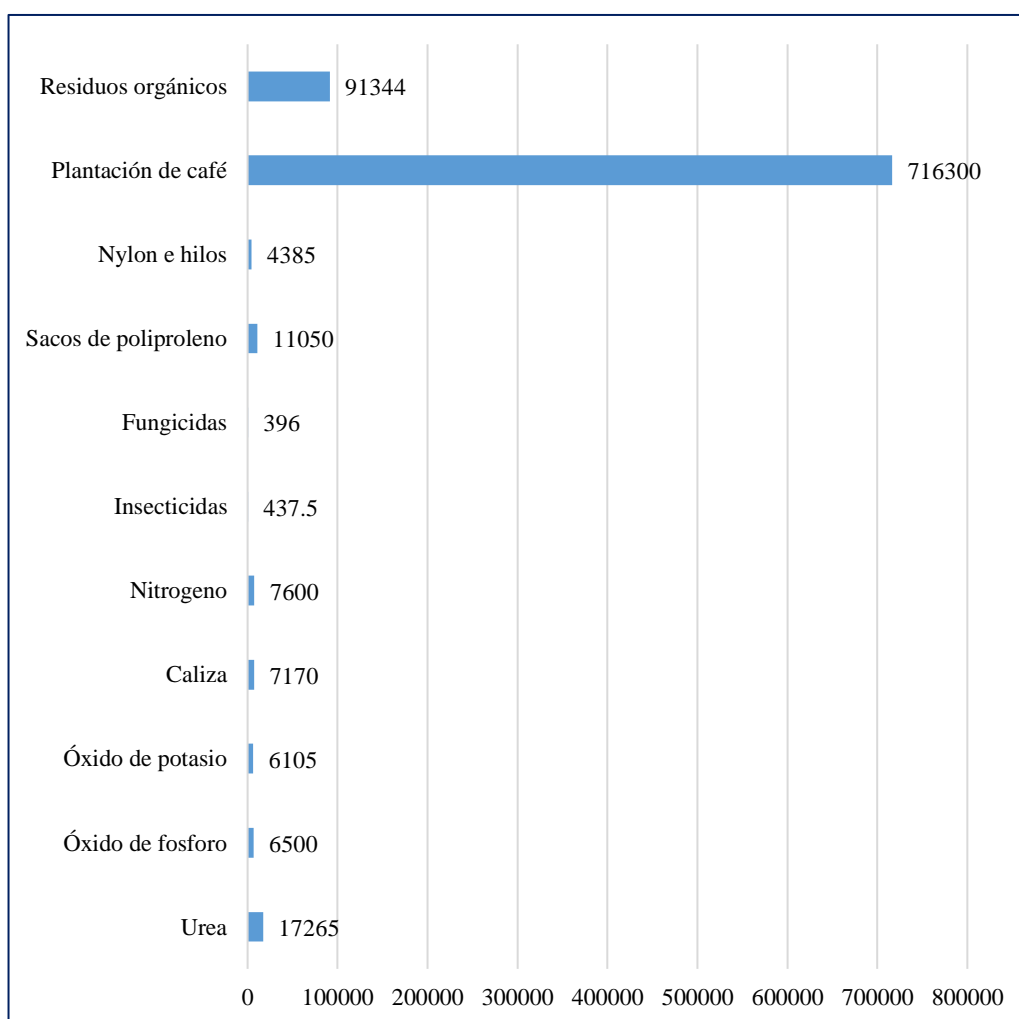


Figura 17. Resumen general de cantidades de las variables en el cultivo de café.

De la figura se observa claramente que tomando en consideración los agricultores encuestados con sus respectivos números de hectáreas que tiene

cada uno de ellos, en general entre urea, óxido de fósforo, óxido de potasio, caliza y nitrógeno, se consume una mayor cantidad de urea representado por un total de 17265 Kg, seguido de nitrógeno que es de 7600 Kg, luego caliza con 7170 Kg, óxido de fosforo 6500 Kg y óxido de potasio 6150 Kg, por otro lado, con respecto a insecticidas y fungicidas se determinó un mayor uso del primero con 437.5 L y 396 L el segundo, así también existe un mayor uso de material de sacos de polipropileno que de nylon e hilos debido a las actividades que desarrollan, existiendo también un total de 716300 plantaciones de café, lo que genera en terrenos donde por lo menos tuvieron una cosecha un total de 91344 Kg de residuos orgánicos de acuerdo a la producción.

3.2.2. Cuantificación de los insumos y la productividad del cultivo de pasto

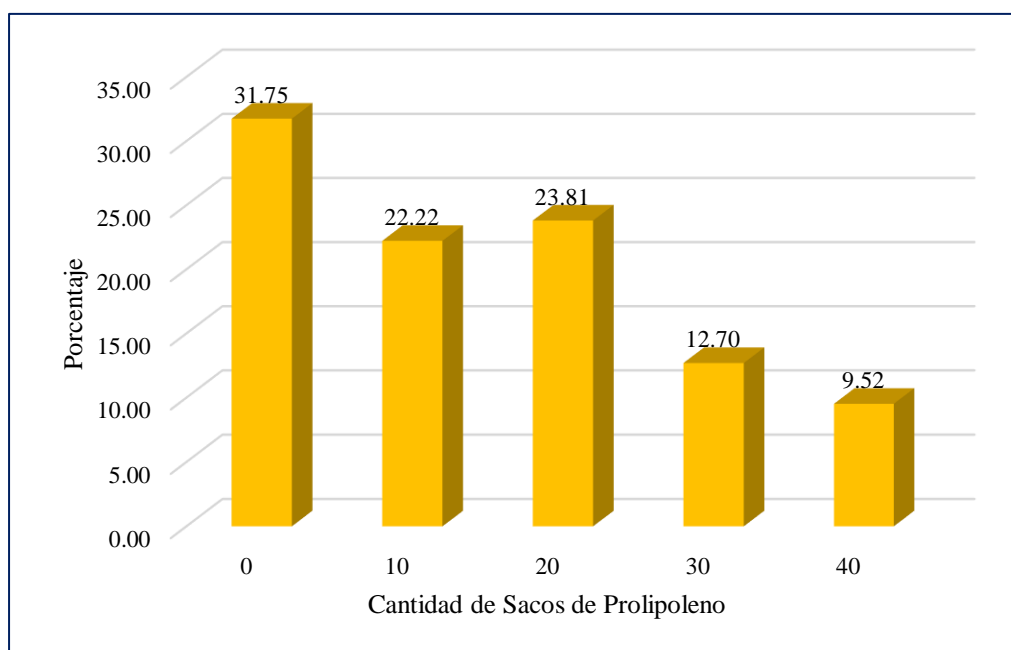


Figura 18. Cantidad de sacos de polipropileno en el cultivo de pasto

Con respecto a los sacos de polipropileno y tomando en consideración el total de agricultores que cuentan con hectáreas de pasto y la respectiva cantidad, se obtiene que existe un mayor porcentaje de agricultores representado por el 31.75% que no usan sacos en sus cultivos, seguido del 23.81% que usan 20 sacos, siendo el menor porcentaje 9.52% de agricultores que usa 40 sacos de prolipoleno. De acuerdo al total de agricultores y cantidades de polipropileno se determinó que en promedio un agricultor hace uso de 19 SP.

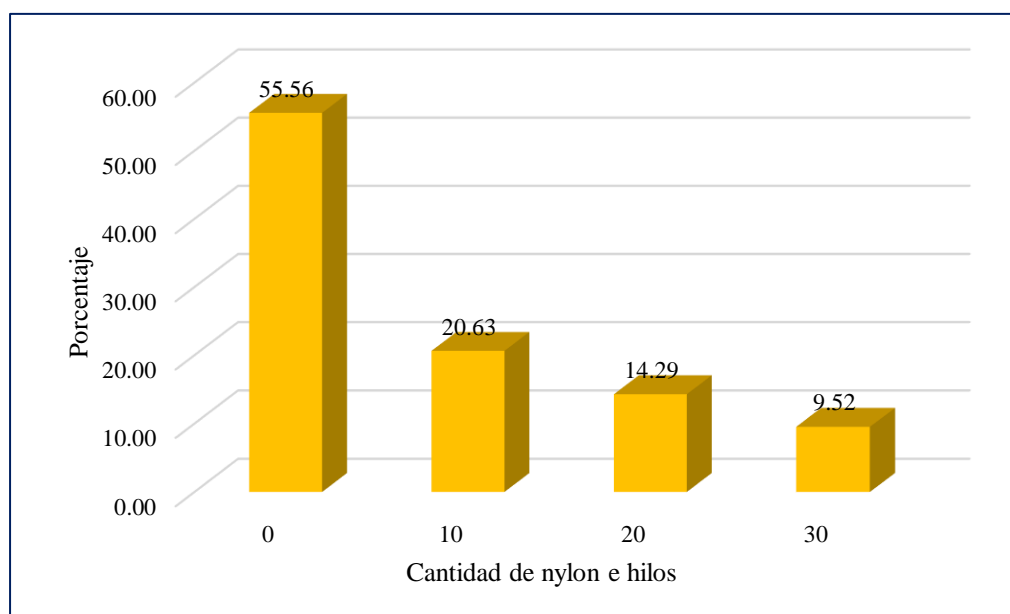


Figura 19. Cantidad de Nylon e hilos en el cultivo de pasto

Con respecto a nylon e hilos y tomando en consideración el total de agricultores que cuentan con hectáreas de pasto y la respectiva cantidad, se obtiene que existe un mayor porcentaje de agricultores representado por el 55.06% que no usan alguna cantidad en sus cultivos, siendo el menor porcentaje 9.52% de agricultores que usa 30. De acuerdo al total de agricultores y cantidades de nylon e hilos se determinó que en promedio un agricultor hace uso de una cantidad de 14.

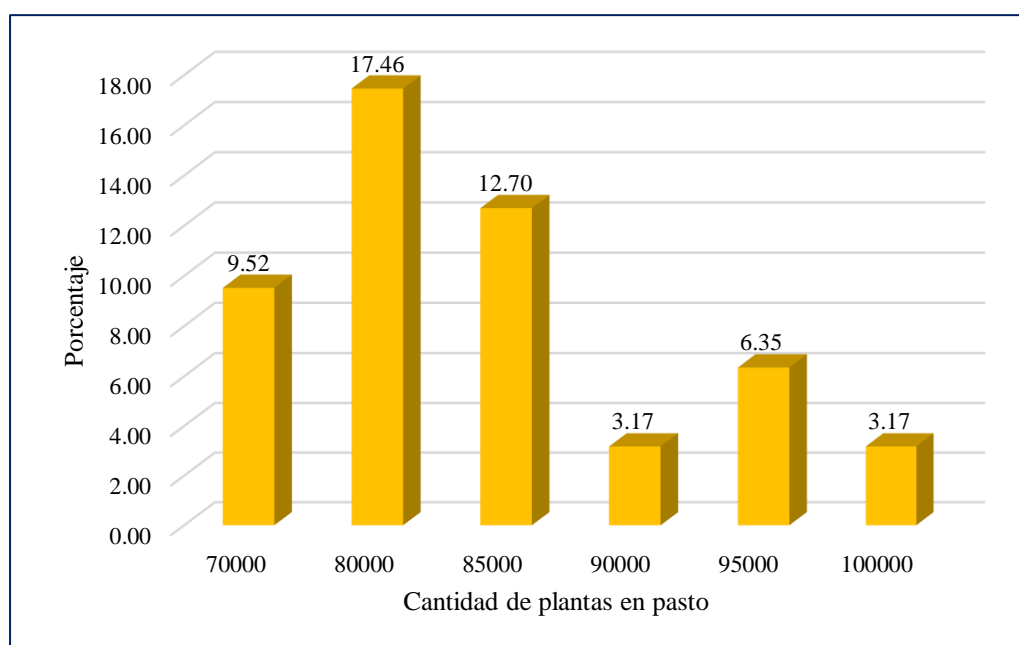


Figura 20. Cantidad de plantas en el cultivo de pasto

Con respecto a la cantidad de plantas y tomando en consideración el total de agricultores que cuentan con hectáreas de pasto y la respectiva cantidad, se obtiene que existe un mayor porcentaje de agricultores representado por el 17.46% que cuentan con 80000 plantaciones en sus terrenos de cultivo, siendo el menor porcentaje 3.17% de agricultores que cuenta con una mayor cantidad que es de 100000 plantaciones, todo ello de acuerdo al tipos de sistema utilizado en la siembra como es por el método de tres bolillos y método cuadrado.

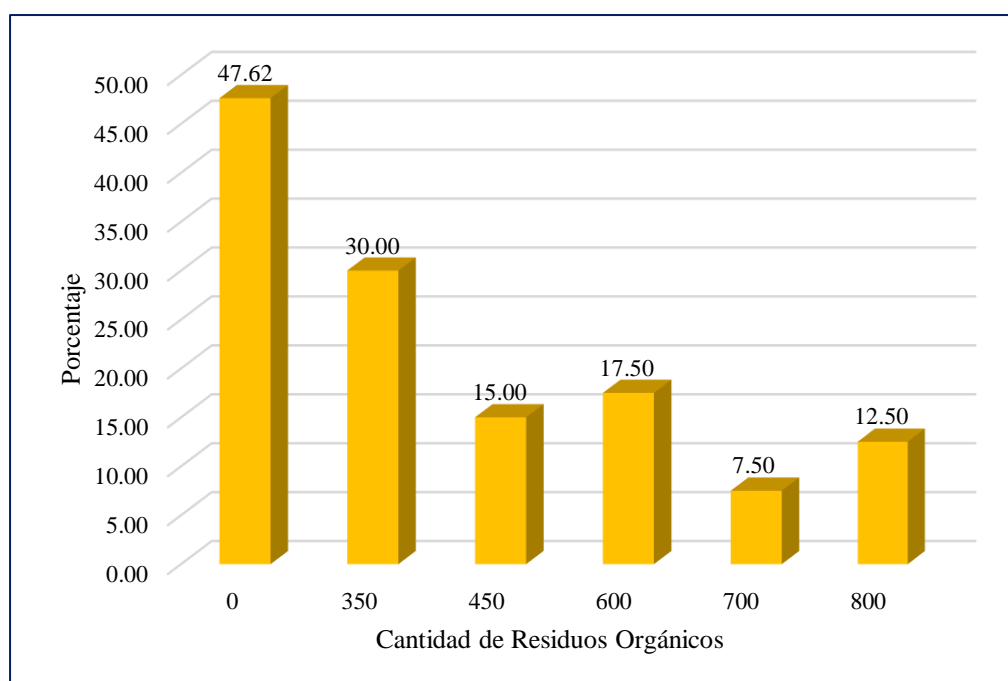


Figura 21. Cantidad de residuos orgánicos en el cultivo de pasto

Con respecto a la cantidad de residuos orgánicos que se generan y tomando en consideración el total de agricultores que cuentan con hectáreas de pasto y la respectiva cantidad, se obtiene teniendo en cuenta los que ya cosecharon por lo menos una vez que existe un mayor porcentaje de agricultores representado por el 30.00% que generan 350 Kg en sus terrenos de cultivo, siendo el menor porcentaje 7.50% de agricultores que generan 700 Kg, así mismo existe un 47.62% de agricultores que a la actualidad aún no genera Kg de residuos orgánicos dado a que aún no tienen cosechas.

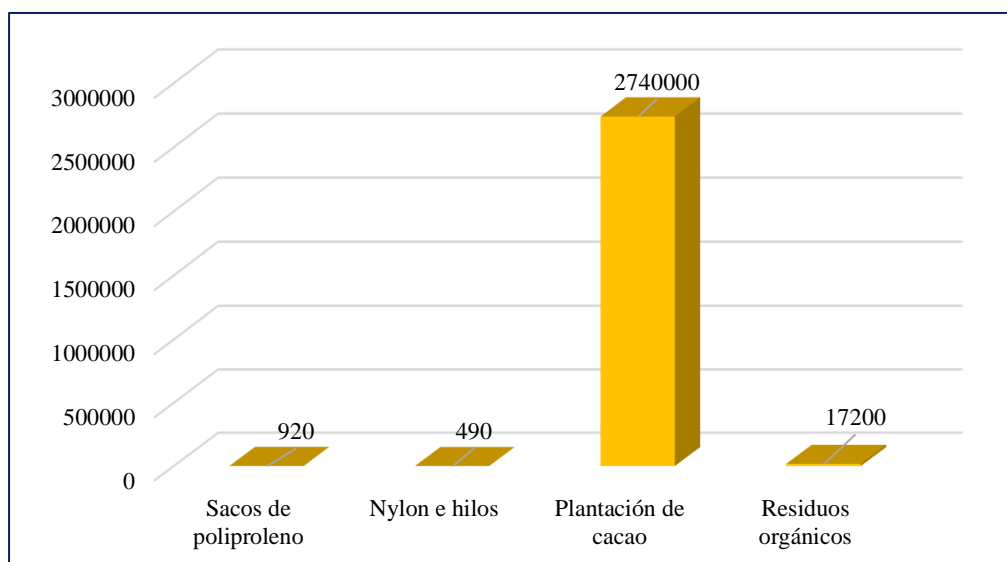


Figura 22. Resumen general de cantidades de las variables en el cultivo de pasto

De la figura se observa claramente que tomando en consideración los agricultores encuestados con sus respectivos números de hectáreas que tiene cada uno de ellos, en general existe un mayor uso de material de sacos de polipropileno que de nylon e hilos debido a las actividades que desarrollan, existiendo también un total de 2740000 plantaciones de pasto, lo que genera en terrenos donde por lo menos tuvieron una cosecha un total de 17200 Kg de residuos orgánicos de acuerdo a la producción.

3.2.3. Cuantificación de los insumos y la productividad en el cultivo de cacao

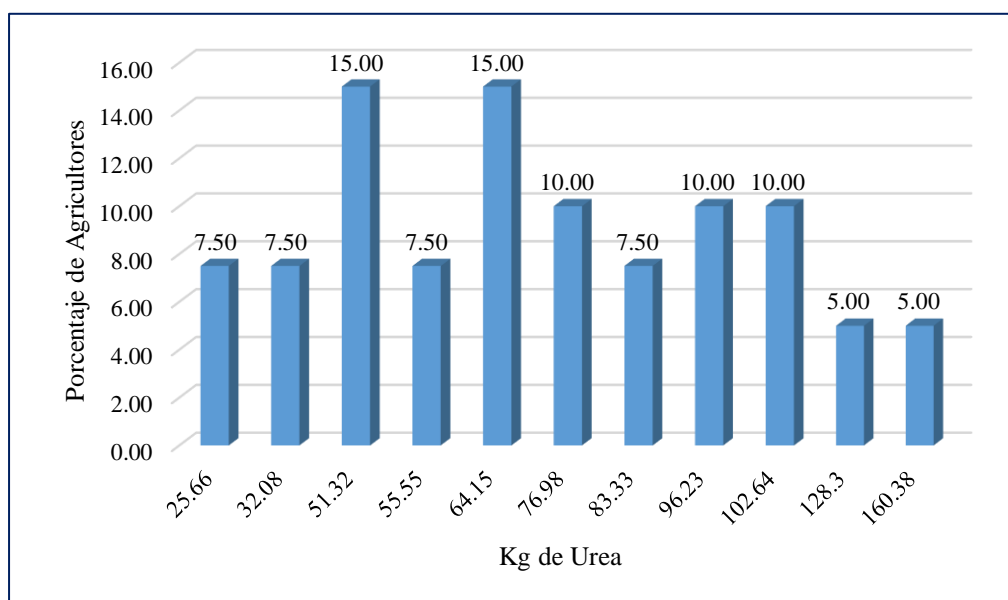


Figura 23. Cantidad en Kg de urea del cultivo de cacao

Con respecto a esta primera variable de estudio y tomando en consideración el total de agricultores que cuentan con hectáreas de cacao y la respectiva cantidad, se obtiene que existe un mayor porcentaje de agricultores representado por el 15.00% que usan 51.32 Kg y 64.15 Kg de urea en sus cultivos, siendo el menor porcentaje 5.00% de agricultores que usa una mayor cantidad de urea que es de 160.38 Kg. De acuerdo al total de hectáreas de cacao y los Kg de urea se determinó que en promedio se hace uso de 119.48 Kg urea/Ha. De acuerdo al total de agricultores y los Kg de urea se determinó que en promedio un agricultor hace uso de 74.08 Kg.

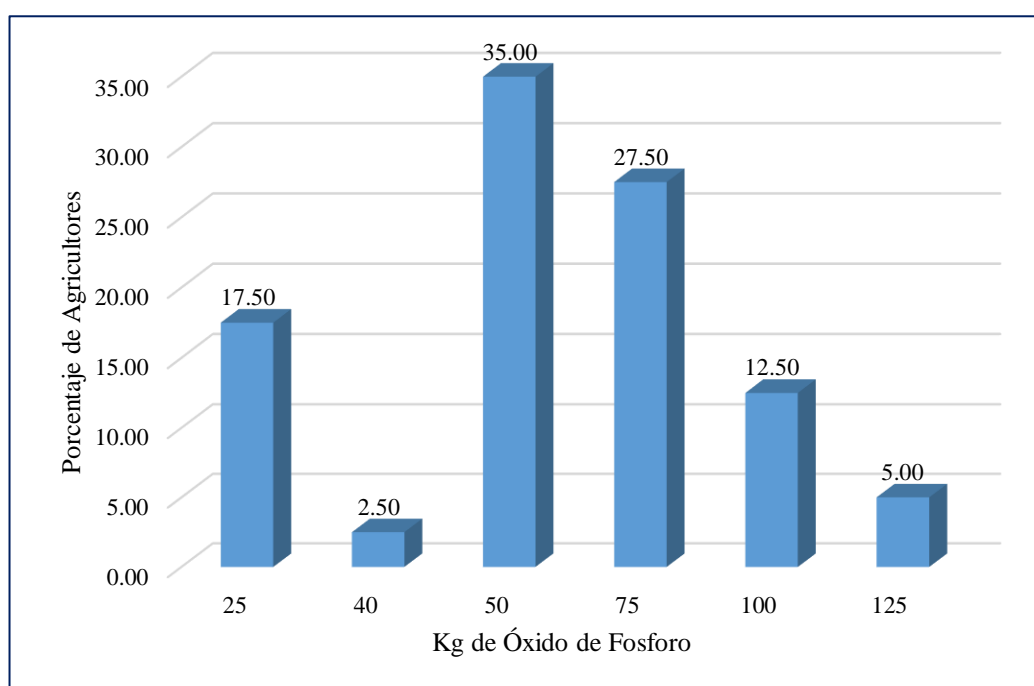


Figura 24. Cantidad en Kg de óxido de fósforo en el cultivo de cacao

Con respecto al óxido de fósforo y tomando en consideración el total de agricultores que cuentan con hectáreas de cacao y la respectiva cantidad, se obtiene que existe un mayor porcentaje de agricultores representado por el 35.00% que usan 50 Kg de óxido de fósforo en sus cultivos, siendo el menor porcentaje 2.50% de agricultores que usa solo 40 Kg. De acuerdo al total de agricultores y los Kg de óxido de fósforo se determinó que en promedio un agricultor hace uso de 62.25 Kg.

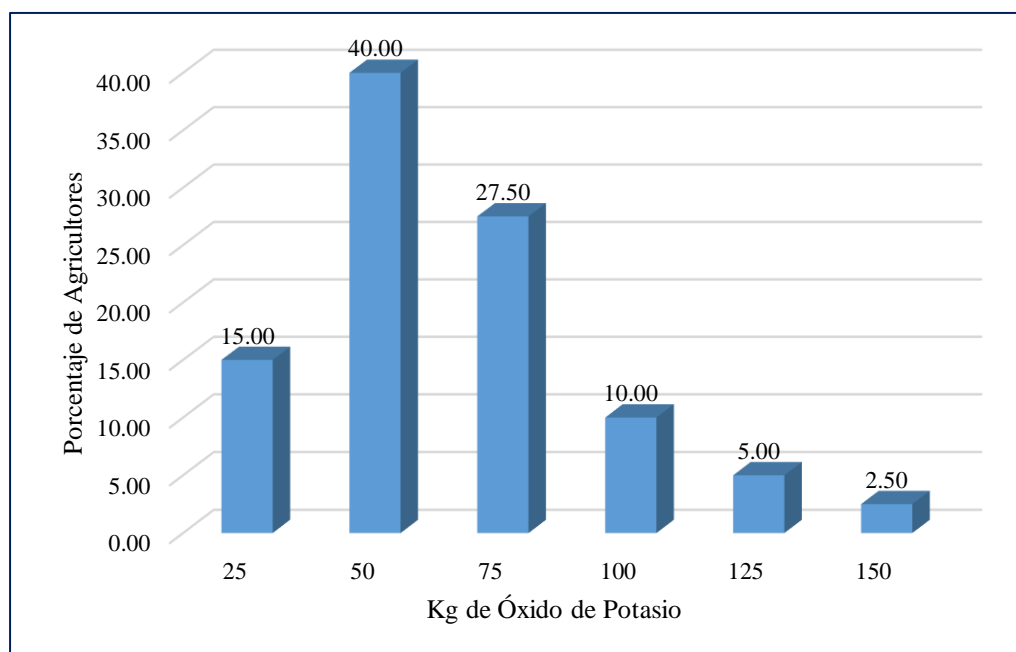


Figura 25. Cantidad en Kg de óxido de potasio en el cultivo de cacao

Con respecto al óxido de potasio y tomando en consideración el total de agricultores que cuentan con hectáreas de cacao y la respectiva cantidad, se obtiene que existe un mayor porcentaje de agricultores representado por el 40.00% que usan 50 Kg de óxido de potasio en sus cultivos, siendo el menor porcentaje 2.50% de agricultores que usa una mayor cantidad que es de 150 Kg. De acuerdo al total de agricultores y los Kg de óxido de potasio se determinó que en promedio un agricultor hace uso de 64.38 Kg.

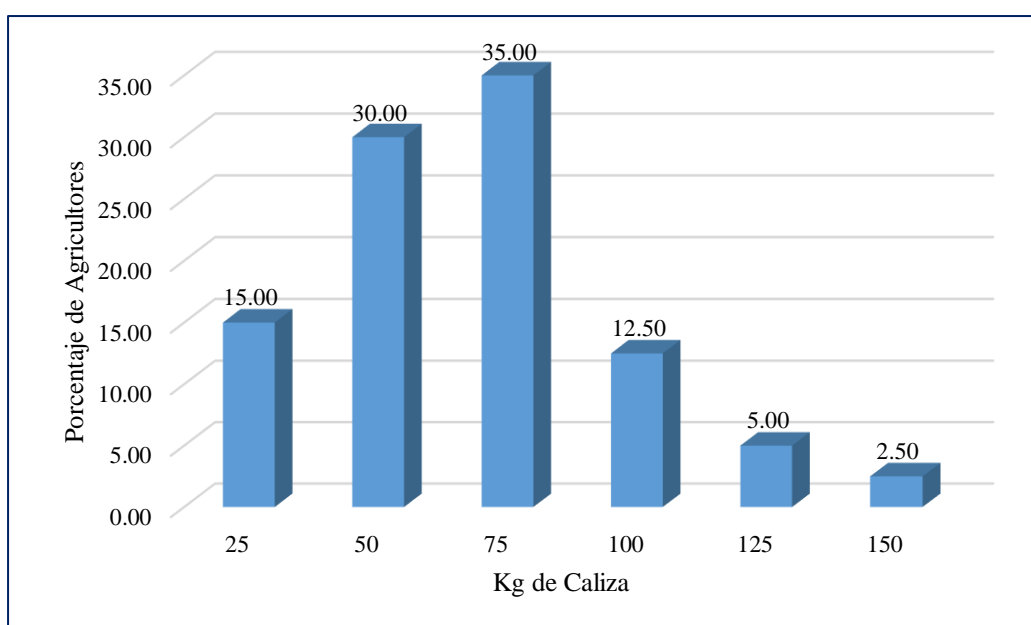


Figura 26. Cantidad en Kg de caliza en el cultivo de cacao

Con respecto a la caliza y tomando en consideración el total de agricultores que cuentan con hectáreas de cacao y la respectiva cantidad, se obtiene que existe un mayor porcentaje de agricultores representado por el 35.00% que usan 75 Kg de caliza en sus cultivos, siendo el menor porcentaje 2.50% de agricultores que usa una mayor cantidad de urea que es de 150 Kg. De acuerdo al total de agricultores y los Kg de caliza se determinó que en promedio un agricultor hace uso de 67.50 Kg.

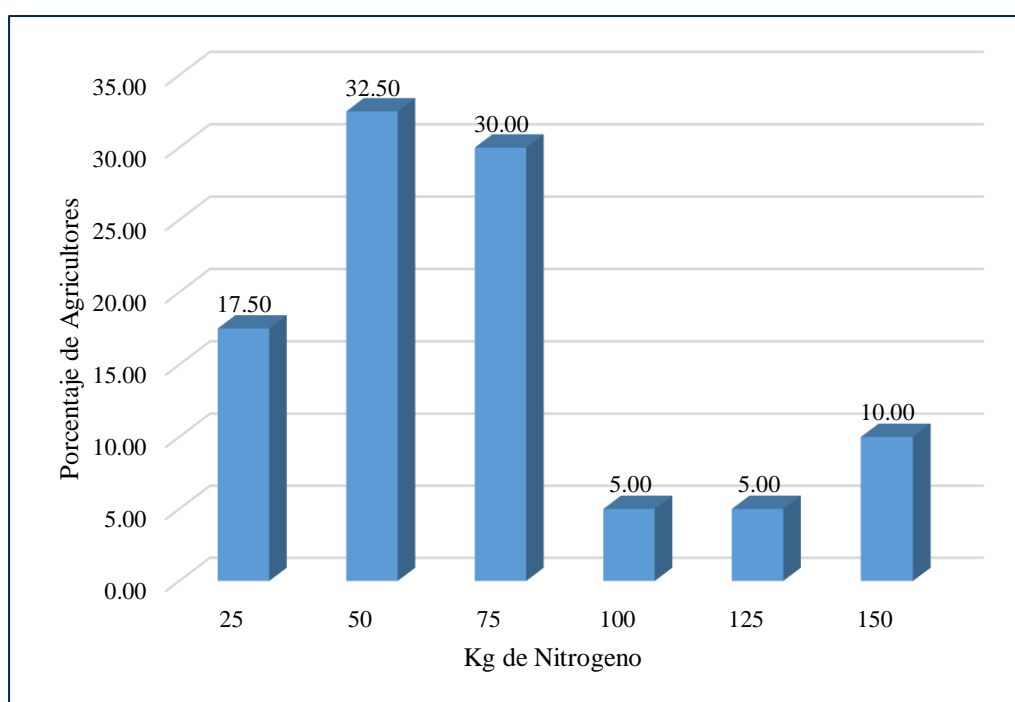


Figura 27. Cantidad en Kg de nitrógeno en el cultivo de cacao

Con respecto al nitrógeno y tomando en consideración el total de agricultores que cuentan con hectáreas de cacao y la respectiva cantidad, se obtiene que existe un mayor porcentaje de agricultores representado por el 32.50% que usan 50 Kg de nitrógeno en sus cultivos, siendo el menor porcentaje 5.00% de agricultores que usan 100Kg y 125 Kg. De acuerdo al total de agricultores y los Kg de caliza se determinó que en promedio un agricultor hace uso de 69.38 Kg.

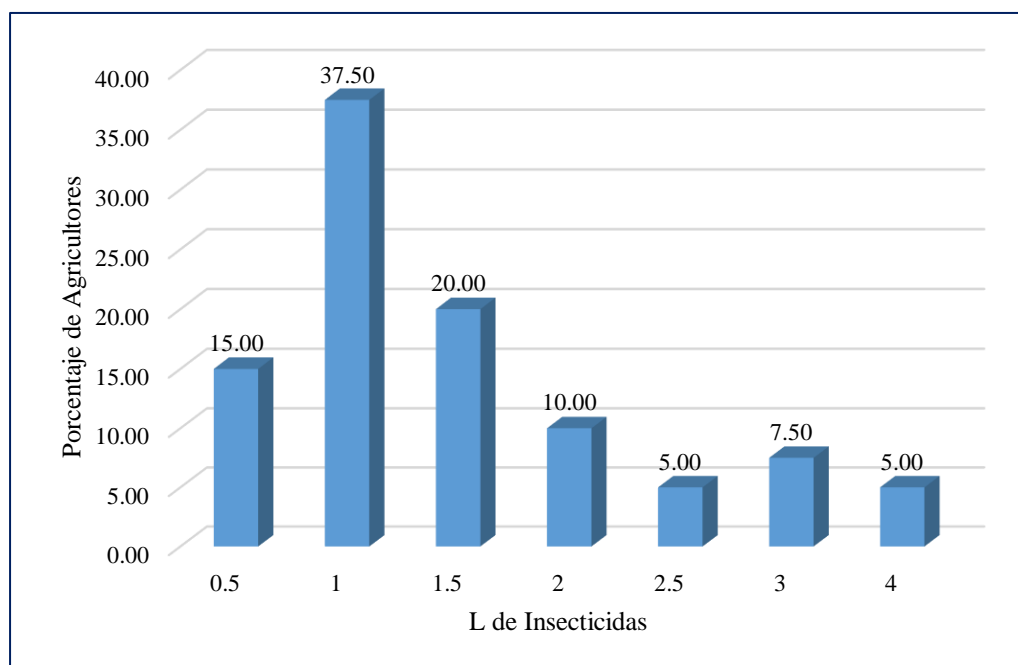


Figura 28. Cantidad en L de insecticidas en el cultivo de cacao

Con respecto al insecticida y tomando en consideración el total de agricultores que cuentan con hectáreas de cacao y la respectiva cantidad, se obtiene que existe un mayor porcentaje de agricultores representado por el 37.50% que usan 1 L de nitrógeno en sus cultivos, siendo el menor porcentaje 5.00% de agricultores que usa una mayor cantidad de insecticidas que es de 4 L. De acuerdo al total de agricultores y los L de insecticida se determinó que en promedio un agricultor hace uso de 1.50 L.

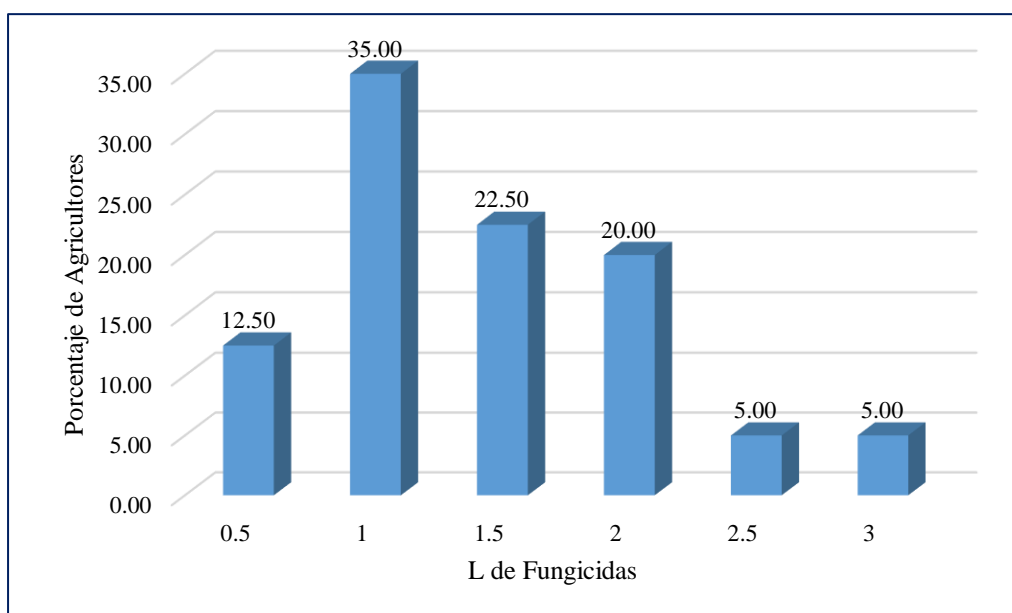


Figura 29. Cantidad en L de fungicidas en el cultivo de cacao

Con respecto al fungicida y tomando en consideración el total de agricultores que cuentan con hectáreas de cacao y la respectiva cantidad, se obtiene que existe un mayor porcentaje de agricultores representado por el 35.00% que usan 1 L de fungicidas en sus cultivos, siendo el menor porcentaje 5.00% de agricultores que usa una mayor cantidad de insecticidas que es de 3 L. De acuerdo al total de agricultores y los L de fungicidas se determinó que en promedio un agricultor hace uso de 1.43 L.

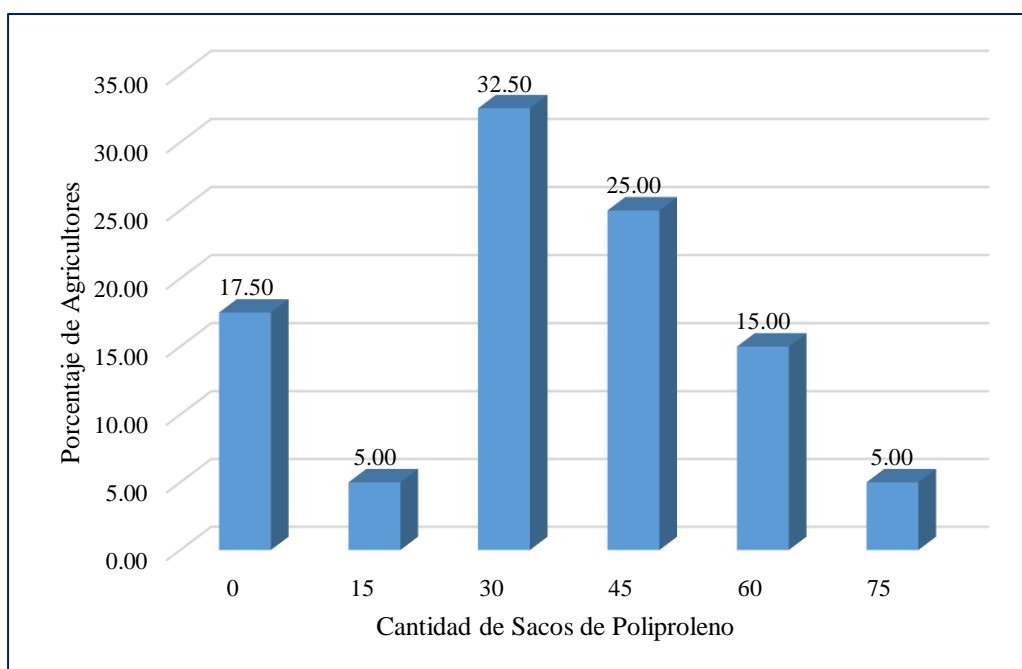


Figura 30. Cantidad de sacos de polipropileno en el cultivo de cacao

Con respecto a los sacos de polipropileno y tomando en consideración el total de agricultores que cuentan con hectáreas de cacao y la respectiva cantidad, se obtiene que existe un mayor porcentaje de agricultores representado por el 32.50% que usan 30 sacos en sus cultivos, siendo el menor porcentaje 5.00% de agricultores que usa 15 y 75 sacos de polipropileno, así también el 17.50% de agricultores no hace uso de este material en su cultivo. De acuerdo al total de agricultores y cantidades de polipropileno se determinó que en promedio un agricultor hace uso de 35 SP.

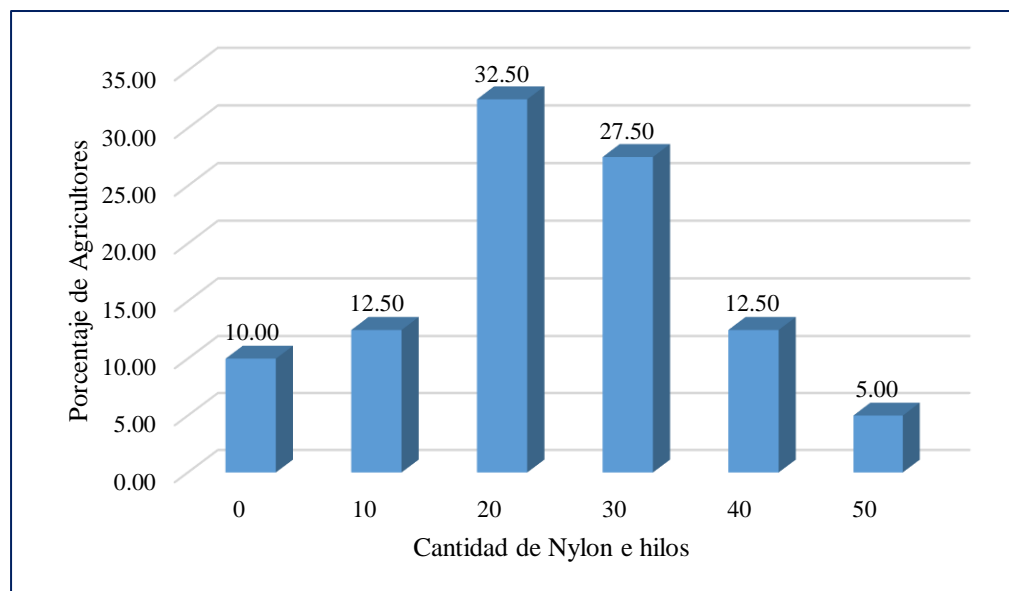


Figura 31. Cantidad de Nylon e hilos en el cultivo de cacao

Con respecto a nylon e hilos y tomando en consideración el total de agricultores que cuentan con hectáreas de cacao y la respectiva cantidad, se obtiene que existe un mayor porcentaje de agricultores representado por el 32.50% que usan una cantidad de 20 en sus cultivos, siendo el menor porcentaje 5.00% de agricultores que usa una mayor cantidad que es de 50, así también el 10.00% de agricultores no hace uso de este material en su cultivo. De acuerdo al total de agricultores y cantidades de nylon e hilos se determinó que en promedio un agricultor hace uso de una cantidad de 24.

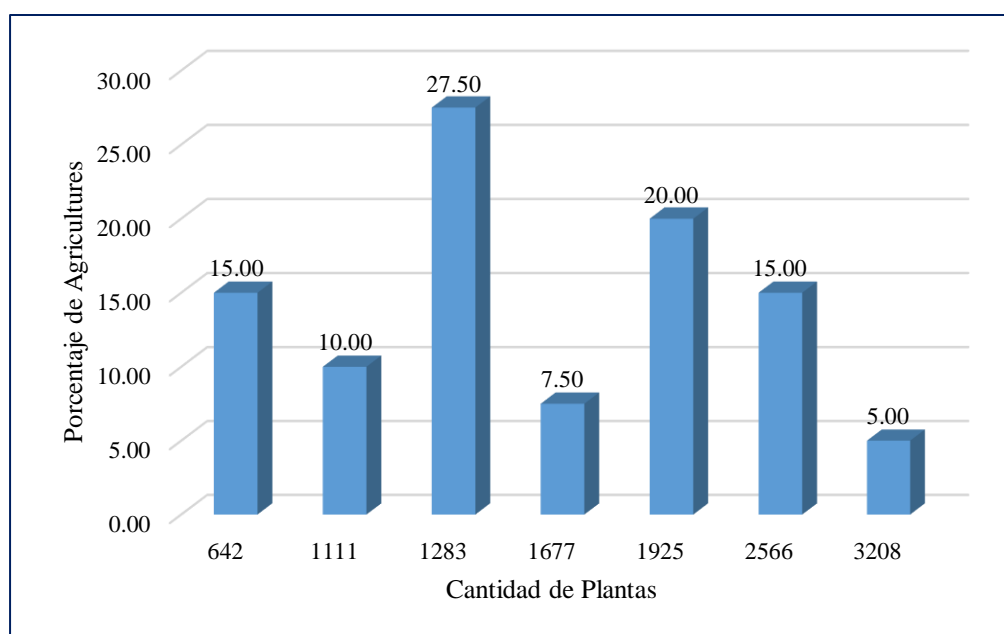


Figura 32. Cantidad de plantas en el cultivo de cacao

Con respecto a la cantidad de plantas y tomando en consideración el total de agricultores que cuentan con hectáreas de cacao y la respectiva cantidad, se obtiene que existe un mayor porcentaje de agricultores representado por el 27.50% que cuentan con 1283 plantaciones en sus terrenos de cultivo, siendo el menor porcentaje 5.00% de agricultores que cuenta con una mayor cantidad que es de 3208 plantaciones, todo ello de acuerdo al tipo de sistema utilizado en la siembra como es por el método de tres bolillos y método cuadrado. De acuerdo al total de agricultores y cantidades de plantaciones se determinó que en promedio un agricultor cuenta con 1615 plantaciones.

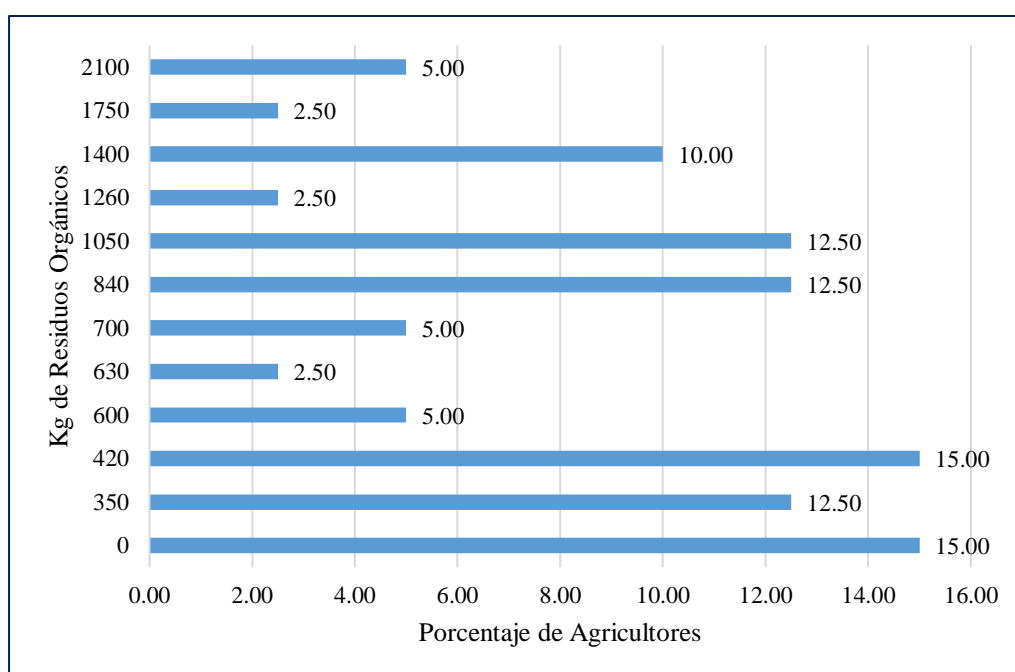


Figura 33. Cantidad de residuos orgánicos en el cultivo de cacao

Con respecto a la cantidad de residuos orgánicos que se generan y tomando en consideración el total de agricultores que cuentan con hectáreas de cacao y la respectiva cantidad, se obtiene teniendo en cuenta los que ya cosecharon por lo menos una vez que existe un mayor porcentaje de agricultores representado por el 15.00% que generan 420 Kg en sus terrenos de cultivo, siendo el menor porcentaje 2.50% de agricultores que generan 630 Kg, 1260 Kg y 1750Kg, así mismo existe un 15.00% de agricultores que a la actualidad aún no genera Kg de residuos orgánicos dado a que aún no tienen cosechas. De acuerdo al total de agricultores y cantidades de residuos orgánicos generados se determinó que en promedio un agricultor genera 875 Kg.

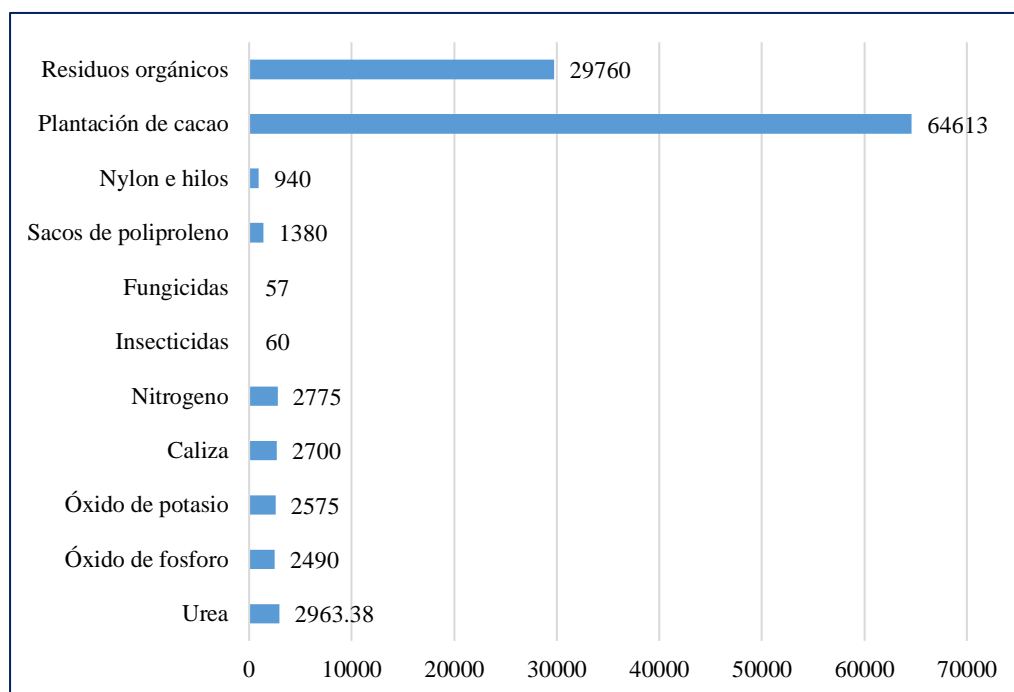


Figura 34. Resumen general de cantidades de las variables en el cultivo de cacao

De la figura se observa claramente que tomando en consideración los agricultores encuestados con sus respectivos números de hectáreas que tiene cada uno de ellos, en general entre urea, óxido de fósforo, óxido de potasio, caliza y nitrógeno, se consume una mayor cantidad de urea representado por un total de 2963.38 Kg, seguido de nitrógeno que es de 2775 Kg, luego caliza con 2700 Kg, óxido de potasio 2575 Kg y óxido de fósforo 2490 Kg, por otro lado, con respecto a insecticidas y fungicidas se determinó un mayor uso del primero con 60 L y 57 L el segundo, así también existe un mayor uso de material de sacos de polipropileno que de nylon e hilos debido a las actividades que desarrollan al igual que en el cultivo de café pero en este con menor cantidad, existiendo un total de 64613 plantaciones de café, lo que genera en terrenos donde por lo menos tuvieron una cosecha un total de 29760 Kg de residuos orgánicos de acuerdo a la producción.

3.3. Cuantificación del CO₂ eq de los cultivos de la producción de café y cacao en la Microcuenca Juninguillo – La Mina

Para un análisis y comprensión se tuvo a bien agrupar en 4 categorías que son fertilizantes, control sanitario, materiales y producción, para cada tipo de cultivo encontrándose los siguientes resultados:

3.3.1. Cuantificación de CO₂ eq en el cultivo de café

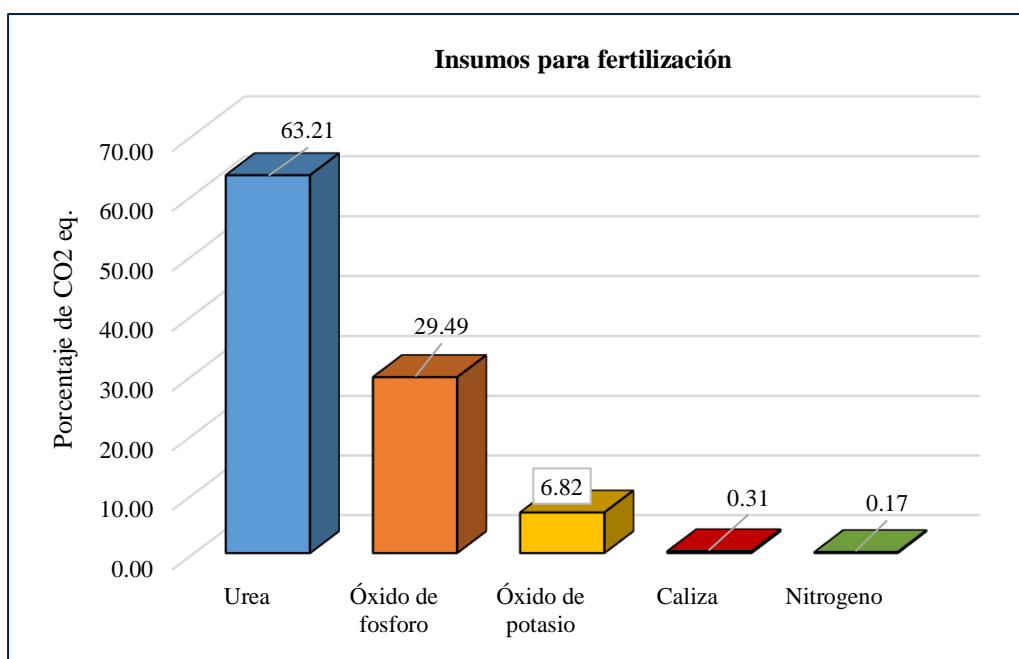


Figura 35. Cantidad de CO₂ eq en la fertilización del cultivo de café

De la categoría de fertilizantes en el cual se tiene 5 insumos se determinó que el uso de estos genera un total de 44519.80 Kg CO₂ eq, del cual la mayor cantidad lo genera la urea representada por un 63.21%, seguido del óxido de fósforo con 29.49%, luego el óxido de potasio y caliza con 6.82% y 0.31% respectivamente, por último, quien menor cantidad de CO₂ eq genera es el nitrógeno con 0.17%.

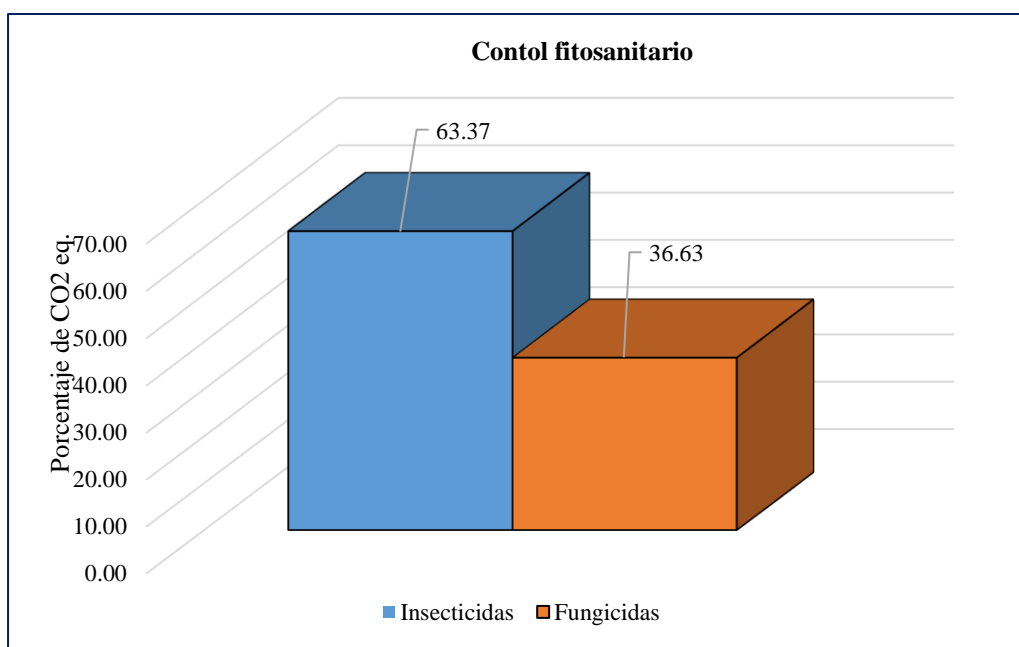


Figura 36. Cantidad de CO₂ eq en el control fitosanitario del cultivo de café

De la categoría de control fitosanitario en el cual se tiene 2 insumos se determinó que el uso de estos genera un total de 11460.10 Kg CO₂ eq, del cual la mayor cantidad lo generan los insecticidas por un 63.67% y después está el uso de fungidas con 36.63%.

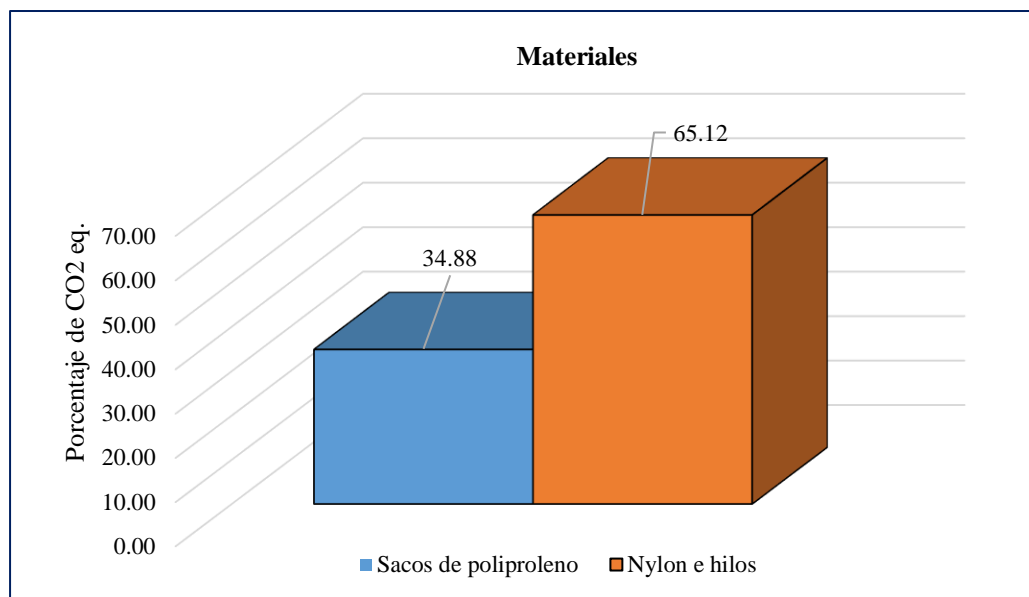


Figura 37. Cantidad de CO₂ eq en materiales del cultivo de café

De la categoría de materiales en el cual se tiene 2 tipos se determinó que el uso de estos genera un total de 62417.45 Kg CO₂ eq, del cual la mayor cantidad lo genera el nylon e hilos que es un 65.12% y después está el uso de sacos de polipropileno con 34.88%.

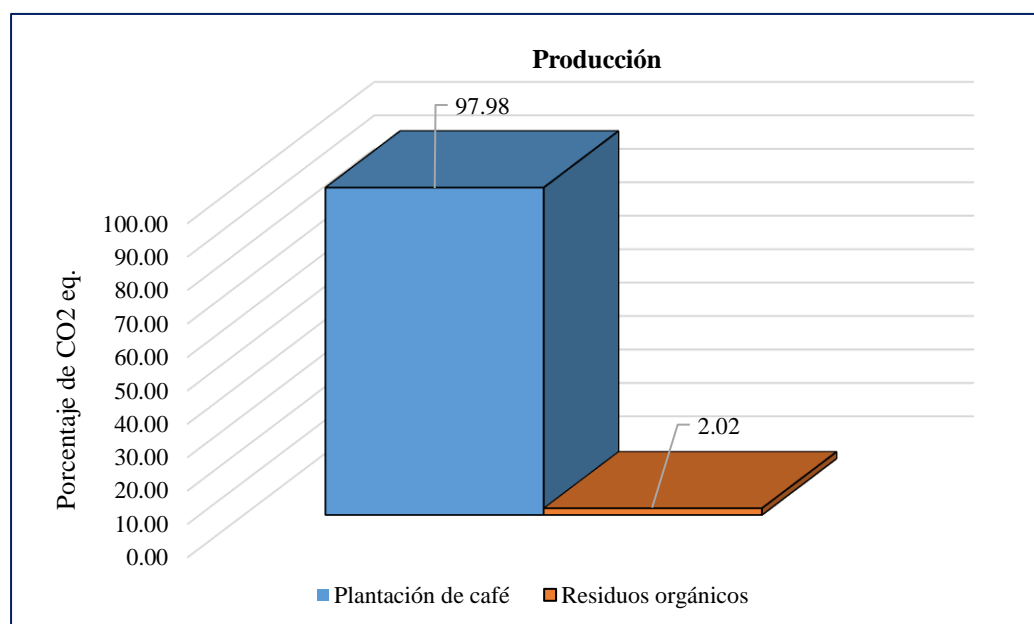


Figura 38. Cantidad de CO₂ eq en la producción del cultivo de café. (Despulpado)

De la categoría de producción en el cual se toman 2 aspectos se determinó que generan un total de 1498741.21 Kg CO₂ eq, del cual la mayor cantidad lo generan las propias plantaciones de café que es un 97.98% y después está la generación de residuos orgánicos con 2.02% que se da principalmente en la cosecha del cultivo.

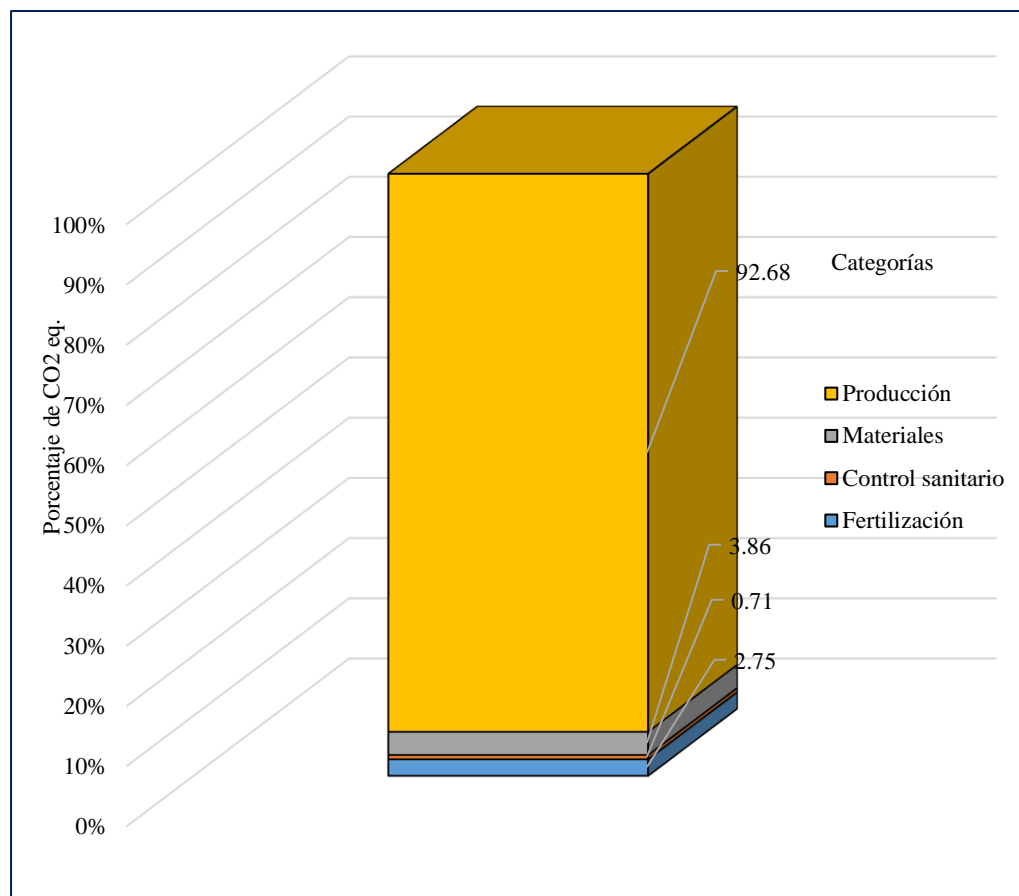


Figura 39. Cantidad de CO₂ eq por categorías en el cultivo de café

Tomando en consideración las cuatro categorías o procesos establecidos en el cultivo de café, se determinó que quien más CO₂ eq genera es la producción el que es de 1498741.21 Kg CO₂ eq representado por 92.68%, seguido del uso de materiales que genera 62417.45 Kg CO₂ eq que es el 3.86%, luego el proceso de fertilización el cual emite 44519.80 Kg CO₂ eq que representa el 2.75%, por último, se tiene al proceso de control sanitario que genera 11460.10 Kg CO₂ eq que es el 0.71% del total.

3.3.2. Cuantificación de CO₂ eq en el cultivo de pasto

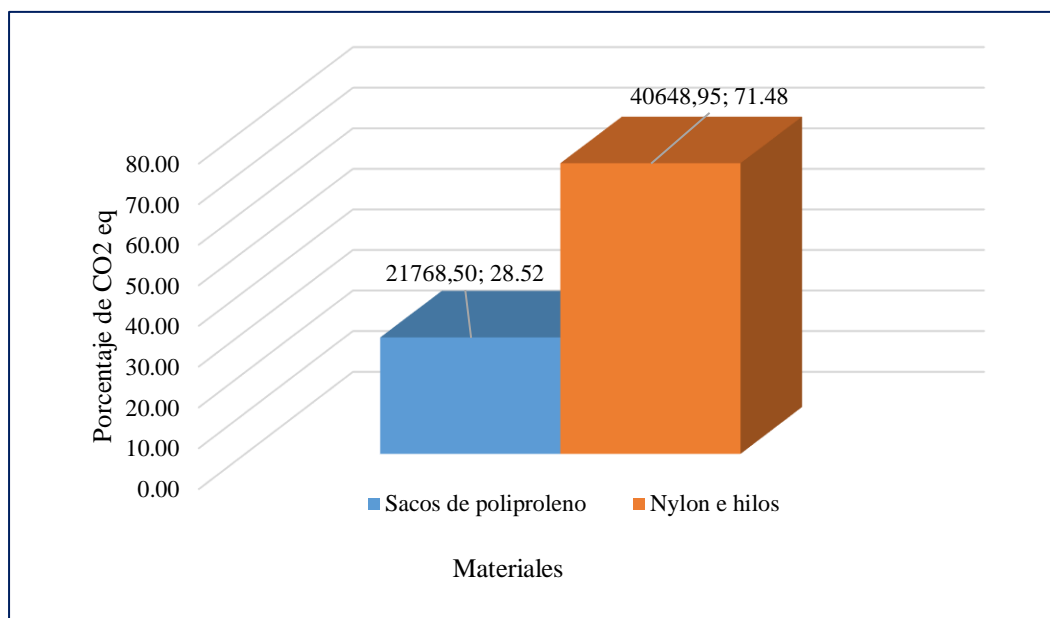


Figura 40. Cantidad de CO₂ eq en materiales del cultivo de pasto

De la categoría de materiales en el cual se tiene 2 tipos se determinó que el uso de estos genera un total de 6354.70 Kg CO₂ eq, del cual la mayor cantidad lo genera el nylon e hilos que es un 71.448% y después está el uso de sacos de polipropileno con 28.52%.

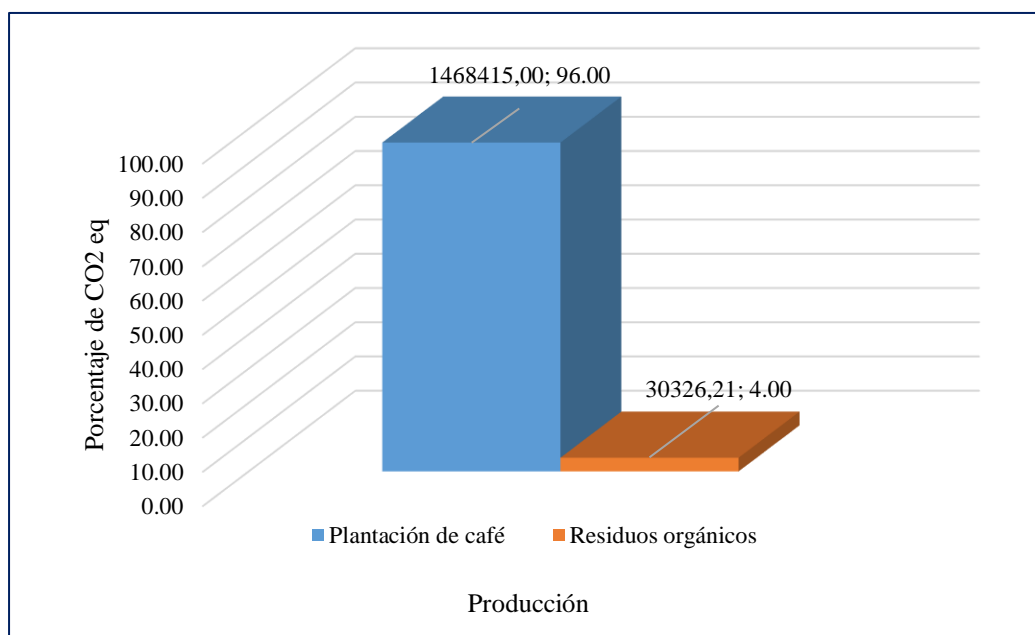


Figura 41. Cantidad de CO₂ eq en la producción del cultivo de pasto.

De la categoría de producción en el cual se toman 2 aspectos se determinó que generan un total de 142710.40 Kg CO₂ eq, del cual la mayor cantidad lo generan

las propias plantaciones de pasto que es un 96.00% y después está la generación de residuos orgánicos con 4.00%.

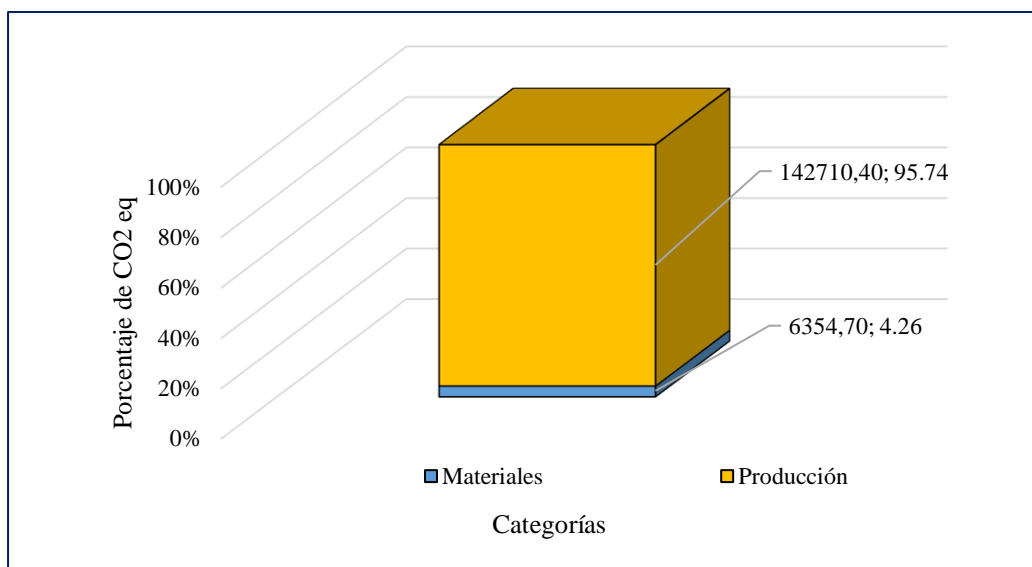


Figura 42. Cantidad de CO₂ eq por categorías en el cultivo de pasto

Tomando en consideración las dos categorías o procesos establecidos en el cultivo de pasto, se determinó que quien más CO₂ eq genera es la producción el que es de 142710.40 Kg CO₂ eq representado por 95.74%, seguido del uso de materiales que genera 6354.70 Kg CO₂ eq que es el 4.26%.

3.3.3. Cuantificación de CO₂ eq en el cultivo de cacao

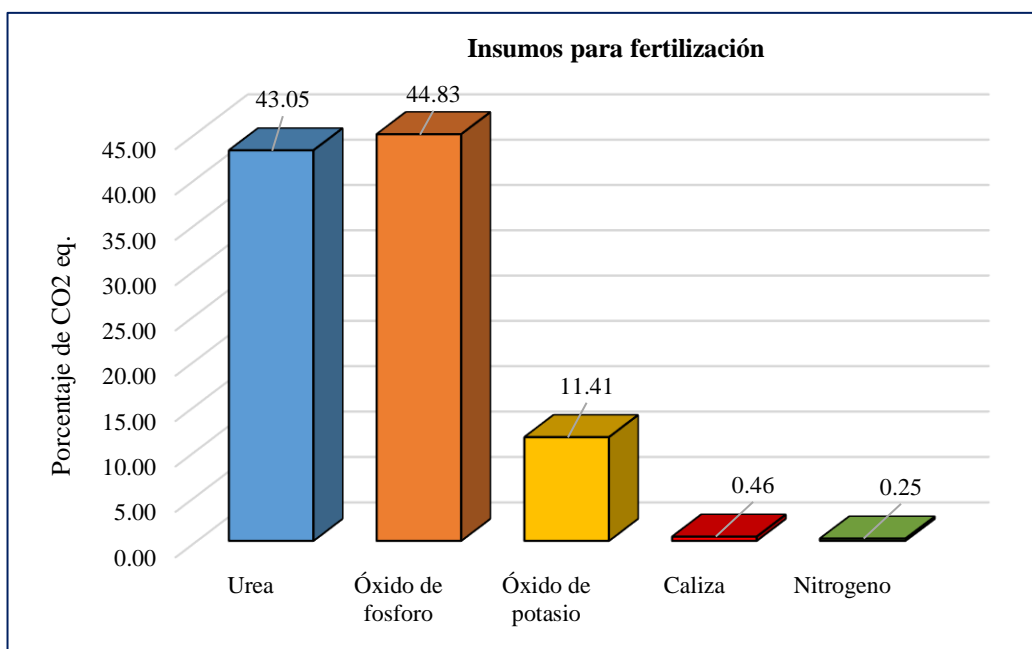


Figura 43. Cantidad de CO₂ eq en la fertilización del cultivo de cacao

De la categoría de fertilizantes en el cual se tiene 5 insumos se determinó que el uso de estos genera un total de 11219.47 Kg CO₂ eq, del cual la mayor cantidad lo genera el óxido de fósforo representado por un 44.83%, seguido de la urea con 43.05%, luego el óxido de potasio y caliza con 11.41% y 0.46% respectivamente, por último, quien menor cantidad de CO₂ eq genera es el nitrógeno con 0.25%.

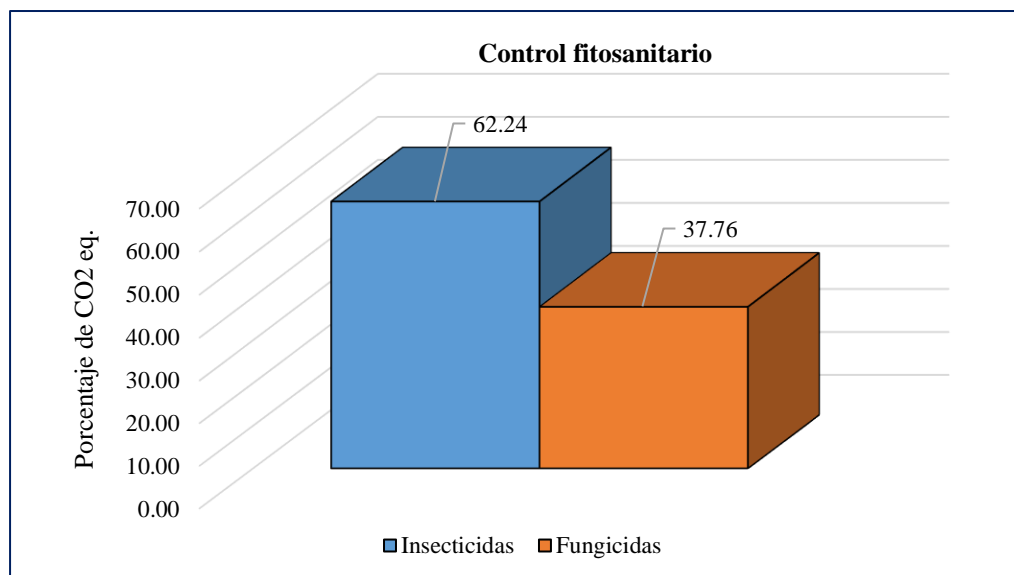


Figura 44. Cantidad de CO₂ eq en el control fitosanitario del cultivo de cacao

De la categoría de control fitosanitario en el cual se tiene 2 insumos se determinó que el uso de estos genera un total de 1600.20 Kg CO₂ eq, del cual la mayor cantidad lo generan los insecticidas un 62.24% y después está el uso de fungicidas con 37.76%.

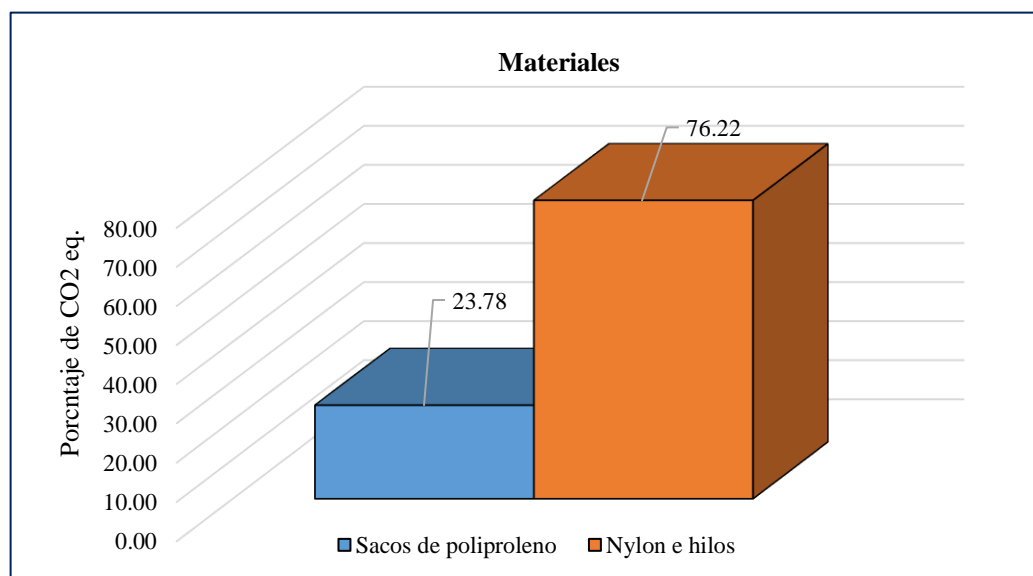


Figura 45. Cantidad de CO₂ eq en materiales del cultivo de cacao

De la categoría de materiales en el cual se tiene 2 tipos se determinó que el uso de estos genera un total de 11432.40 Kg CO₂ eq, del cual la mayor cantidad lo genera el nylon e hilos que es un 76.22% y después está el uso de sacos de polipropileno con 23.78%.

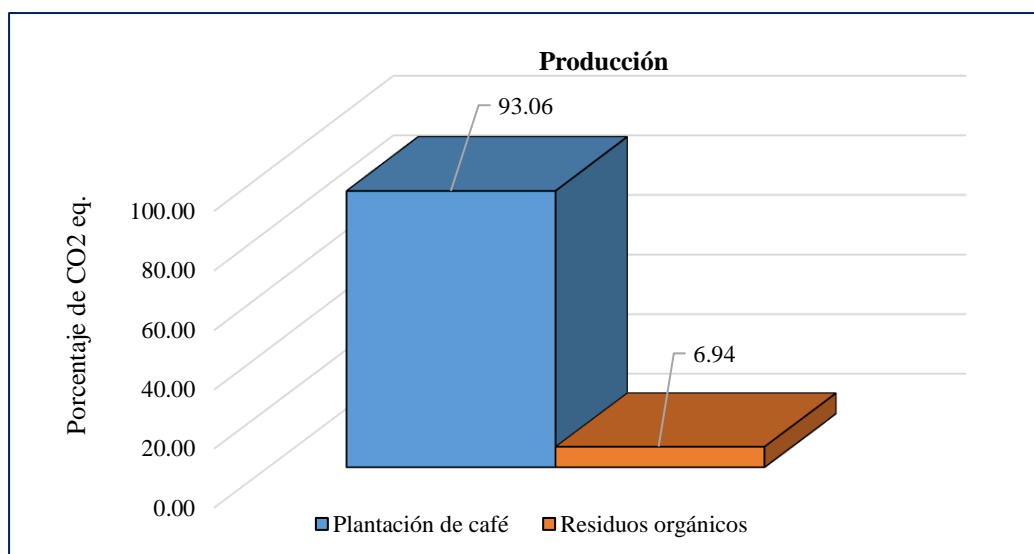


Figura 46. Cantidad de CO₂ eq en la producción del cultivo de cacao (Despulpado)

De la categoría de producción en el cual se toman 2 aspectos se determinó que generan un total de 142335.95 Kg CO₂ eq, del cual la mayor cantidad lo generan las propias plantaciones de cacao que es un 93.06% y después está la generación de residuos orgánicos con 6.94% que se da principalmente en la cosecha del cultivo.

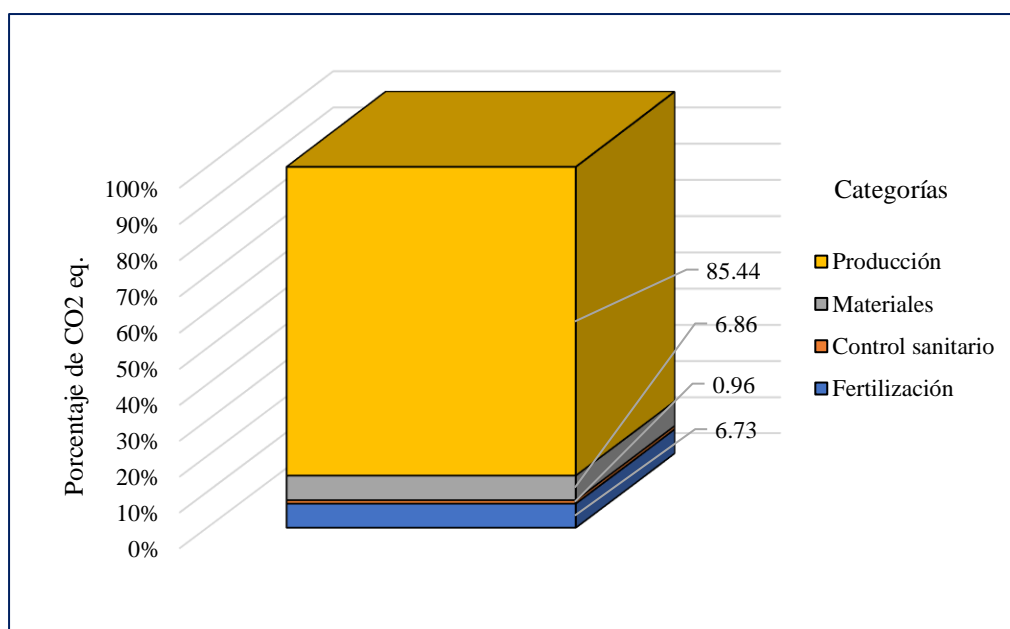


Figura 47. Cantidad de CO₂ eq por categorías en el cultivo de cacao

Tomando en consideración las cuatro categorías o procesos establecidos en el cultivo de cacao, se determinó que quien más CO₂ eq genera es la producción que es de 142335.95 Kg CO₂ eq representado por 85.44%, seguido del uso de materiales que genera 11432.40 Kg CO₂ eq que es el 6.86%, luego el proceso de fertilización el cual emite 11219.47 Kg CO₂ eq que representa el 6.73%, por último, se tiene al proceso de control sanitario que genera 1600.20 Kg CO₂ eq que es el 0.96% del total.

3.4. Relación entre la huella de carbono del sistema de uso de tierra del cultivo de café, pasto y cacao en la Microcuenca Juninguillo – La Mina.

3.4.1. Huella de carbono por insumo y/o proceso en el cultivo de café, pasto y cacao

Tabla 4

Huella de carbono del sistema de uso de tierra del cultivo de café

Insumo/Proceso	CO ₂ eq	%
Urea	28141.95	1.74
Óxido de fosforo	13130.00	0.81
Óxido de potasio	3034.19	0.19
Caliza	137.66	0.01
Nitrógeno	76.00	0.00
Insecticidas	7262.50	0.45
Fungicidas	4197.60	0.26
Sacos de polipropileno	21768.50	1.35
Nylon e hilos	40648.95	2.51
Plantación de café	1468415.00	90.80
Beneficio del café – despulpado (Residuos orgánicos)	30326.21	1.88
Total	1617138.56	100.00

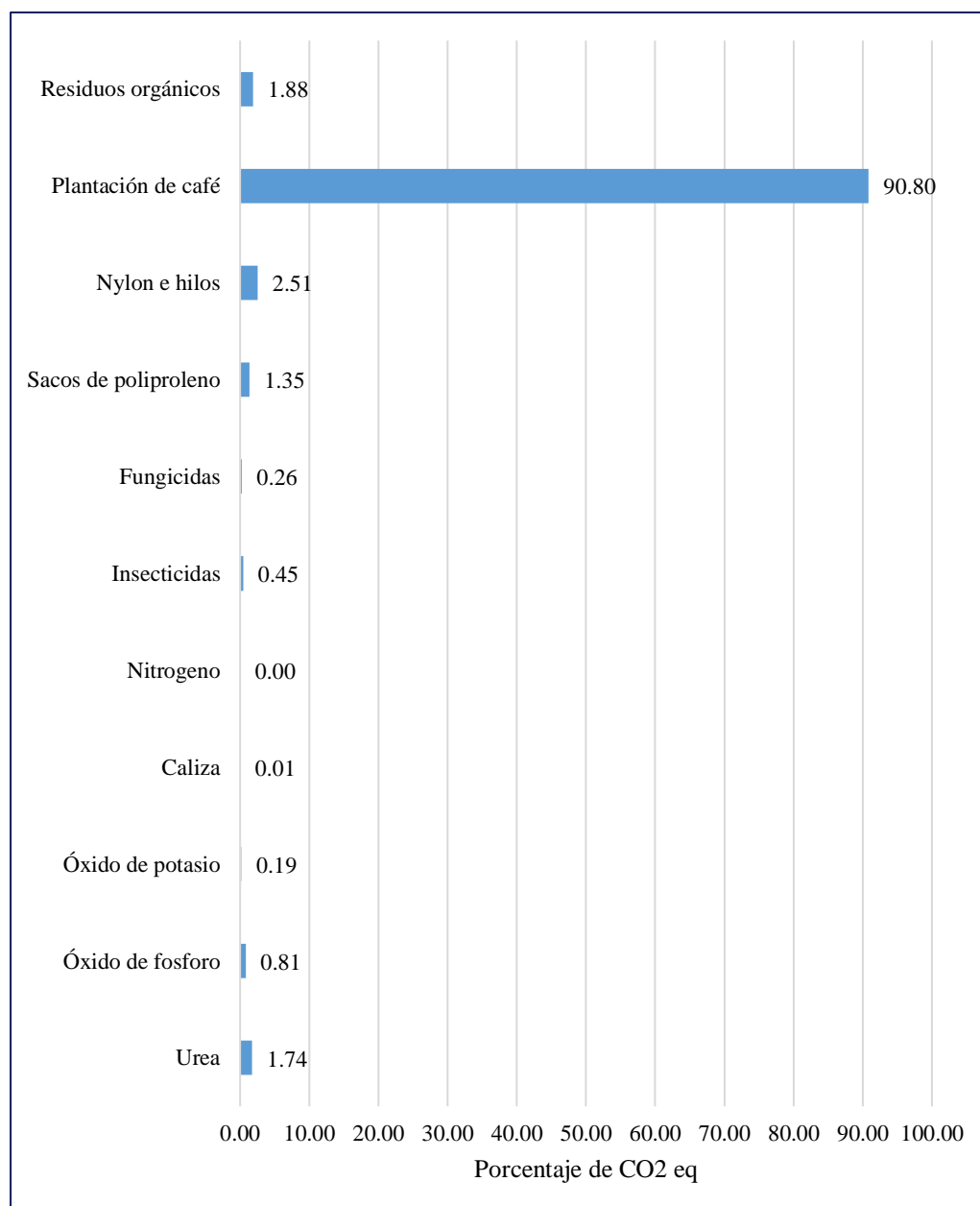
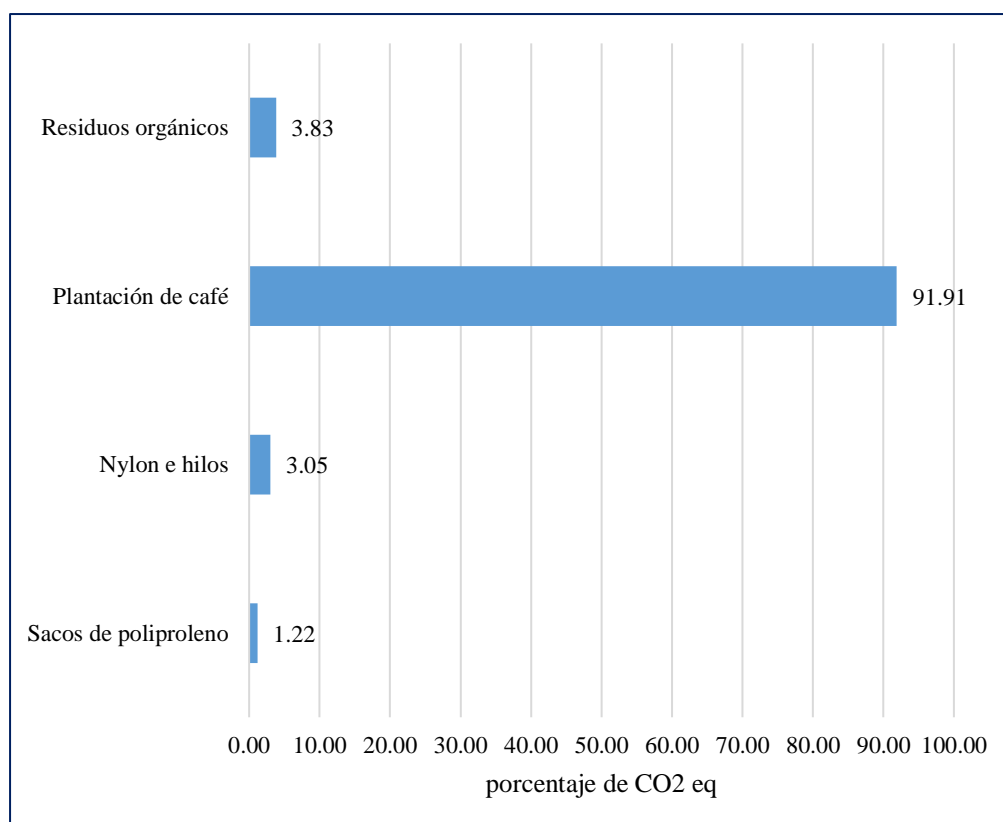


Figura 48. Huella de carbono del sistema de uso de tierra del cultivo de café

En la tabla y figura se presentan los resultados de huella de carbono del sistema de uso de tierra del cultivo de café de acuerdo a todos los insumos y/o procesos evaluados, pudiendo observar claramente las plantaciones de café generan más emisiones de huella de carbono con 90.80%, seguido del uso de materiales de nylon e hilos 2.51%, luego la generación de residuos orgánicos con 1.88% que se encuentra estrechamente relacionado con la producción del cultivo y después se encuentra el uso de fertilizantes como la urea con 1.74%, por otro lado, quienes generan menos huella de carbono son el nitrógeno que tiene un porcentaje de 0.005% y la caliza que tiene un porcentaje de 0.01%.

Tabla 5*Huella de carbono del sistema de uso de tierra del cultivo de pasto*

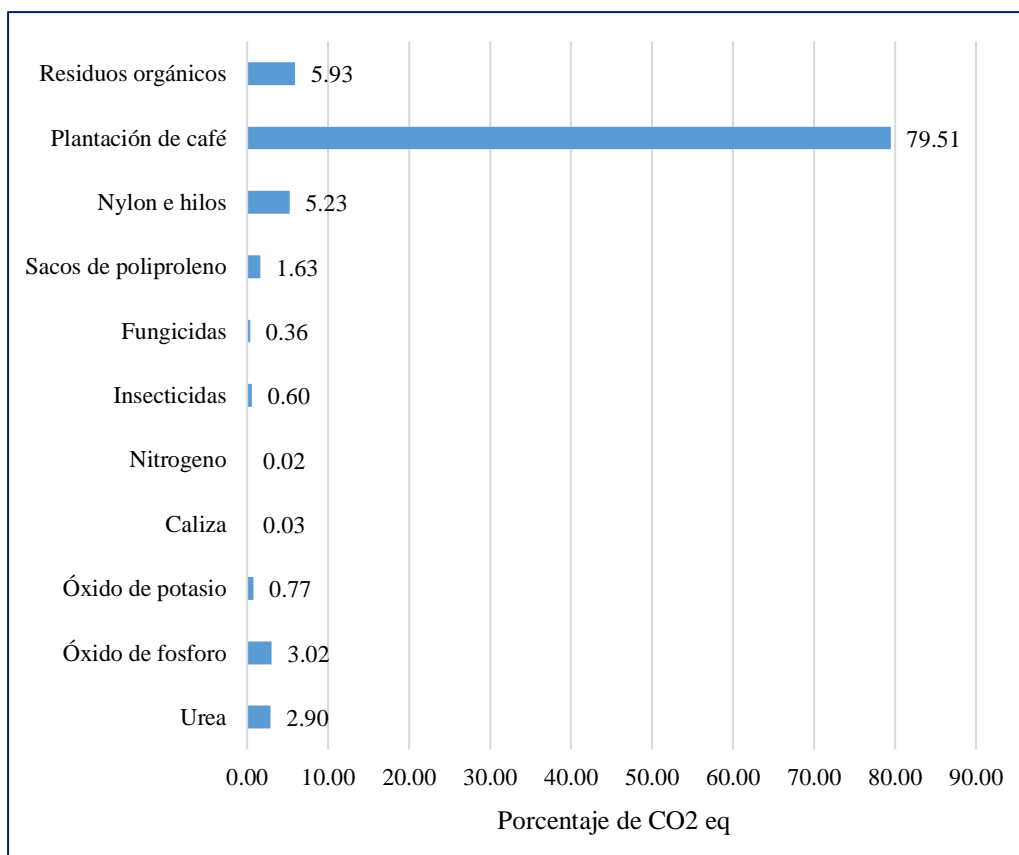
Insumo/Proceso	CO2 eq	%
Sacos de poliproleno	1812,40	1,22
Nylon e hilos	4542,30	3,05
Plantación de café	137000,00	91,91
Residuos orgánicos	5710,40	3,83
Total	149065,10	100,00

**Figura 49.** Huella de carbono del sistema de uso de tierra del cultivo de pasto

En la tabla y figura se presentan los resultados de huella de carbono del sistema de uso de tierra del cultivo de pasto de acuerdo a todos los insumos y/o procesos evaluados, pudiendo observar claramente que las plantaciones de pasto generan más emisiones de huella de carbono con 91.91%, seguido de la generación de residuos orgánicos 3.83%, luego el uso de materiales de nylon e hilos y sacos de poliproleno con 3.05% y 1.22% respectivamente.

Tabla 6*Huella de carbono del sistema de uso de tierra del cultivo de cacao*

Insumo/Proceso	CO ₂ eq	%
Urea	4830.31	2.90
Óxido de fosforo	5029.80	3.02
Óxido de potasio	1279.78	0.77
Caliza	51.84	0.03
Nitrógeno	27.75	0.02
Insecticidas	996.00	0.60
Fungicidas	604.20	0.36
Sacos de polipropileno	2718.60	1.63
Nylon e hilos	8713.80	5.23
Plantación de café	132455.63	79.51
Beneficio del cacao – despulpado (Residuos orgánicos)	9880.32	5.93
Total	166588.02	100.00

**Figura 50.** Huella de carbono del sistema de uso de tierra del cultivo de cacao

En la tabla y figura se presentan los resultados de huella de carbono del sistema de uso de tierra del cultivo de cacao de acuerdo a todos los insumos y/o procesos evaluados, pudiendo observar claramente que las plantaciones de cacao generan más emisiones de huella de carbono con 79.51%, seguido de la generación de residuos orgánicos 5.93%, luego el uso de materiales de nylon e hilos 5.23% y después se encuentra el uso de fertilizantes como el óxido de fosforo y la urea con 3.02% y 2.90% respectivamente, por otro lado, quienes generan menos huella de carbono son el nitrógeno que tiene un porcentaje de 0.02% y la caliza que tiene un porcentaje de 0.03%.

3.4.2. Relación entre la huella de carbono y la cantidad de insumos / procesos del sistema de uso de tierra del cultivo de café, pasto y cacao.

Tabla 7

Relación entre la huella de carbono y la cantidad de insumo / procesos del sistema de uso de tierra del cultivo de café

Insumos / Procesos	CO ₂ eq	Cantidad
Urea	28141.95	17265.00
Óxido de fosforo	13130.00	6500.00
Óxido de potasio	3034.19	6105.00
Caliza	137.66	7170.00
Nitrógeno	76.00	7600.00
Insecticidas	7262.50	437.50
Fungicidas	4197.60	396.00
Sacos de poliproleno	21768.50	11050.00
Nylon e hilos	40648.95	4385.00
Plantación de café	1468415.00	716300.00
Beneficio del cacao – despulpado (Residuos orgánicos)	30326.21	91344.00
Total	1617138.56	868552.50

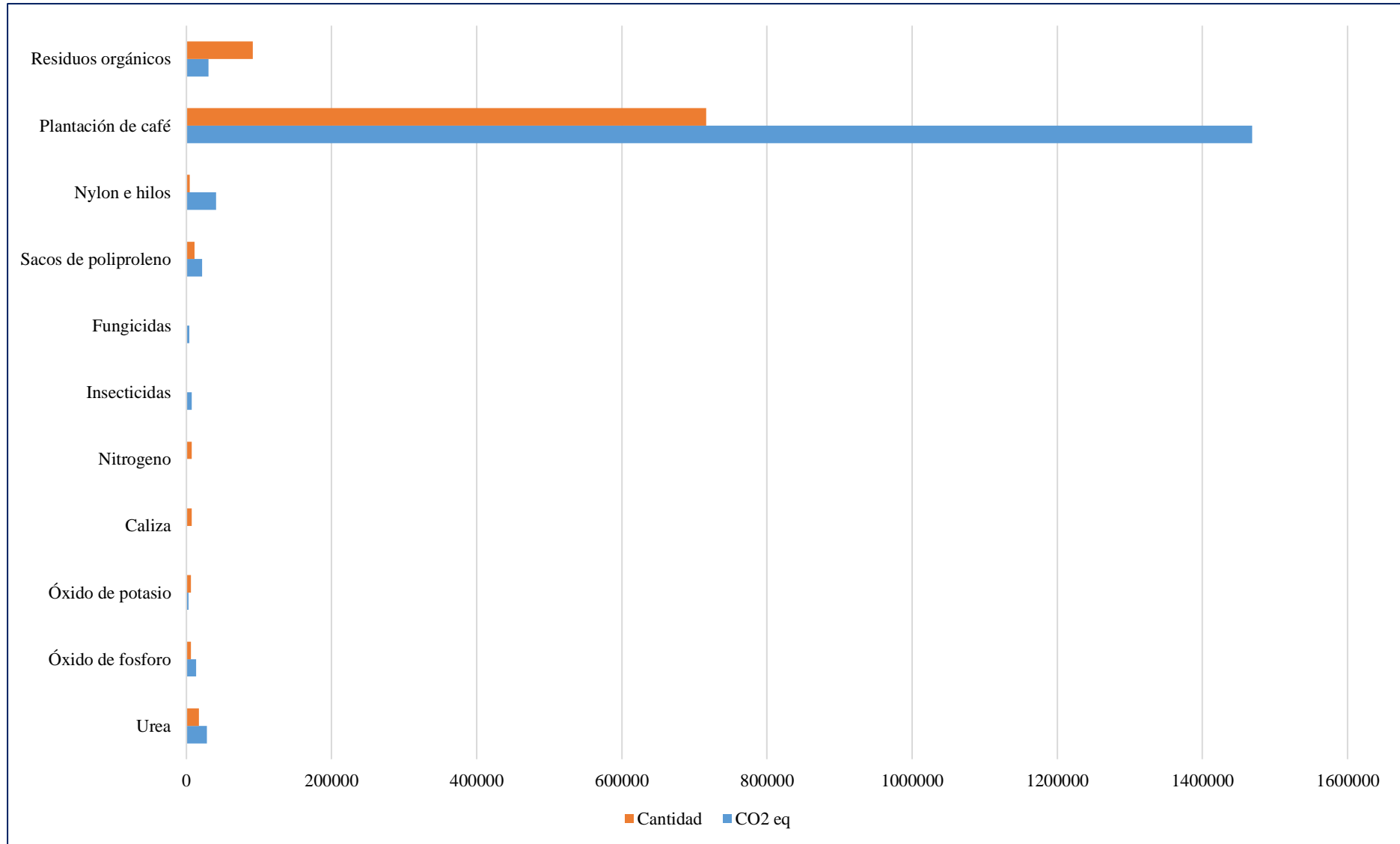


Figura 51. Relación entre la huella de carbono y la cantidad de insumo y productividad del sistema de uso de tierra del cultivo de café

Al relacionar la cantidad de insumos y productividad del sistema de uso de tierra del cultivo de café con la huella de carbono, es posible mencionar que existe una relación directamente proporcional entre la huella de carbono y la cantidad de plantaciones de café, nylon e hilos, sacos de polipropileno, insecticidas, fungicidas, óxido de fosforo y urea donde a mayor cantidad se generara mayor huella de carbono, por otro lado, con respecto a residuos orgánicos, nitrógeno, caliza y óxido de potasio se observa que la barra de huella de carbono es menor al de la cantidad y esto se debe principalmente a que los factores de emisión son menores a uno.

Tabla 8

Relación entre la huella de carbono y la cantidad de insumo / procesos del sistema de uso de tierra del cultivo de pasto

Producto/Proceso	CO2 eq	Cantidad
Sacos de poliproleno	1812,40	920,00
Nylon e hilos	4542,30	490,00
Plantación de café	137000,00	2740000,00
Residuos orgánicos	5710,40	17200,00
Total	149065,10	2758610,00

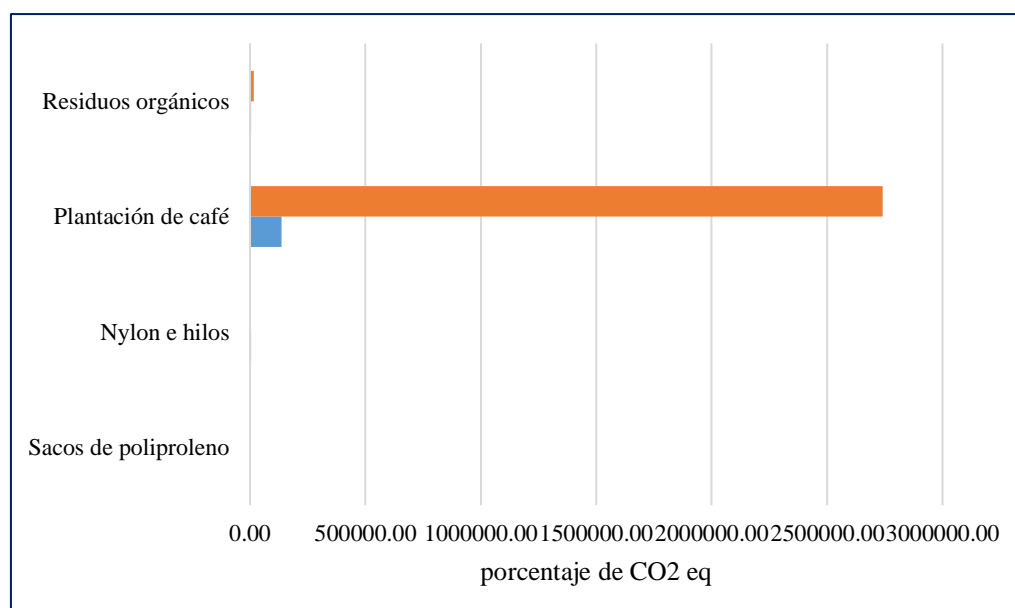


Figura 52. Relación entre la huella de carbono y la cantidad de insumo y productividad del sistema de uso de tierra del cultivo de pasto

Al relacionar la cantidad de insumos y productividad del sistema de uso de tierra del cultivo de pasto con la huella de carbono, es posible mencionar que existe una relación directamente proporcional entre la huella de carbono y la cantidad de plantaciones de pasto, nylon e hilos, sacos de polipropileno, por otro lado, con respecto a residuos orgánicos, se observa que la barra de huella de carbono es menor al de la cantidad y esto se debe principalmente a que los factores de emisión son menores a uno.

Tabla 9

Relación entre la huella de carbono y la cantidad de insumos / procesos del sistema de uso de tierra del cultivo de cacao

Insumos / Procesos	CO2 eq	Cantidad
Urea	4830.31	2963.38
Óxido de fosforo	5029.80	2490.00
Óxido de potasio	1279.78	2575.00
Caliza	51.84	2700.00
Nitrógeno	27.75	2775.00
Insecticidas	996.00	60.00
Fungicidas	604.20	57.00
Sacos de polipropileno	2718.60	1380.00
Nylon e hilos	8713.80	940.00
Plantación de café	132455.63	64612.50
Beneficio del cacao – despulpado (Residuos orgánicos)	9880.32	29760.00
Total	166588.02	110312.88

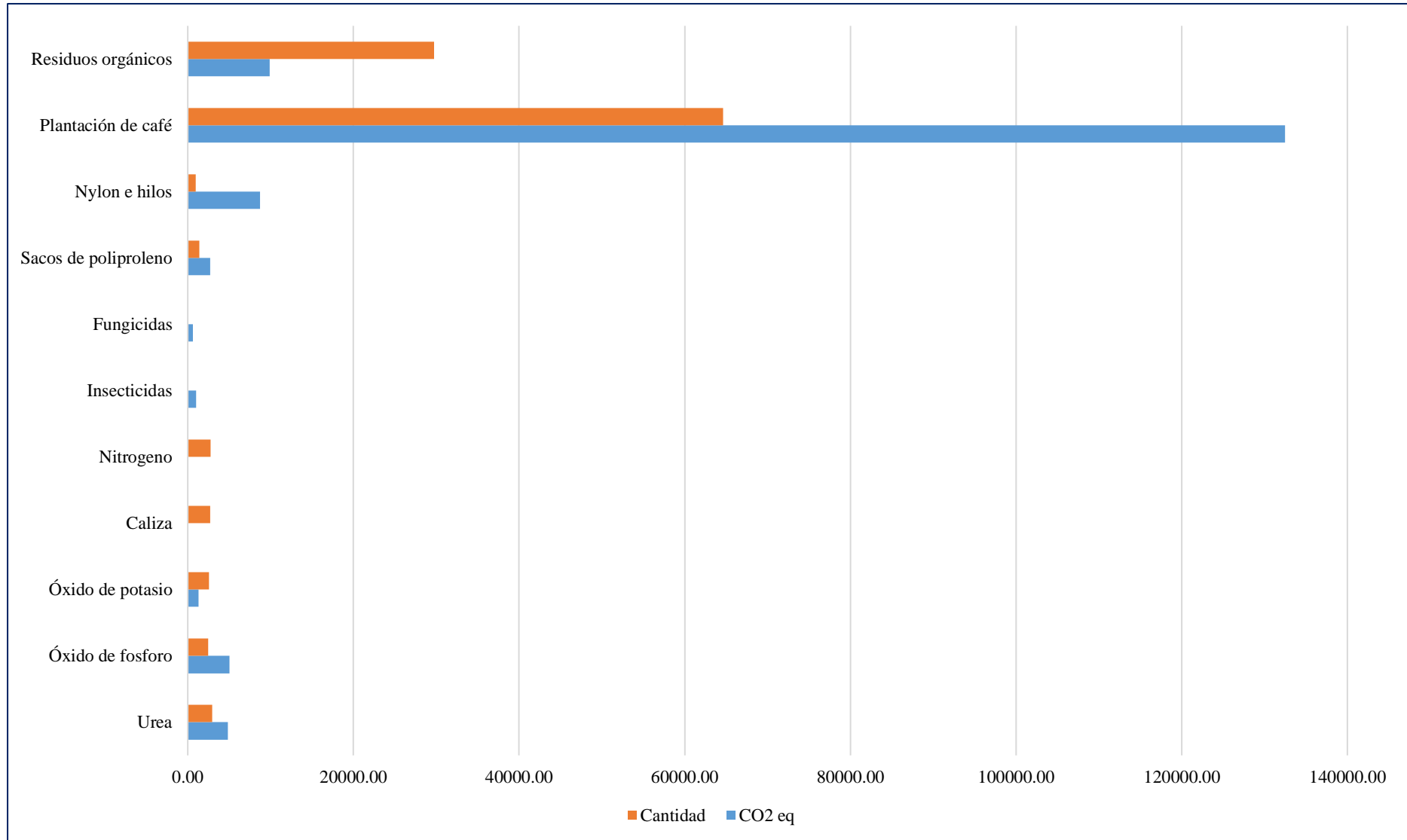


Figura 53. Relación entre la huella de carbono y la cantidad de insumo y productividad del sistema de uso de tierra del cultivo de café

Al relacionar la cantidad de insumos y productividad del sistema de uso de tierra del cultivo de cacao con la huella de carbono, es posible mencionar que también existe una relación directamente proporcional entre la huella de carbono y la cantidad de plantaciones de café, nylos e hilos, sacos de polipropileno, insecticidas, fungicidas, óxido de fosforo y urea donde a mayor cantidad se generara mayor huella de carbono, por otro lado, también al igual que en el sistema de cultivo de café con respecto a residuos orgánicos, nitrógeno, caliza y óxido de potasio se observa que la barra de huella de carbono es menor al de la cantidad y esto se debe principalmente a que los factores de emisión son menores a uno.

3.4.3. Relación de la huella de carbono con la cantidad de hectáreas de los sistemas de uso de tierra del cultivo de café, pasto y cacao

Tabla 8

Relación de la huella de carbono con la cantidad de hectáreas de los sistemas de uso de tierra del cultivo de café, pasto y cacao

Sistema de uso de tierra	CO2 eq total	Hectáreas	CO2 eq/Ha
Café	1617138,56	144,50	11191,27
Pasto	149065,10	63,00	2366,11
Cacao	166588,02	51,50	3234,72

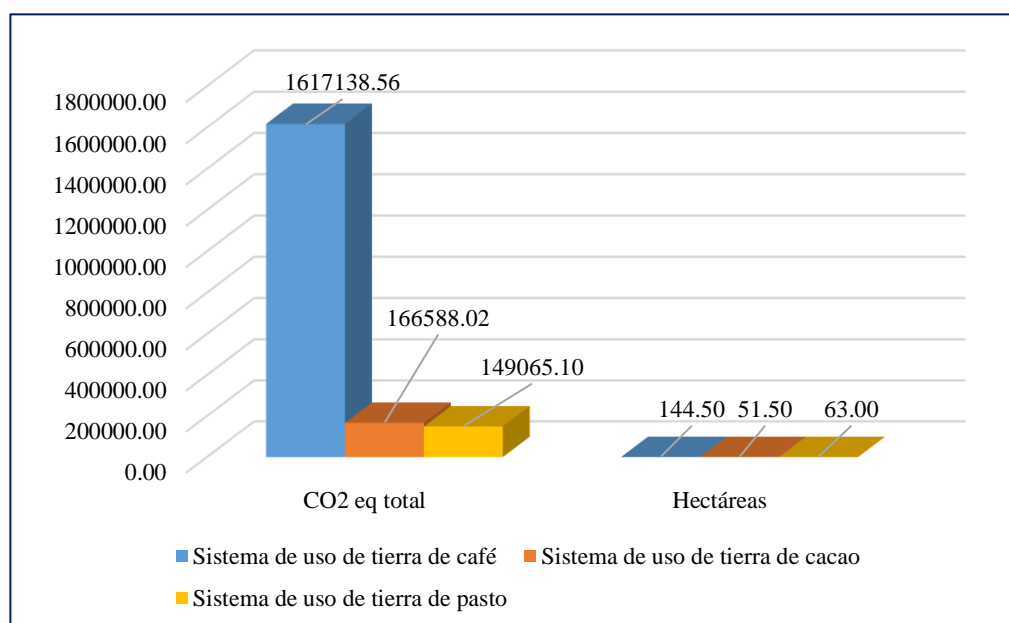


Figura 54. Relación de la huella de carbono con la cantidad de hectáreas de los sistemas de uso de tierra del cultivo de café, pasto y cacao.

Al establecer la relación entre la huella de carbono que se genera y el total de hectáreas de los sistemas de uso de tierra de cultivo de café, pasto y cacao es posible evidenciar que existe una relación directamente proporcional dado a que mayor cantidad de hectáreas mayor será la huella de carbono generada por cada tipo de sistema de uso de tierra estudiado, posible evidenciar también que se genera una mayor cantidad de huella de carbono en el sistema de cultivo de café que en el cacao y pasto que es de 1617138.56 Kg CO₂ eq, 166588.02 Kg CO₂ eq y 149065.10 Kg CO₂ eq respectivamente, el cual se debe principalmente al número de hectáreas existentes de cada sistema y muy aparte de ello que en una hectárea existen muchas más plantaciones de café que de cacao, lo que permite que se generen mayor cantidades de residuos orgánicos en el primer sistema de cultivo, además en el café se hace uso de mayores cantidades de insecticidas, fungicidas, materiales y demás fertilizantes, lo que permitió estimar que en una hectárea en el cultivo de café, pasto y cacao se genera 11191.27 Kg CO₂ eq/Ha, 3234.72 Kg CO₂ eq/Ha, 2366.11 Kg CO₂ eq/Ha, respectivamente.

3.5. Discusión de resultados

Delgado (2018) determino en su investigación donde determinó que la huella de carbono en el cultivo de arroz en el distrito de Posic de la provincia de Rioja es de 3,50 tCO₂eq/ha/ciclo, cuyo resultado es sumamente inferior al encontrado en la presente investigación que es de 11,19 tCO₂eq/ha, lo que permite indicar que por hectárea de café y cacao se generan mayores cantidades de emisiones de huella de carbono en comparación a cultivos de arroz, lo cual se ve reflejado en los procesos existentes en ambos casos.

Umaña (2012) también determinó que que el cacao monocultivo genera 2,60 tCO₂eq/ha, el aguacate y plátano 2,67 tCO₂eq/ha, el cacao aguacate 1.33 tCO₂eq/ha, el cacao y plátano 2,69 tCO₂eq/ha, el maíz 0,70 tCO₂eq/ha y la caña 1,33 tCO₂eq/ha, cuyos resultados al ser comparados con los de café y cacao estudiados en la presente investigación que son de 11.19 tCO₂eq/ha y 3.24 tCO₂eq/ha respectivamente, son inferiores interpretando de esta manera que el una hectárea de café genera mayor huella de carbono que el resto de cultivos mencionados.

Se determinó en la presente investigación que los fertilizantes se encuentran en tercer lugar en generación de huella de carbono detrás de la producción y materiales utilizados, lo cual al relacionar con los resultados encontrados por Albornoz (2017) y Morales et al., (2018) no se asemejan dado a que los mencionados autores determinaron que las emisiones se dan principalmente por la utilización de los fertilizantes.

Andrade et al., (2012) encontraron que la huella de carbono del sistema de producción de caña de azúcar en Palmira, Valle del Cauca, Colombia es de aproximadamente 0,947 a 1,381 tCO₂eq/ha el cual, al evaluar con lo encontrado en la presente investigación, 11,19 tCO₂eq/ha no existe semejanza ni aproximaciones entre ambos resultados, pudiendo mencionar de esta manera que la producción de caña de azúcar emite cantidades inferiores de huella de carbono a comparación de los sistemas de cultivos de café y cacao.

Existe una relación directamente proporcional entre la cantidad de hectáreas y las emisiones de huella de carbono, criticando principalmente a las autoridades ambientales dado a que son ellos los guardianes para que las actividades de deforestación no sigan avanzando ya que la deforestación tiene influencia también en la generación de huella de carbono porque esta práctica en la Microcuenca se da principalmente para apertura de nuevos espacios de cultivo de café y cacao, lo que permite que el CO₂ eq siga incrementándose también.

CONCLUSIONES

1. Se concluye que en la Microcuenca Juninguillo – La Mina se desarrolla en mayor cantidad el cultivo del café a comparación del pasto y cacao, pudiéndose observar un mayor desarrollo de la primera actividad agrícola mencionada en la parte media y alta de la Microcuenca y el cultivo de cacao que se desarrolla mayormente en la zona baja, así también se concluye que el mayor porcentaje de agricultores de café que es de 21.15% tienen 3 Ha, de pasto el 22.02% tienen 1 Ha y de cacao el 28.85% que cuentan con 1 Ha.
2. En la Microcuenca Juninguillo – La Mina con respecto al cultivo del café y tomando en consideración los agricultores encuestados con sus respectivos números de hectáreas que tiene cada uno de ellos, en general como fertilizantes, se consume una mayor cantidad de urea representado por un total de 17265 Kg, seguido de nitrógeno que es de 7600 Kg, por otro lado, con respecto a insecticidas y fungicidas se determinó un mayor uso del primero con 437.5 L y 396 L el segundo, así también existe un mayor uso de material de sacos de polipropileno que de nylon e hilos debido a las actividades que desarrollan, existiendo también un total de 716300 plantaciones de café, lo que genera en terrenos donde por lo menos tuvieron una cosecha un total de 91344 Kg de residuos orgánicos de acuerdo a la producción.
3. En la Microcuenca Juninguillo – La Mina con respecto al cultivo del cacao y tomando en consideración los agricultores encuestados con sus respectivos números de hectáreas que tiene cada uno de ellos, en general como fertilizantes, se consume una mayor cantidad de urea que es de 2963.38 Kg, seguido de nitrógeno que es de 2775 Kg, por otro lado, con respecto a insecticidas y fungicidas se determinó un mayor uso del primero con 60 L y 57 L el segundo, así también existe un mayor uso de material de sacos de polipropileno que de nylon e hilos debido a las actividades que desarrollan al igual que en el cultivo de café pero en este con menor cantidad, existiendo un total de 64613 plantaciones de café, lo que genera en terrenos donde por lo menos tuvieron una cosecha un total de 29760 Kg de residuos orgánicos de acuerdo a la producción.

4. En ambos tipos de cultivos estudiados la categoría o proceso de producción genera mayores cantidades de CO₂ eq a diferencia que el cultivo de café en este proceso genera mayor cantidad que es de 1498741.21 Kg CO₂ eq y que representa el 92.68% a diferencia del cacao donde representa el 85.44% generando 142335.95 Kg CO₂ eq; luego en ambos casos lo sigue el uso de materiales como el segundo que más genera que es 62417.45 Kg CO₂ eq (3.86%) y 11432.40 Kg CO₂ eq (6.86%) en el café y cacao respectivamente; luego se encuentra el proceso de fertilización que en el cultivo de café genera 44519.80 Kg CO₂ eq (2.75%) y en el cacao genera 11219.47 Kg CO₂ eq (6.73%); por último el proceso de control sanitario de los cultivos donde en el café se genera 11460.10 Kg CO₂ eq (0.71%) y en el cacao 1600.20 Kg CO₂ eq (0.96%).
5. En el cultivo de cacao los procesos y/o categorías de materiales, fertilización y control sanitario generan mayores porcentajes de emisión de CO₂ eq en comparación con el cultivo de café, solo en el proceso de producción el café genera mayor porcentaje de CO₂ eq que el cacao.
6. Las plantaciones de café, pasto y cacao generan mayores emisiones de huella de carbono, seguido del uso de materiales como nylon e hilos en el caso del cultivo de café y cacao, y la generación de residuos orgánicos para el cultivo del cacao, en ambos sistemas los que menor huella de carbono generan son el uso de nitrógeno y caliza.
7. Existe una relación directamente proporcional entre la cantidad de insumos y productividad de ambos sistemas de uso de tierra de cultivos con la huella de carbono generada, dado a que mayor cantidad se generará mayor huella de carbono y viceversa.
8. En la Microcuenca Juningullo – La Mina el sistema de uso de tierra del cultivo de café, pasto y cacao generan un total de 1617138.56 Kg CO₂ eq, 149065.10 Kg CO₂ eq y 166588.02 Kg CO₂ eq respectivamente, estimándose además que una hectárea de cultivo de café genera 11191.27 Kg CO₂ eq/Ha, de pasto 2366.11 Kg CO₂ eq/Ha y el cacao 3234.72 Kg CO₂ eq/Ha.

RECOMENDACIONES

A los agricultores que se encuentran en la Microcuenca Juninguillo – La Mina y que practican los cultivos de café y cacao recomendarles la utilización de tecnologías y prácticas que contribuyan con la disminución de los gases de efecto invernadero y con ello promover el cuidado del ambiente en nuestra ciudad, región y país, para así salvaguardar el futuro de las generaciones venideras.

A los entes competentes del sector agrario a realizar supervisiones e inspecciones respecto al uso adecuado de insecticidas, fungicidas y fertilizantes en los campos de cultivo, así como también a formular leyes y proyectos que contribuyan al uso mesurado de estos con el objeto de cuidar el ambiente.

A la comunidad estudiantil en general de la carrera de Ingeniería Ambiental y ciencias afines a formular, planes, proyectos, políticas de mitigación de gases de efecto invernadero para así contribuir a la disminución de la emisión de estos y con ello al control del calentamiento global.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACOSTA-BUITRAGO, JO. Evaluación del sistema intensivo de cultivo arrozero (Sica) en el municipio de Purificación, Tolima. Tesis de pregrado, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Programa de Ingeniería Agronómica, Universidad de Cundinamarca, 2011.
- ALBORNOZ, Andrea. Huella de Carbono del café (*Coffea arabica*) en Empresa Asociativa Campesina Aruco en Copán, Honduras para el año 2016-2017. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras, Honduras 2017.
- AMÉZQUITA, M. et al. Carbon sequestration in pastures, silvo-pastoral systems and forests in four regions of the Latin American tropics. *Journal of Sustainable Forestry*, vol. 25. 2005.
- ANDRADE, Hernán., SEGURA, Milena y VARONA, Juan. Estimación de huella de carbono del sistema de producción de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en Palmira, Valle del Cauca, Colombia. 2015.
- BOCKEL, L., TINLOT M., GENTIEN, A. Climate mitigation potential of rice value chain: carbon balance of rice value chain - Strategic Scenarios in Madagascar towards 2020. Roma-Italia, FAO, 11 pp. 2010.
- DELGADO, Astrid. Huella de carbono en el cultivo de arroz en el distrito de Posic - Rioja, San Martín. Universidad Cesar Vallejo. Lima – Perú, 2018.
- DOMÉNECH, JL. La huella de carbono concepto, utilidad y aplicación. En: Fundación Gas Natural -Fenosa-, Barcelona, España. 2011.
- ESPINOSA, EL., ANDRADE, HJ., MORENO, H. Impacto del pastoreo en el carbono orgánico de suelos en el Páramo de Anaime, Tolima. XVI Congreso Colombiano de la Ciencia del Suelo. Riohacha, Colombia, 2-5 de octubre de 2012.
- FAOSTAT. Estadísticas Agrícolas. 2011.
- FENG, J., Chen, C., Zhang, Y., Song, Z., Deng, A., Zheng, C., Zhang, W. Impacts of cropping practices on yield-scaled greenhouse gas emissions from rice fields in

- China: A meta-analysis. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 164: 220-228. 2013.
- GARAY, Katherine. Determinación de la huella de carbono en el cultivo y procesamiento del café y estrategias para su reducción. Universidad Internacional SEK. Quito – Ecuador, 2021.
- IPCC. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*. Cambridge-UK and NY-USA, Cambridge University Press, 996 pp. 2007.
- MARIN, María. Estrategias de reducción de la huella de carbono en el ciclo de vida de la producción de cacao (*Theobroma cacao*) y procesamiento industrial de chocolate en Colombia. Universidad del Tolima. Colombia, 2016.
- MARIÑO, Yovoth. Evaluación del carbono almacenado en el cultivo de arroz (*oryza sativa* L.) bajo dos sistemas de siembra, en Tingo María. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 2015.
- MORALES, Rodrigo., ZOROGASTÚA, Percy., MENDIBURU, Felipe y QUIROZ, Roberto. Producción mecanizada de maíz, camote y yuca en la Costa Desértica Peruana: Estimación de la huella de carbono y propuestas de mitigación. *Ecol. apl.* vol.17 no.1 Lima ene./jul. 2018.
- MUSÁLEM, S. "Sistemas agrosilvopastoriles". Universidad Autónoma de Chapingo. División de Ciencias Forestales. 2001.
- NAVARRO, M. y MENDOZA, I. Guía técnica del cultivo de cacao en sistemas agroforestales. Programa para el Desarrollo Rural en Nicaragua. 2006.
- PERDOMO, JA. Adaptabilidad de cuatro formas de guadua (*Guadua angustifolia*) Kunthi en la cuenca de la quebrada Río Frío, Campoalegre, Huila. (tesis de grado), Facultad de Ingeniería Forestal, Universidad del Tolima, Ibagué, Colombia. 108 p. 1996.
- ADAM, A., KASSAM, A.: "Comparing rice production systems: A challenge for agronomic research and for the dissemination of knowledge-intensive farming practices", *Agricultural Water Management*, ISSN: 0378-3774, E-ISSN: 1873-2283, 96: 1491–1501, 2009.

SEGURA, MA., Andrade, HJ. Huella de carbono en cadenas productivas de café (*Coffea arabica* L.) con diferentes estándares de certificación en Costa Rica. *Luna Azul* 36: 60-77. 2012.

UMAÑA, JA. Huella de carbono en los sistemas de producción agrícola dominantes en el municipio de Falan, Tolima. Tesis de maestría, Universidad Pontificia Javeriana, Bogotá, Colombia. 56 p. Valderrama JO, Espíndola C, Quezada R. 2011. Huella de carbono, un concepto que no puede estar ausente en cursos de ingeniería y ciencias. *Formación Universitaria* 4(3): 3-12. 2012.

ANEXOS

Anexo 1.

Encuesta de recolección de datos

Amigo la siguiente constituye una encuesta, que permitirá conocer las Sistema de uso de tierra (Cultivos de café y cacao) y su incidencia en la huella de carbono en la Microcuenca Juningullo – La Mina del Distrito de Moyobamba., desde ya le agradecemos su colaboración.

1. N° de hectáreas de tiene de café..... pasto.....y de cacao.....
2. Cantidad de urea que utiliza por hectárea.....
3. Cantidad de óxido de fosforo que utiliza por hectárea.....
4. Cantidad de óxido de potasio que utiliza por hectárea.....
5. Cantidad de caliza que utiliza por hectárea.....
6. Cantidad de nitrógeno que utiliza por hectárea.....
7. Cantidad de insecticidas que utiliza por hectárea.....
8. Cantidad de fungicidas que utiliza por hectárea.....
9. Cantidad de sacos de polipropileno que utiliza por hectárea.....
10. Cantidad de sacos de nylon e hilos que utiliza por hectárea.....
11. Cantidad de plantas de café, pasto y cacao por hectárea.....,
12. Cantidad de residuos orgánicos que genera por hectárea.....,

Anexo 2.

Ficha de cálculo de emisiones

VARIABLES	CANTIDAD	FACTOR DE EMISIÓN	EMISIONES ASOCIADAS
Urea		1.63	
Óxido de fosforo		2.02	
Óxido de potasio		0.497	
Caliza		0.0192	
Nitrógeno		0.01	
Insecticidas		16.6	
Fungicidas		10.6	
Sacos de polipropileno		1.97	
Nylon e hilos		9.27	
Plantaciones de café		2.05	
Plantaciones de cacao		2.05	
Residuos orgánicos de café		0.332	
Residuos orgánicos de cacao		0.332	

Anexo 3.
Panel fotográfico



Fotografía 1. Identificación de terrenos de cultivo de café



Fotografía 2. Identificación de terrenos de cultivo de cacao



Fotografía 3 y 4. Encuesta a agricultores