Repositorio Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN TARAPOTO - PERU

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-Compartirigual 2.5 Perú.
Vea una copia de esta licencia en http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/

Obra publicada con autorización del autor

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN -TARAPOTO

FACULTAD DE ECOLOGÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Incidencia del sistema de producción de arroz (*Oryza sativa*) en la huella de carbono en Centro Poblado Valle la Conquista del distrito de Moyobamba

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

AUTOR:

Pastora Cerón Rodríguez

ASESOR:

Ing. Angel Tuesta Casique

Código N° 6057919

Moyobamba – Perú

2021

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN -TARAPOTO

FACULTAD DE ECOLOGÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Incidencia del sistema de producción de arroz (*Oryza sativa*) en la huella de carbono en Centro Poblado Valle la Conquista del distrito de Moyobamba

AUTOR:

Pastora Cerón Rodríguez

Sustentada y aprobada el 15 de abril del 2021, por los siguientes jurados

……..……..	……...……
Lic. Dr. Fabián Centurión Tapia	**Lic. M.Sc. Roydichan Olano Arévalo**
Presidente	**Secretario**
…….……	……..……
Econ. Wilhelm Cachay Ortiz	**Ing. Angel Tuesta Casique**
Miembro	**Asesor**

Declaratoria de autenticidad

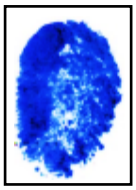
Pastora Cerón Rodríguez, con DNI N° 48240606**,** bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ecología de la de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, autor de la tesis titulada: **Incidencia del sistema de producción de arroz (*Oryza sativa*) en la huella de carbono en Centro Poblado Valle la Conquista 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, 15 de abril del 2021.



……

Bach. Pastora Cerón Rodríguez

DNI N° 48240606

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

1. Datos del autor:

Apellidos y nombres: Cerón Rodriguez Pastora	
Código de alumno : 48240606	**Teléfono:** 921626352
Correo electrónico : pastoraceronr@alumno.unsm.edu.pe	**DNI:** 48240606

(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

Titulo: Incidencia del sistema de producción de arroz (Oryza sativa) en la huella de carbono en Centro Poblado Valle la conquista 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 12º 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 del Autor

8. Para ser llenado en la Oficina de Repositorio Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso Abierto de la UNSM – T.

Fecha de recepción del documento:

23/08/2021

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 y demás familiares, por su apoyo incondicional y consejos en el día a día.

A los docentes de la Facultad de Ecología por su gloriosa labor de formarme profesionalmente.

Agradecimiento

A todos los pobladores del Centro Poblado Valle la Conquista del distrito de Moyobamba, que participaron y colaboraron en la investigación promoviéndome las facilidades para que la presente investigación se haya desarrollado de la mejor manera.

Al Ing. Angel Tuesta Casique por el apoyo y asesoramiento incondicional durante cada una de las etapas de realización 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 xii
Abstract……..xiii

Introducción.....1

CAPÍTULO I 3
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....3
1.1. Antecedentes de la investigación. 3
1.2. Fundamento teórico científico.....7
1.3. Definición de términos.....16

CAPÍTULO II.....18
MATERIAL Y MÉTODOS 18
2.1. Material. 18
2.2. Métodos.....19

CAPÍTULO III 21
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....21
3.1. Unidades productivas de arroz a riego en el centro poblado Valle la Conquista.....21
3.2. Actividades del proceso de producción del arroz. 26
3.3. Uso de fertilizantes nitrogenados, combustibles y rendimiento del grano por cada unidad muestral de producción. 31
3.4. Nivel de incidencia del sistema de producción de arroz en la huella de carbono en el Centro Poblado Valle de la Conquista.....37
3.5. Discusiones. 44

CONCLUSIONES.....46

RECOMENDACIONES 47

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 48

ANEXOS 51

Anexo 1. Ficha de encuesta.....52

Anexo 2. Resultados de la encuesta 54

Anexo 3. Panel fotográfico 57

Anexo 1. Ficha de encuesta.....52

Índice de tablas

Tabla 1 Materiales y equipos utilizados en el proyecto de investigación 18
Tabla 2 Tipo de fertilizante que utilizan 24
Tabla 3 Maquinaria y/o equipos que utiliza en el proceso de producción de arroz 31
Tabla 4 Cantidad de fertilizante que utiliza por hectárea 32
Tabla 5 Fertilizantes nitrogenados por hectárea utilizados en Valle la Conquista 33
Tabla 6 Combustibles utilizados en las diversas etapas o fases del cultivo de arroz 35
Tabla 7 Rendimiento del cultivo de arroz en Valle la Conquista 37
Tabla 8 Total, de emisiones de CO_2 y CO_2e por consumo de combustible en los cultivos de arroz en Valle la Conquista 43
Tabla 9 Total de emisiones de CO_2e proveniente del cultivo de arroz en Valle la Conquista 44

Índice de figuras

Figura 1. Edad de los propietarios. 22
Figura 2. Años como agricultor. 22
Figura 3. Número de hectáreas que poseen los propietarios y posesionarios. 23
Figura 4. Condición del terreno. 23
Figura 5. Tipo de sistema de suministro de agua. 24
Figura 6. Toma espacial de la zona de estudio 25
Figura 7. Fase vegetativa y reproducción del arroz. 26
Figura 8. Fertilizantes nitrogenados en kg/ha. 34
Figura 9. Combustible utilizado por los equipos o maquinarias en el cultivo de arroz. 36

Resumen

La presente investigación desarrollada en el Centro Poblado Valle la Conquista en la provincia y distrito de Moyobamba, es de tipo descriptiva, misma que analiza la incidencia de las prácticas agrícolas del cultivo de arroz en la huella de carbono en la localidad en cuestión. La metodología utilizada fue la establecida por el IPPC en el año 2007 mismo que esta refrendado en nuestro país por infocarbono y Huella de Carbono Perú. Los resultados evidencias que existen un promedio de 291 hectáreas de cultivo de arroz (*Oryza sativa*); entre las labores de preparación del terreno destaca la limpieza del mismo y posterior batido a través del uso de medios mecánicos (motocultor) y manuales para el establecimiento del almacigo, posteriormente se realizan labores de limpieza, acondicionamiento, inundación y batido en las áreas destinadas para el establecimiento en terreno definitivo del cultivo de arroz, mientras una vez ya establecido el cultivo ya no se realiza más labores de preparación del terreno, sino más bien labores culturales, inundación, seca, fertilizaciones y posterior cosecha mediante el uso de equipos mecánicos; el valor promedio de fertilizantes nitrogenados que se utiliza en Valle la Conquista es de 260 kg de nitrógeno por hectárea de cultivo de arroz; en lo referido a los combustibles utilizados se detectó que los agricultores utilizan dos tipos de estos, diésel a razón de 17,7 gl/ha, y gasolina a razón de 9,5 gl/ha, los cuales que sumados en las 291 hectáreas dan como resultado un total de 2764,5 gl de combustibles por campaña de cultivo de arroz; además en lo referido al rendimiento se obtuvo valores que oscilan entre las 8 a 10 t/ha; y finalmente el sistema de producción de arroz bajo inundación intermitente detectado en Valle la Conquista da como resultado un total de 648,14 toneladas emisiones de CO_2 por periodo de cultivo de arroz.

Palabras clave: *Oryza sativa,* fertilizantes nitrogenados, huella de carbono, combustible.

Abstract

This research was carried out in the Centro Poblado Valle the Conquista in the province and district of Moyobamba, which analyzes the incidence of rice farming practices on the carbon footprint in the locality in question. The methodology used was that established by the IPPC in 2007, which is endorsed in our country by Infocarbon and Huella de Carbono Perú. The results show that there is an average of 291 hectares of rice (Oryza sativa) cultivation; Among the land preparation work, the most important is the cleaning of the land and the subsequent beating through the use of mechanical (power tiller) and manual means for the establishment of the almacigo, followed by cleaning, conditioning, flooding and beating in the areas destined for the establishment of the rice crop, while once the crop is established, there is no more land preparation work, but rather cultural work, flooding, drying, fertilization and subsequent harvesting through the use of mechanical equipment; The average amount of nitrogen fertilizer used in Valle la Conquista is 260 kg of nitrogen per hectare of rice; regarding the fuels used, it was found that farmers use two types of fuel, diesel at a rate of 17.7 gl/ha, and gasoline at a rate of 9.5 gl/ha, which added together in the 291 hectares result in a total of 2764.5 gl of fuels per rice growing season; In addition, in terms of yield, values ranging from 8 to 10 t/ha were obtained; and finally, the rice production system under intermittent flooding detected in Valle la Conquista results in a total of 648.14 tons of CO2 emissions per rice growing season.

Key words: Oryza sativa, nitrogen fertilizers, carbon footprint, fuel.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
COORDINACIÓN
CENTRO DE IDIOMAS

Introducción

La presente investigación denominada **"Incidencia del sistema de producción de arroz (*Oryza sativa*) en la huella de carbono en Centro Poblado Valle la Conquista del distrito de Moyobamba",** el mismo que tiene por objeto de estudio: Evaluar la incidencia del sistema de producción de arroz *(Oryza sativa*) en la huella de carbono en Centro Poblado Valle la Conquista del distrito de Moyobamba, cuyos objetivos específicos fueron: Determinar las unidades de productivas de arroz a riego en el Centro Poblado Valle de la Conquista del Distrito de Moyobamba, analizar las actividades de preparación de terreno hasta la cosecha del grano de arroz, analizar el uso de fertilizantes nitrogenados y combustibles, y el rendimiento del grano por cada unidad de producción y analizar el nivel de incidencia del sistema de producción de arroz en la huella de carbono en el Centro Poblado Valle de la Conquista.

El estudio se realizó para estimar la huella de carbono en el cultivo de arroz en el Centro Poblado Valle de la Conquista, con la finalidad de lograr obtener datos que permitan ser más eficientes y amigables con el medio ambiente en el manejo de los sistemas de producción. Las demandas mundiales de alimentos, como el arroz, hacen necesario encontrar un balance óptimo entre un incremento en los rendimientos y una reducción en la emisión de GEI.

El cultivo de arroz ha sido durante años uno de los más rentables y generadores de empleos en el Centro Poblado Valle de la Conquista del Distrito de Moyobamba. A causa de los bajos rendimientos que se han presentado en los últimos años y en miras a contrarrestar esta reducción, el agricultor ha optado por aumentar el número de aplicaciones y dosis de insumos como fertilizantes, herbicidas e insecticidas, lo que conlleva al aumento de la emisión de GEI, en especial el óxido nitroso (N2O) y metano (CH), de manera no intencional (Segura &Andrade, 2012), se ello se plantea la siguiente interrogante: ¿Cuál es la incidencia del sistema de producción de arroz (Oryza sativa) en la huella de carbono en Centro Poblado Valle la Conquista del distrito de Moyobamba?

Se llegó a las siguientes conclusiones:
Se determinó que en la zona denominada Valle la Conquista, del distrito y provincia de Moyobamba, existen un promedio de 291 hectáreas de área destinada al cultivo de arroz

(*Oryza sativa*), mismos que son trabajados de manera permanente por los agricultores de la zona, las labores de preparación del terreno destaca en un primer aspecto la limpieza del mismo y posterior batido a través del uso de medios mecánicos (motocultor) y manuales para el establecimiento del almacigo, posteriormente mientras el almacigo se desarrolla se realizan labores de limpieza, acondicionamiento, inundación y batido en las áreas destinadas para el establecimiento en terreno definitivo del cultivo de arroz en el sector Valle la Conquista, mientras una vez ya establecido el cultivo ya no se realiza más labores de preparación del terreno, sino más bien labores culturales, inundación, seca, fertilizaciones y posterior cosecha mediante el uso de equipos mecánicos, los datos obtenidos evidencian que como valor promedio los agricultores en Valle la Conquista 260 kg de nitrógeno por hectárea de cultivo de arroz, mismo que está considerando desde los fertilizantes aplicados al almacigo y cultivo propiamente dicho, en lo referido a los combustibles utilizados se detectó que los agricultores utilizan dos tipos de estos, destacando en un primer aspecto el diésel a razón de 26,4 gl/ha, seguido del uso de gasolina a razón de 19,9 gl/ha, los cuales que sumados en las 291 hectáreas dan como resultado un total de 12678,6 gl de combustibles por campaña de cultivo de arroz; además en lo referido al rendimiento se obtuvo valores que oscilan entre las 9,15 t/ha y el sistema de producción de arroz bajo inundación intermitente detectado en Valle la Conquista da como resultado un total de 648,39 toneladas emisiones de CO_2 por periodo de cultivo, mismos que son resultado de la suma tanto de la emisiones de CO_{2e} producto de las labores propias del cultivo de arroz, además del uso de fertilizantes nitrogenados y finalmente del uso de combustibles fósiles, por tanto se concluye que si incide de manera significativa en la huella de carbono del Centro Poblado en cuestión.

El informe final esta estructura de la siguiente forma:

En el capítulo I, se presentan los antecedentes de la investigación, las bases teóricas y por último se muestran las definiciones de términos básicos.
En el capítulo II, podemos encontrar la descripción de los materiales y se describen los métodos utilizados mencionando todo el procedimiento para cumplir con los objetivos específicos y general trazados.
En el capítulo III, se presentan los resultados del estudio
Así mismo contiene las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos.

CAPÍTULO I
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. Antecedentes de la investigación.

A nivel internacional

Andrade, Campo y Segura (2014). En su investigación estimaron la huella de carbono en el proceso de producción de arroz en Campoalegre, Huila, Colombia. Tomando como muestras 21 unidades productivas de arroz, con riego por gravedad, localizadas a menos de 15 km del centro del municipio. Donde se indagaron, mediante entrevistas semiestructuradas, todas las actividades que emiten GEI desde la preparación del terreno hasta la cosecha del grano. Además, consultaron a los productores o administradores agrícolas sobre el uso de fertilizantes nitrogenados y combustibles, y el rendimiento del grano en cada unidad de producción. Empleando factores de emisión y de equivalencia de calentamiento entre GEI propuestos por el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático. Estableciendo tasas de fijación de carbono de sistemas de producción en el Tolima para estimar potenciales acciones de mitigación para esas emisiones. Encontrando una emisión total de 998,1 ± 365,3 kg CO_2e/Ha por ciclo (163,3 ± 55,8 kg CO_2e/t), y la fertilización nitrogenada de mayor contribución de un 65%. La mitigación de esta emisión de GEI implicaría el establecimiento y manejo de 0,5 ha de cacaotales sin árboles o de cafetales con árboles, o 1,4 ha de café en monocultivo.

Andrade et al. (2014) en el Líbano, Tolima, Colombia, al encontrar una huella de carbono negativa en cafetales en monocultivo en comparación con éstos en sistemas agroforestales con Cordia alliodora (-5,7 vs. 14,2 tCO_{2e}/ha al año, respectivamente).

Dávila y Varela (2014) en su tesis denominada Determinación de la huella de carbono en la Universidad Politécnica Salesiana, sede Quito, campus Sur utilizó como metodología del Protocolo de GEI cuyo resultado fue que se generaron 873 toneladas de CO_2 eq. De estas, 16.82 toneladas de CO_2 eq corresponde a las emisiones directas dada por el transporte de combustible y 209.07 toneladas CO_2 eq generadas por las emisiones indirectas debido al consumo eléctrico. Asimismo, se contabiliza otros tipos

de emisiones directas que no son controladas por la universidad considera a la adquisición y utilización de insumos por la descomposición de residuos sólidos orgánicos y de descarga líquidas presentado por el valor de 647.99 toneladas de CO_2 eq.

Rodas (2014), en su tesis Estimación y gestión de la huella de carbono del campus central de la Universidad Rafael Landivar de Guatemala menciona que la principal fuente de emisión de GEI identificada fue la actividad de compra de energía eléctrica para consumo aportando casi el 99% de sus emisiones. Además, permitió identificar las principales fuentes de emisión directas e indirectas dentro de las cuales se observa que uno de ellos es la compra de papel, transporte y distribución de pérdidas por consumo de energía eléctrica entre otros.

Xu et al. (2013) manifiestan la necesidad de reducir la fertilización con urea en cinco provincias chinas para bajar considerablemente la huella de carbono del proceso de producción de arroz. Por ejemplo, se ha calculado que, en China, el rango óptimo de fertilización nitrogenada, en cuanto a huella de carbono es 150 a 200 kg N/ha.

Feng et al., (2013). En China, quienes estimaron la huella de carbono en todo el ciclo de vida de la producción de arroz -incluyendo la manufactura de los productos agrícolas y explotación de los insumos para su producción de 1,3 a 2,5 t CO_{2e}/t; sin embargo, las emisiones de GEI en la producción de arroz en ese estudio tienen el mayor peso.

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 tCO_{2e}/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 tCO_{2e}/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.

Segura y Andrade (2012) encontraron huellas de carbono positivas en la cadena de producción de café en Costa Rica (4,0 a 14,4 tCO_2e/ha al año), donde se analizaron

cafetales en sistemas agroforestales. Se ha demostrado que los sistemas de producción que involucran leñosas perennes, tal como los árboles maderables, tienen más posibilidades de ser amigables con el ambiente, en términos de huella de carbono.

Bustos (2011), en su tesis denominada Análisis de la huella de carbono en una empresa minera de cobre en Chile, contabiliza las emisiones de GEI y los consumos de energía de los productos y procesos de la minera Codelco donde cuenta que el uso de combustible y electricidad representa 88% de sus emisiones que incluye fuentes directas e indirectas. Asimismo, un 12% de emisiones representa la fabricación y transporte de insumos pero que no son controladas por las Compañía.

Brito (2011), en su tesis referida al Diagnóstico de implementación de metodología de cálculo de la huella de carbono de agua y huella de carbono en empresa DSM, utilizó la herramienta del Protocolo de GEI para la huella de carbono y la metodología desarrollada por The Water Footprint Network para el cálculo de la huella de agua con la finalidad contribuir al uso eficiente de este recurso, de tal forma se convierta en un recurso sustentable.

Bustos (2011), en su tesis denominada Análisis de la huella de carbono en una empresa minera de cobre en Chile, contabiliza las emisiones de GEI y los consumos de energía de los productos y procesos de la minera Codelco donde cuenta que el uso de combustible y electricidad representa 88% de sus emisiones que incluye fuentes directas e indirectas. Asimismo, un 12% de emisiones representa la fabricación y transporte de insumos pero que no son controladas por las Compañía.

Guerra (2007), en su tesis referida al Construcción de la huella de carbono y logro de carbono de neutralidad para el Centro Agrónomo Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Costa Rica, menciona que el promedio de emisiones de GEI entre 2003 al 2006 fue de 2,402 toneladas de CO_2 eq donde las actividades que representaron la mayor intensidad de emisiones fueron las relacionadas con las actividades fermentación entérica del ganado, manejo de residuos sólidos y líquidos del ganado, aplicación de fertilizantes sintéticos en cultivos. Además, se considera emisiones realizadas por los viajes aéreos y consumo de combustible que abastecen la maquinaria y vehículos de la institución. Sin embargo, en este trabajo no se consideró las emisiones indirectas debido a la complejidad de su desarrollo.

A nivel nacional.

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 CO_2 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 CO_2 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.

Manzur y Alva (2013), en su tesis llamada Bonos de carbono: una oportunidad de desarrollo para el Perú, menciona la posibilidad de atraer inversión e impulsar nuestra economía a través de proyectos de desarrollo sostenible que fomenten la utilización de tecnologías limpias y que potencialmente puedan generar los bonos de carbono. Estos bonos son certificados que equivale a una tonelada de CO_2 eq y que pueden ser transferidos dentro del mercado internacional de carbono a todos aquellos países que formen parte del Protocolo de Kyoto y que pertenezcan a aquel grupo de países que tienen una obligación cuantificable de reducción de GEI.

Perú, Ministerio del Ambiente (2010), en informe Cálculo de huella de carbono, señala que se calculó un total de 678 toneladas de CO_2 eq, de las cuales el consumo de combustible de los vehículos propios considerada como emisión directa (alcance 1) y el consumo de energía eléctrica considera como emisión indirecta (alcance 2) son las fuentes que aportan una participación de 56.80 y 83.67 toneladas de CO_2 eq respectivamente, mientras que el alcance 3 (emisión indirecta que no es controlada por la institución) contribuye con 534.17 toneladas de CO_2 eq que se da, a través del transporte local, transporte aéreo, transporte terrestre, transporte casa-trabajo, consumo de papel y consumo de agua.

Calle y Guzmán (2001), en su tesis denominada Cálculo de la huella de carbono del ecolodge Ulcumano ubicado en el sector de La Suiza, distrito de Chontabamba, provincia de Oxapampa, región Pasco, determinó que por cada 2,5 gramos de cera quemada de una vela por hora se producen 7 gramos de CO_2 eq. Además, se concluyó

que la huella de carbono fue de 0.17 kg de CO_2 eq por huésped por noche. Con respecto al traslado de huésped desde Lima obtiene un 0.29 kg de CO_2 eq por noche. Asimismo, determina que las principales causas de generación de CO2 eq resultaron ser, en orden de importancia, el transporte de huéspedes, el transporte logístico, y la iluminación del comedor y la cocina.

1.2. Fundamento teórico científico.

El cultivo de arroz

El arroz en el Perú es considerado uno de los tres productos más importantes de la agricultura y la alimentación nacional, con una superficie sembrada que supera las 440 mil hectáreas, generando una producción aproximada de 3,6 millones de toneladas. El arroz en cáscara es también, el producto que más aporta al valor bruto de producción en la actividad agrícola nacional, con una participación del 13 % del PBI agrícola en los últimos 10 años **(MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO, 2019)**

Origen

El cultivo del arroz comenzó hace casi 10 000 años, en muchas regiones húmedas de Asia tropical y subtropical. Posiblemente sea la India el país donde se cultivó por primera vez el arroz debido a que en ella abundaban los arroces silvestres. Pero el desarrollo del cultivo tuvo lugar en China, desde sus tierras bajas a sus tierras altas. Probablemente hubo varias rutas por las cuales se introdujeron los arroces de Asia a otras partes del mundo **(INFOAGRO.COM, 2020).**

Clasificación botánica

El arroz está clasificado dentro del grupo de las gramíneas de tallos redondos y huecos compuestos por nudos y entrenudos, hojas de láminas unidad a los tallos por una vaina y su inflorescencia de una panícula, taxonómicamente esta planta es una fanerógama tipo espermatofita del subtipo angiosperma **(Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología agropecuaria, 2009)**

Clase **:** Monocotiledonea
Orden **:** Gluminea
Familia **:** Poaceae

Subfamilia **:** Panicoides
Tribu **:** Oryzae
Subtribu **:** Oryzineas
Género **:** Oryza
Especie **:** Sativa

Importancia del cultivo

EI arroz en cáscara es el producto que más aporta al valor bruto de producción (VBP) de la actividad agrícola. Su valor de producción, a precios constantes de 2007, representa el 13,1% del VBP agrícola del año 2018. Dicha participación se ha mantenido durante el periodo 2007− 2018 **(MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO, 2019).**

En el ámbito de los departamentos, la actividad agrícola en Tumbes está orientada básicamente al cultivo del arroz en cáscara. En efecto, el 62,1% del VBP de este departamento corresponde a la producción de este cereal, siendo además el departamento donde la producción de este cultivo alcanza su mayor aporte relativo. Seguidamente, se aprecia que, para los departamentos de la costa norte, como Lambayeque y Piura, y selva alta, como San Martin y Amazonas, el cultivo de arroz en cáscara aporta más del 30% del VBP agrícola, siendo Lambayeque el departamento donde el arroz alcanza su mayor contribución, con 37,0%. La producción de arroz en cáscara tiene Lugar en dieciocho de los veinticuatro departamentos del país; no obstante, el 74,1% de la producción nacional se concentra en cinco departamentos: San Martin (22,4%), Piura (14,4%), Lambayeque (13,5%), Amazonas (12,8%) y La Libertad (10,9%). En los últimos doce años, respecto del total nacional, se aprecia que la producción de arroz en San Martin aumentó su cuota de participación de 16,2% (año 2007) a 22,4% (año 2018). AI contrario, para el mismo periodo, se registra una menor participación de los departamentos productores de la costa norte: Piura, Lambayeque y La Libertad. Este cambio en la distribución regional de la producción es consecuencia del impacto del Fenómeno EI Niño que afecta periódicamente a la costa norte, sumado a los problemas de la salinización de los suelos agrícoIas29, lo cual trajo consigo que San Martin se consolidara en la primera zona de producción de arroz **(MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO, 2019).**

El cultivo del arroz y la emisión de Gases de Efecto Invernadero

La descomposición anaeróbica de la materia orgánica en cultivos de arroz inundado también produce metano (CH_4), que posee un potencial de calentamiento global 24 veces más alto que el del dióxido de carbono (CO_2). El cultivo de arroz en secano no produce cantidades significantes de CH_4.

De la amplia variedad de fuentes metano atmosférico (CH_4), el cultivo de arroz es considerado uno de los más importantes, con un flujo de emisión mundial de 60 Tg CH_4/año (tera gramos de metano al año), y un rango de 20 a 100 Tg CH_4/año **(INIA, 2015).** Esto representa entre el 5% y el 20% de la emisión total de CH_4 desde todas las fuentes antropogénicas. Lo anterior coincide con los datos de **FAO** de 2020 que, el flujo de CH4 en Estados Unidos, España, Italia, China, India, Australia, Japón y Tailandia, indican que, del total de las emisiones de metano provenientes del sector agropecuario, un 10% corresponde al cultivo de arroz.

Las emisiones de CH_4 en cultivos de arroz muestran una amplia variabilidad a nivel mundial, dependiendo del tipo de suelo y su textura, de la aplicación de materia orgánica y fertilizante mineral, el régimen de agua empleado y el clima, entre otros.

Cambio climático

Desde principios del siglo XX, los científicos han venido observando un cambio en el clima que no puede atribuirse únicamente a alguna de las influencias “naturales” del pasado. La causa principal es el aumento de la concentración de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera que se ha producido desde la Revolución Industrial, en donde se han multiplicado exponencialmente las actividades antrópicas vinculadas con la quema de combustibles fósiles y biomasa, procesos industriales y uso de productos, generación de residuos y aguas residuales, expansión de la agricultura, la ganadería y la deforestación. Como consecuencia del aumento de los gases que absorben y emiten radiación térmica por encima de los niveles naturales, se retiene más calor en la atmósfera, incrementando así el efecto invernadero y causando el cambio climático **(MADES, 2019).**

Se llama cambio climático a la variación global del clima de la Tierra. Esta variación se debe a causas naturales y a la acción del hombre y se produce sobre todos los parámetros

climáticos: temperatura, precipitaciones, nubosidad, etc., a muy diversas escalas de tiempo.

En la actualidad existe un consenso científico, casi generalizado, en torno a la idea de que nuestro modo de producción y consumo energético está generando una alteración climática global, que provocará, a su vez, serios impactos tanto sobre la tierra como sobre los sistemas socioeconómicos.

El cambio climático global sigue en ascenso, ya que la atmósfera y los océanos continúan calentándose, la nieve y el hielo disminuyendo y el nivel del mar se mantiene en alza. Según el **Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC)**, las concentraciones de gases de efecto invernadero -CO_2, CH_4 y N_2O-, los cuales retienen el calor reflejado por la superficie de la Tierra, se han incrementado desde los niveles pre-industriales; y dicho incremento (80% por año entre 1970 y 2004) está aumentando el cambio climático global **(IPCC, 2007).**

Medidas frente al cambio climático.

Según la FAO en al año 2019 se establecieron mediadas que se detallan a continuación:

- ✓ Adaptación al cambio climático. Es el fortalecimiento de la capacidad de los territorios (y de sus pobladores, sistemas productivos y ecosistemas) para resistir sin traumatismos los efectos del cambio climático.
- ✓ Mitigación. Conjunto de estrategias tendientes a reducir las emisiones de los gases de efecto invernadero (GEI) responsables de cambio climático.
- ✓ Gestión del Riesgo - Reducción del Riesgo de Desastre. Conjunto de medidas que toman la sociedad, sus instituciones y sus autoridades, para intervenir sobre los factores que generan riesgo en un territorio determinado, con el fin de controlarlos, reducirlos y en lo posible eliminarlos, y evitar que se conviertan en desastres. Incluye también la preparación de las instituciones y demás actores sociales para responder adecuada y oportunamente cuando ocurra una emergencia o un desastre y para recuperar los efectos negativos.

Efectos e impactos del cambio climático

De acuerdo al Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) algunos indicadores de la presencia del cambio climático son los siguientes:

- ✓ Incremento de 0.82 grados Celsius en el promedio de la temperatura global.
- ✓ Incremento de la superficie expuesta a sequía.
- ✓ Disminución del régimen de precipitación en algunas regiones e incremento en otras, así como sequías más frecuentes en algunas regiones del mundo.
- ✓ En muchos lugares, las estaciones o las épocas del año en las que llueve están cambiando. Está lloviendo en diferentes momentos y por periodos más cortos o más largos que en el pasado.
- ✓ Los glaciares de los polos se derriten a un ritmo acelerado.
- ✓ Muchos glaciares de montaña también se están derritiendo debido a las temperaturas más cálidas.
- ✓ En los últimos 100 años el nivel promedio del mar ha aumentado unos 19 centímetros.
- ✓ Este aumento del nivel del mar provoca que el agua salada ingrese en los ríos, lo que afecta la calidad de los suministros de agua.
- ✓ Las tormentas grandes (como los huracanes) con vientos fuertes y lluvias están sucediendo más a menudo provocando cada vez más daños.

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. Los gases de efecto invernadero (GEI) se producen de manera natural y son esenciales para la supervivencia de los seres humanos y de millones de otros seres vivos ya que, al impedir que parte del calor del sol se propague hacia el espacio, hacen la Tierra habitable.

“Después de más de un siglo y medio de industrialización, deforestación y agricultura a gran escala, las cantidades de gases de efecto invernadero en la atmósfera se han incrementado en niveles nunca antes vistos en tres millones de años” **(ONU, 2020).**

A medida que la población, las economías y el nivel de vida – con el asociado incremento del consumo crecen, también lo hace el nivel acumulado de emisiones de ese tipo de gases.

Existen tres hechos en que los científicos inciden y que son de enorme utilidad para entender mejor la raíz y la escala del problema:

- La concentración de GEI en la atmósfera terrestre está directamente relacionada con la temperatura media mundial de la Tierra;
- Esta concentración ha ido aumentando progresivamente desde la Revolución Industrial y, con ella, la temperatura del planeta;
- El GEI más abundante, alrededor de dos tercios de todos los tipos de GEI, es el dióxido de carbono (CO_2) que resulta de la quema de combustibles fósiles.

Los gases de GEI son componentes gaseosos que absorben y emiten radiación infrarroja cuya presencia en la atmósfera contribuye al efecto invernadero. Algunos de ellos son:

a) 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, amoniaco, acero, aluminio, entre otros). Asimismo, este gas se manifiesta en la deforestación descomposición de la materia orgánica, en la quema de la biomasa vegetal.

b) Metano:

Es un gas incoloro, inflamable y no tóxico, es el segundo GEI de importancia en el calentamiento global producido de forma natural por la putrefacción de materia orgánica en ausencia de oxígeno y otra parte es producido por el hombre que se da, a través de cultivos de arroz, quema de combustibles fósiles, ganadería de rumiantes, basureros, entre otros más. Este elemento cuando es de origen antropogénica (producido por el hombre) se convierte en la principal causa de la alteración del clima.

c) **Óxido nitroso:**

Viene a ser el tercer gas importarte en la atmósfera, esto se produce por la descomposición de compuestos nitrogenados utilizados en los fertilizantes, producción de nylon, ácido nítrico. También es producido de forma natural en los océanos y bosques lluviosos que tiene como particularidad atacar la capa de ozono, liberando moléculas de monóxido de nitrógeno que a una alta exposición puede dañar las vías respiratorias.

d) **Hidrofluorocarbonado:**

Es un gas que tiende a romperse muy lentamente en el medio ambiente. Se da en la producción de aluminio, espumas de poliuretano, solventes de limpieza, aerosoles, compuestos empleados en los extintores. Igualmente, se da debido a fugas en el uso de gas refrigerante contenidos en los aires acondicionados, congeladoras, refrigeradora y otros equipos de refrigeración industrial. El uso de éstos se originó para sustituir otros GEI como los halocarburos (CFC), a pesar de esto el hidrofluorocarbonados no contribuye a la destrucción de la capa de ozono, pero si influye en el efecto invernadero.

e) **Perfluorocarbonado:**

Es un compuesto sintético creado por el hombre que también tiende a romperse muy lentamente en el medio ambiente. La mayor fuente de emisión de este gas se origina durante la producción de aluminio, incineración de plásticos, cerámicas, en la fabricación semiconductores donde se producen circuitos integrados, en los sistemas de extinción de incendios. La exposición prolongada puede provocar efectos significativos en el cerebro y en el corazón.

f) **Hexafluoruro de azufre**:

Es un GEI caracterizado por su largo periodo de permanencia en el ambiente y su alta densidad, pues es más pesado que el aire, por lo tanto, tiende a no ascender a las capas altas de la atmosfera. Este gas se manifiesta en la producción de aluminio, magnesio fundido, en las fugas de equipos eléctricos de alto voltaje donde se emplean equipos y compuestos aislantes, es suma es un elemento indispensable en la industria eléctrica. Además, es causante del efecto invernadero que por gran

densidad no asciende a las capas de la atmósfera y por lo tanto prolonga su vida útil en el ambiente contribuyendo de esta forma con el calentamiento global.

El arroz tiene una enorme importancia mundial en términos alimentarios, sociales y de emisión de GEI. Por un lado, para cerca de la mitad de la población mundial este cereal es su alimento básico, el cual se produce en aproximadamente 153 millones de hectáreas esto es equivalente al 11% de la tierra arable mundial **(FAOSTAT, 2020).** Por otro lado, 30% de las emisiones globales de metano y 11% de óxido nitroso provienen de campos de arroz **(IPCC, 2007).**

Este cultivo ha sido durante años uno de los más rentables y generadores de empleos en la región San Martín, especialmente en el en Centro Poblado Valle la Conquista del distrito de Moyobamba. A causa de los bajos rendimientos que se han presentado en los últimos años y en miras a contrarrestar esta reducción, los agricultores han optado por aumentar el número de aplicaciones y dosis de insumos como fertilizantes, herbicidas e insecticidas, lo que conlleva al aumento de la emisión de GEI, en especial el óxido nitroso (N2O) y metano (CH4), de manera no intencional **(Segura y Andrade, 2012).**

La huella de carbono

La huella de carbono es un medio útil para estimar el impacto de cualquier sistema de producción en el cambio climático, específicamente en la emisión o fijación neta de gases de efecto invernadero (GEI). El cultivo de arroz tiene enorme importancia alimentaria, social y económica en el mundo; sin embargo, es un sistema productivo netamente emisor de GEI.

Según **Wiedmann y Minx (2007),** la huella de carbono es una medida de las emisiones totales de dióxido de carbono que son causadas directa o indirectamente por una actividad o acumuladas durante las etapas de la vida de un producto. Dado el alto peso relativo de las emisiones gases de efecto invernadero (GEI) en la fase primaria de producción de los commodities, la huella de carbono resulta muy dependiente de la eficiencia de los procesos y de las tecnologías aplicadas a nivel predial. Particularmente la HC para el arroz, consiste en calcular y adicionar las emisiones de GEI a lo largo de toda la cadena arrocera (transporte de insumos - producción de insumos – fase primaria – fase industrial- transporte a destino - producto final).

Para el **Ministerio para la Transición Ecológica (2015),** la huella de carbono es “la totalidad de gases de efecto invernadero emitidos por efecto directo o indirecto por un individuo, organización, evento o producto" y puede ser:

- ✓ **Huella de carbono de una organización:** Mide la totalidad de GEI emitidos por efecto directo o indirecto provenientes del desarrollo de la actividad de dicha organización.
- ✓ **Huella de carbono de producto:** Mide los GEI emitidos durante todo el ciclo de vida de un producto: desde la extracción de las materias primas, pasando por el procesado y fabricación y distribución, hasta la etapa de uso y final de la vida útil (depósito, reutilización o reciclado).

Principales ventajas de la huella de carbono

El uso de este indicador tiene principal beneficio el de poseer un inventario de emisiones de gases el cual permite a una empresa u organización tomar decisiones que posibiliten reducir costos operativos y a su vez, contribuir con el cuidado del medio ambiente.

Catalá (2014) menciona cuatro ventajas de la aplicación de la huella de carbono.

- Se trata de un indicador ambiental reconocido por el mercado, ya que de forma voluntaria las organizaciones han comenzado a comunicar sus logros en materia de huella de carbono, y hacen publicidad de su reducción de emisiones.
- Dispone de metodologías de medida, procedimiento de verificación, y etiquetas para publicitar su medida, verificación y compensación.
- Se trata de una potente herramienta de marketing, ya que la organización tiene una herramienta para demostrar ante terceros su compromiso con la responsabilidad social y ambiental, mejorando su reputación en el mercado.
- Supone un importante recurso de diferenciación, al dotar a las organizaciones, productos, o servicios de atributos que los diferencian de la competencia. **(p. 33)**

Emisión de CO_2 equivalente.

La definición de dióxido de carbono equivalente (CO_{2eq}) es la cantidad de emisiones de CO_2 que provocaría la misma intensidad radiante que una determinada cantidad emitida de un gas de efecto invernadero o una mezcla de gases de efecto invernadero, multiplicada por su GWP (acrónimo en inglés de potencial de calentamiento global) respectivo para tener en cuenta los diferentes tiempos que se mantienen en la atmósfera **(Oficina Catalana del Cambio Climático, 2020).**

1.3. Definición de términos.

Gases del 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.

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, amoniaco, acero, aluminio, entre otros). Asimismo, este gas se manifiesta en la deforestación descomposición de la materia orgánica, en la quema de la biomasa vegetal.

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.

Combustión móvil:

Las fuentes móviles producen emisiones de gases directos de efecto invernadero de dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O) 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 (SO_2), materia particulada (PM) y los óxidos de nitrato (NO_x), que causan o contribuyen a la contaminación del aire local o regional.

CO_2 equivalente (CO_{2eq}):

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.

CAPÍTULO II
MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Material.

A continuación, se detallas 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 16 GB.	Unid.	1
2	Wincha de 100 m	Unid.	1
3	Pilas 2AA Duracell	Unid.	4
4	Combustible	Gl.	20
Vehículos			
1	Moto lineal	Unid.	1
Materiales de escritorio			
1	Papel A4	Millar	1/2
2	Copias en A4	Unid.	50
3	Tablero de apuntes	Unid.	1
4	Libreta de campo	Unid.	1
5	Lapiceros	Unid.	2
Equipos			
1	Laptop	Unid.	1
2	Cámara digital	Unid.	1
3	Impresora	Unid.	1
4	GPS	Unid.	1

2.2. Métodos.

El método es de tipo descriptivo y analítico en la cual se recoge información, se procesa, se analiza y por último se interpreta las emisiones de GEI generadas por las actividades del sistema de producción de arroz.

El estudio se realizó en sistemas de producción de arroz (*Oryza sativa*) en el Centro Poblado Valle de la Conquista. Se estimó todos los insumos y energía empleada en la producción de arroz, desde el establecimiento hasta la cosecha, y que generan GEI. Se realizaron encuestas semiestructuradas a los agricultores dueños de predios, arrendatarios, dueños de la maquinaria, operarios y vendedores de insumos agrícolas. A todos ellos se les formulará una serie de preguntas acerca de los productos utilizados, tal como dosis y número de aplicaciones de fertilizantes y otros agroquímicos, labores realizadas y transporte. Igualmente, se indagará acerca de todas las actividades de manejo del cultivo para así obtener un estimado de la huella de carbono. El estudio consistirá de los pasos metodológicos que se describen a continuación:

Selección de unidades de producción:

Se seleccionaron aleatoriamente 12 lotes de arroz de la zona rural del Centro Poblado Valle de la Conquista, a menos de 15 km de distancia del pueblo, los cuales tienen sistema de riego por gravedad y son manejados por propietarios y arrendatarios.

Estimación de las emisiones de GEI en el cultivo del arroz:

La estimación de las emisiones de GEI en el cultivo de arroz se hizo desde la preparación del suelo hasta la cosecha del grano. Entre las actividades que se efectúan en el cultivo del arroz que generan emisión de GEI se encuentran: la aplicación de fertilizantes nitrogenados y cal, el uso de combustibles fósiles en labores como aplicaciones, preparación del terreno y transporte (Segura & Andrade, 2012). Estas variables se estimarán en cada lote de arroz mediante encuestas semiestructuradas.

Fertilización nitrogenada

En la encuesta se consultó sobre las dosis, tipo de fertilizantes y/o concentración de nitrógeno. Se estimará la cantidad de nitrógeno aplicada por hectárea y por ciclo del cultivo, lo cual se multiplicó por el factor de emisión recomendado por el IPCC (2007):

0,01 kg N_2O/kg N. Posteriormente, se multiplicará la emisión de N_2O por 310, es decir, 1 g de N_2O tiene el mismo poder de calentamiento que 310 g de CO_2 (CO_2e), (IPCC, 2007).

Uso de combustibles fósiles

Se preguntará acerca del uso de combustibles fósiles en las actividades de manejo y transporte. Se preguntará acerca de la duración de la labor, tipo y cantidad de combustible utilizado en las labores de manejo del cultivo, tales como la preparación del terreno, la siembra y cosecha. Las aplicaciones de fertilizantes y agroquímicos realizadas con motor fueron consultadas para estimar el uso de combustibles fósiles. Se considerará el tipo de combustible, número de aplicaciones, cantidad de combustible utilizado por hora y duración de la labor (min/ha) en cada lote. En los casos en los que la siembra se realizó manualmente al voleo, esta actividad no fue incluida para la estimación de GEI. El transporte se clasificará en transporte de operarios desde y hasta el lote de arroz y en el del grano producido hasta el molino. Se indagará acerca del tipo de combustible usado y cantidad por hora (l/h), distancia recorrida (km), número promedio de viajes al lote durante el ciclo y duración del viaje (min). Posteriormente, se totalizó la cantidad empleada de cada combustible y se empleó un factor de emisión 2,33 y 2,83 kg CO_2e/l para gasolina y diésel, respectivamente, los cuales son recomendados por el IPCC (2007).

Huella de carbono

Luego de obtener los resultados de las emisiones de GEI por cada tipo de actividad, éstas fueron sumadas para encontrar las emisiones totales por unidad de área y ciclo de cultivo. Este valor será dividido por el rendimiento de arroz (t/ha por ciclo) para obtener la huella de carbono por unidad de arroz producido (kg CO_2e/t).

Mitigación de las emisiones de GEI

Se emplearán tasas de fijación de carbono de varios sistemas agrícolas y agroforestales, en los cuales se puedan compensar las emisiones de GEI por la producción de arroz y alcanzar la neutralidad de carbono. Se considerarán las tasas anuales de fijación de carbono de 1,1 tC/ha en cacao- tales en monocultivo en Armero-Guayabal (Andrade et al., 2013), de 0,4 y 1,0 tC/ha en cafetales y con árboles en el Líbano (Andrade et al., 2014). Se considerarán dos ciclos de cultivo de arroz por año para las estimaciones.

CAPÍTULO III
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Unidades productivas de arroz a riego en el centro poblado Valle la Conquista.

La variedad que se siembra en esta la zona, es la que fue liberada por la empresa privada, rápidamente se está convirtiendo en la más adoptada en la zona del Alto Mayo en la región San Martín y Bagua en Amazonas. La variedad denominada VALOR, fue lanzada en el Valle de la Conquista, jurisdicción de la provincia de Moyobamba en el presente mes, por la empresa JB Saavedra SAC, como alternativa complementaria para competir con el mercado nacional e internacional debido a su buena calidad organoléptica al igual que las grandes variedades de la costa como el IR 93, de gran demanda.

Esta nueva variedad rinde un promedio de 10.6 toneladas por hectárea según los ensayos realizados en campo, tiene mayor precocidad (139) días que la variedad "Esperanza" (145 días), es resistente al virus de la Hoja Blanca del arroz, resistente al desgrane, tolerante a la tumbada, de grano largo, de buen graneado; entre otros atributos, que lo convierten en un arroz de buena calidad. Su resistencia a enfermedades contribuye a bajar los costos de producción para los agricultores y a impulsar las ganancias, ya que reduce la necesidad de aplicar fungicida, teniendo en cuenta que en el transcurso de todos estos años venimos sufriendo muchas pérdidas en este cultivo, ya sea por plagas y enfermedades o por el mal manejo que se brindaba al mismo.

Para poder determinar las unidades de producción de arroz en el área de influencia del centro poblado Valle de la Conquista del Distrito de Moyobamba, se realizó una encuesta a 20 propietarios y/o posesionarios de la zona, y así mismo se realizó investigación documentaria en la junta de regantes de la zona Valle la Conquista. Los resultados de la encuesta se presentan a continuación:

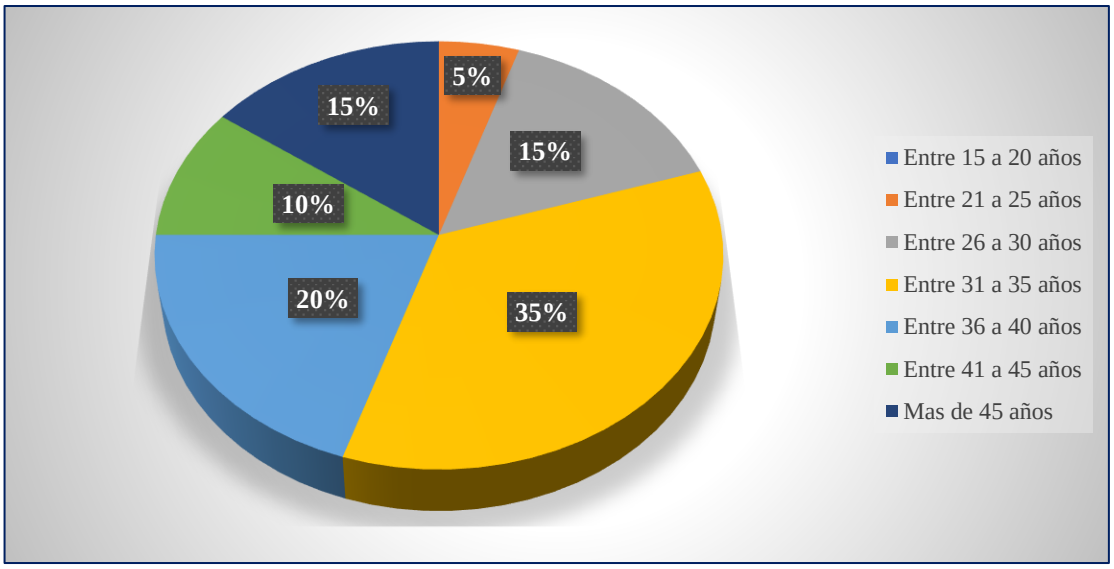


Figura 1. Edad de los propietarios.

Se muestra el promedio de edades de los propietarios o posesionarios de las unidades productivas en el área de influencia del estudio. Se observa que el mayor porcentaje (35%) esta entre el rango de 31 a 35 año de edad y el menor (5%) esta entre 21 y 25 años, de los resultados de la encuesta se puede precisar que las personas adultas estas dejando que los jóvenes se hagan cargo de la producción de arroz en la zona.

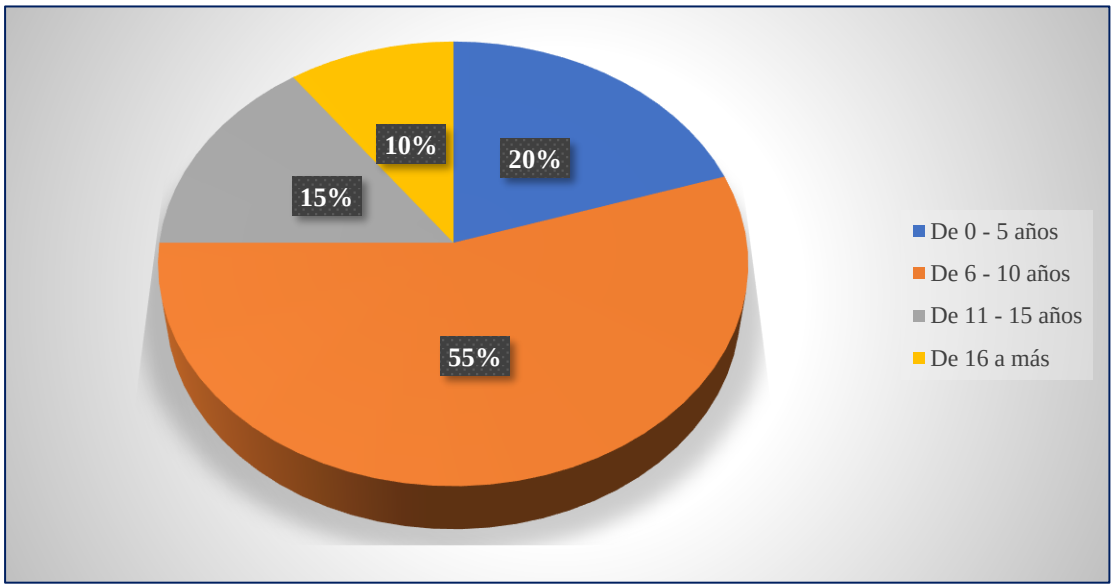


Figura 2. Años como agricultor.

Se observa que en la figura que la mayoría (55%) de los propietarios o posesionarios están realizando el cultivo de arroz entre 6 a 10 años, el menor, un 10% están de 16 a más años, por lo que se puede precisar que existe experiencia en producción de arroz en la zona.

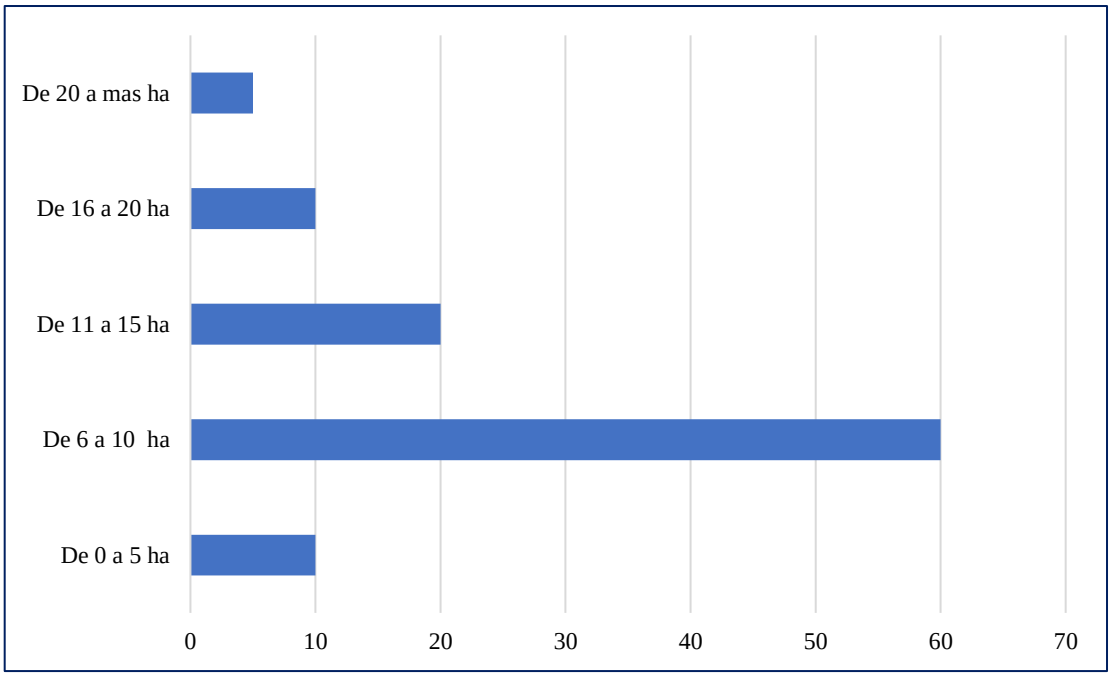


Figura 3. Número de hectáreas que poseen los propietarios y posesionarios.

Se puede observar que la gran mayoría (60%) de los agricultores de la zona poseen entre 6 a 10 hectáreas, y en una menor cantidad, un 5% poseen más de 20 hectáreas.

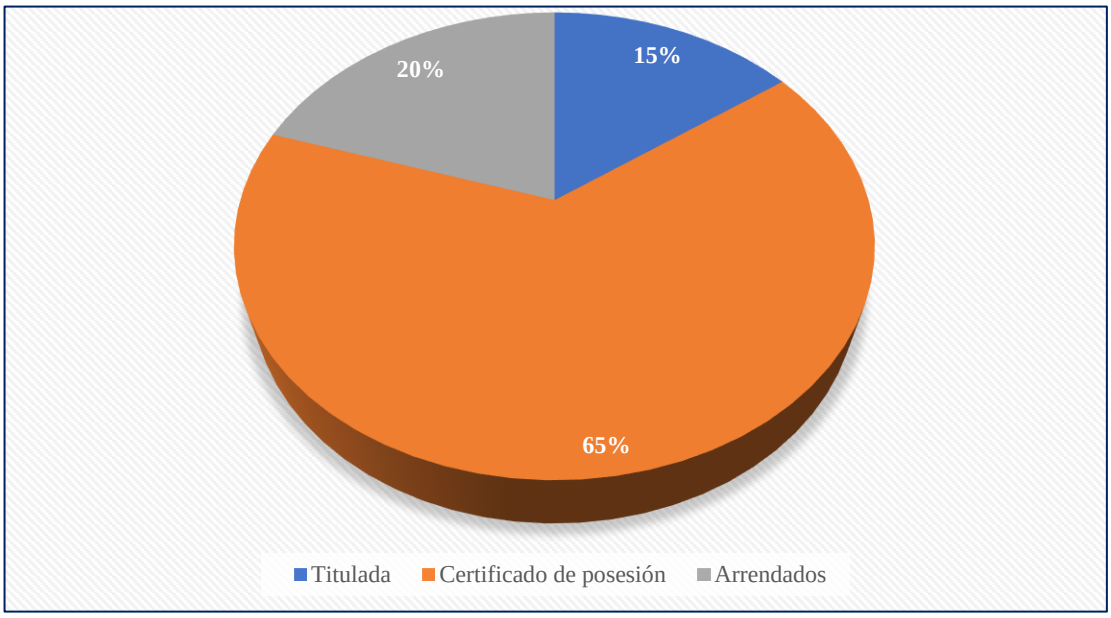


Figura 4. Condición del terreno.

Se observa que un gran porcentaje (65%) de los realizarán la producción de arroz en las unidades productivas del área de influencia del estudio sólo poseen certificado de posesión, el 15% indica que tiene título de propiedad, el mismo no se pudo corroborar y el 20% (4 de los encuestados) arriendan los terrenos por un plazo de 5 años.

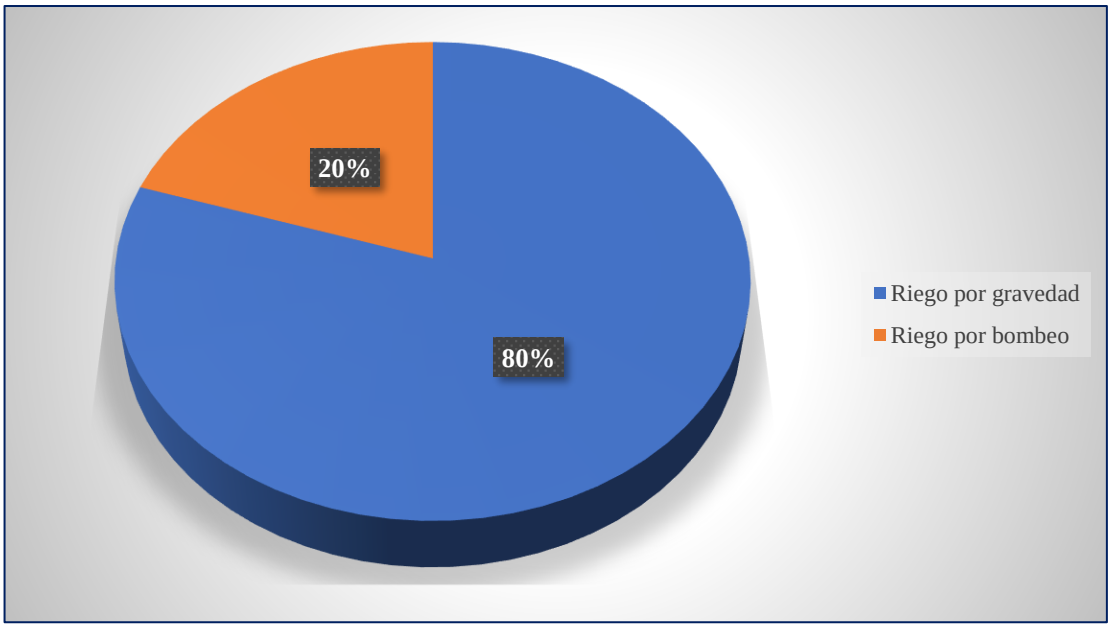


Figura 5. Tipo de sistema de suministro de agua.

El la figura se observa que la gran mayoría el 80 % (16 de 20 encuestados) utilizan el sistema de riego por gravedad, a través de canales de riego, sin embargo, existe algunos agricultores (4 de los encuestados) que han mencionado que utilizan el sistema de riego por bombeo, debido a que en épocas de verano no se cuenta el canal con el nivel de agua que pueda abastecer a todas las unidades productivas de la zona.

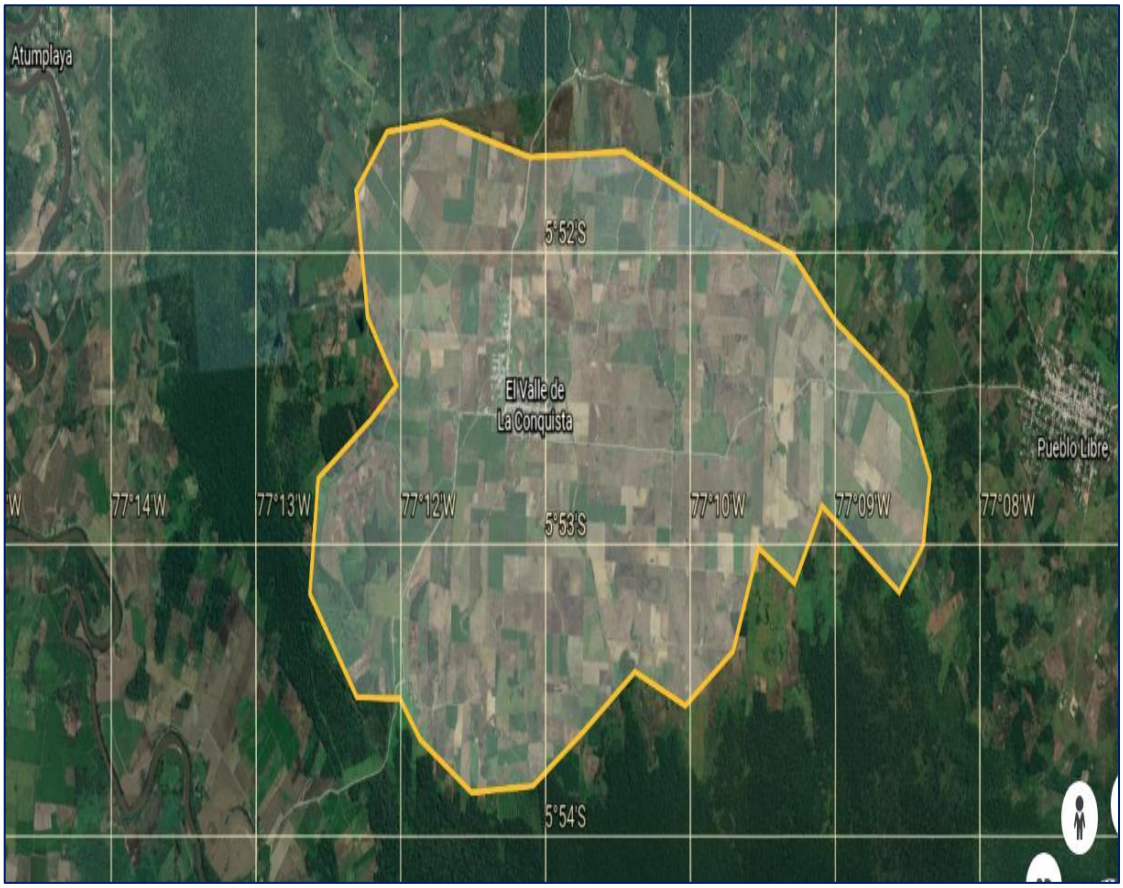
Tabla 2

Tipo de fertilizante que utilizan:

Tipo	Encuestas
Nitrógeno	20
Fosforo	20
Potasio	20
Magnesio	20
Azufre	20
Calcio	20

En la tabla 15 se observa que todos los agricultores entrevistados (20 agricultores) utilizan como fertilizantes por productos que contienen: Nitrógeno, fosforo, potasio, magnesio, azufre y calcio, por lo que se puede determinar que en toda la zona hace uso de estos fertilizantes.

De todo ello, de la información brinda por la junta de regantes de la zona Valle la Conquista y de la georreferenciación se pudo determinar que existe en el área un total de 291 hectáreas de arroz (unidades productivas) las cuales son cultivadas de manera permanente por los pobladores del sector en cuestión. El mismo que se muestra en la siguiente figura:



LATITUD	LONGITUD
-5.87506	-77.18446
-5.87687	-77.18961
-5.87690	-7718783
-5.87843	-77.18981

Figura 6. Toma espacial de la zona de estudio.

Se muestra una toma aérea de Valle la Conquista la misma que se caracteriza por que los agricultores se dedican como labor principal al cultivo de arroz.

3.2. Actividades del proceso de producción del arroz.

Dependiendo de la variedad y característica del ambiente, la planta de arroz toma de 3 a 7 meses desde la germinación a maduración. Durante este periodo el arroz completa dos estados de crecimiento secuenciales distintos: el estado vegetativo y el estado reproductivo. **(Heros A., 2010)**

El estado vegetativo que comprenden la germinación, el estado de plántula y el macollamiento. La plántula tiene un desarrollo muy rápido hasta el estado de 4 a 5 hojas, seguido del macollamiento caracterizado por un vigoroso crecimiento de raíces y tallos cuyo número depende principalmente de la densidad de población. La variedad y las condiciones de manejo del cultivo.

El estado reproductivo, que se inicia con la formación del primordio de la panícula en la base del tallo seguida del embuchamiento, estado en el cual ocurre una elongación de los entrenudos de la parte superior del tallo, hasta el máximo embuchamiento en la vaina de la hoja bandera. El cultivo pasa aceleradamente a la floración con elongación rápida de los entrenudos y emergencia de la panícula en pocos días. El estado de maduración que se inicia con el estado lechoso hasta el llenado del grano, pasando por el estado pastoso y endurecimiento del grano. (Weber, 1989).

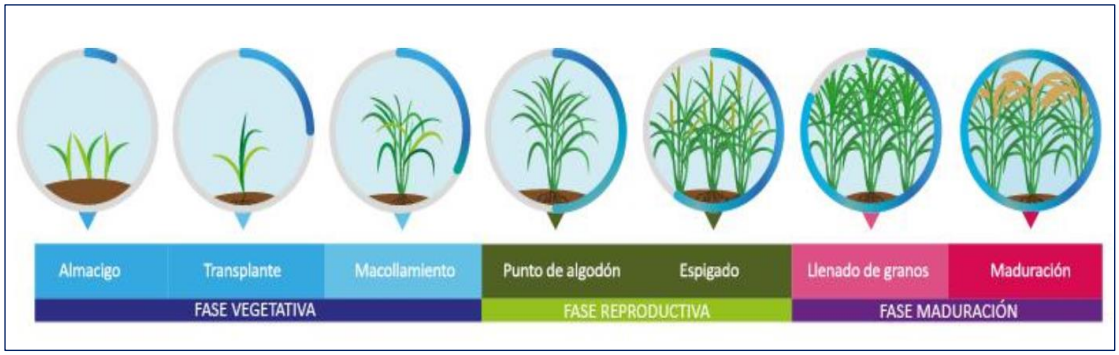


Figura 7. Fase vegetativa y reproducción del arroz. (Fuente: Capeagro SAC).

El sistema de siembra detectado que realizan todos los agricultores en el Valle la Conquista es el de siembra al transplante mismo que sigue se realizan las siguientes actividades en el terreno:

Almácigos.

Los almácigos que realizan los agricultores del Valle la Conquista se ubica en suelos fértiles, francos arcillosos, fáciles de drenar, situados cerca de las acequias de riego o de los canales y alejados de plantaciones de árboles para evitar que exista interferencia con la radiación solar que estos reciben, además generalmente están cercados con algún material como plástico o mantas de polipropileno para evitar que algunos animales doméstico o roedores ingresen a causar daños a la futura plantación, para lo cual los agricultores siguen el siguiente procedimiento:

Limpieza de bordos a través de herramientas manuales, mecánicas o los algunos casos a través del uso de herbicidas por medio de fumigación.

Labranza del terreno utilizando equipos mecánicos en su mayoría, para luego proceder con la nivelación del terreno misma que se realiza bajo la modalidad de inundación con la mayor precisión posible para que el terreno quede completamente nivelado.

Remojo de las semillas lo realizan los agricultores durante 48 horas en el mismo saco en donde viene empaquetado la semilla, para luego dejar abrigar la semilla durante 12 horas más y posteriormente realizar en voleo en terreno destinado al almácigo, la cual generalmente está inundando unos pocos centímetros a nivel del suelo para el personal que realiza dicha labor pueda visualizar la distribución de la semilla en el almacigo. En almácigo permanece inundado por un día después del voleo de la semilla y luego por el periodo aproximado de una semana se realiza una alternancia entre inundación y seca para favorecer el desarrollo de las plántulas. Posteriormente cuando emergen las plántulas el agua los agricultores del sector valle la Conquista lo mantienen inundado a niveles que el agua no sobrepasa la altura del arroz.

En el control de malezas en el almacigo los agricultores utilizan medios físicos como es el caso de rastrillado antes del voleo y posterior a la nivelación, además de utilizar herbicidas químicos antes y durante la duración del almacigo.

Para la fertilización del almácigo se detectó que los agricultores aplican urea en promedio a los 10 a 12 días de haber realizado el voleo en valores que van desde los 30-

38 gramos por metro cuadrado de almacigo, posteriormente realizan una segunda fertilización entre los 18 y 21 días de voleo, pero esta vez utilizan sulfato de amonio a razón de 35 a 38 gramos por metro cuadrado de almacigo.

La cantidad de área de almacigo para una hectárea aproximada según manifestaron los agricultores en Valle la Conquista es de 200 m^2.

Dimensión de las pozas.

Las dimensiones de las pozas en el área evaluada varían de acuerdo a las condiciones geográficas del terreno en donde estas se sitúan, existen pequeñas en los que por su tamaño se tiene que hacer la mayoría de trabajos manuales, así como otras en donde por su extensión todos los trabajos que se realizan son mecanizados con la ayudad de diversas maquinarias y equipos.

Largo de poza: 33.4 m = 11.1 brazos

Ancho de poza: 12 m = 4 brazos

Preparación para la siembra.

La preparación del suelo es una de las labores más importantes para la siembra de arroz, ya que de ella depende un buen establecimiento de las plantas, así como la mayor o menor dificultad que presenten los trabajos posteriores (Díaz, 1985).

Chapoda: consiste en eliminar las malezas en forma manual o mecánica, 8 a 15 días antes de la siembra, dependiendo del tipo y desarrollo de las malezas.

Rastreado: Esta actividad permite dejar el suelo suelto, para favorecer la germinación de la semilla y la emergencia de la plántula; se recomienda dar dos pasos de rastra.

Nivelado: la nivelación puede hacerse en seco, siguiendo un método convencional, o puede realizarse bajo agua por el método del fangueo. Se recomienda realizar un paso de arado cada dos o tres años, para evitar la compactación del suelo.

Surcado: Debe de tener una distancia entre surco de 0.3 m y una profundidad de 0.10 a 0.15 m, para la germinación de la semilla y favorecer el drenaje, cuando es siembra directa; cuando el arroz es transplantado se recomienda un distanciamiento entre surco de 0.30 m.

Preparación de tierras en siembra directa de arroz en pozas al batido.

El objetivo por el cual lo pobladores realizan en Valle la Conquista esta labor es disponer de un suelo en condiciones óptimas para el crecimiento de las plantas y obtener altos rendimientos. Comprende una serie de labores como: aradura, pase de rastra en forma cruzada y nivelación. La mayoría de los suelos se prepara en inundación. Después del pase del arado, se inundan las pozas. Se aplica una lámina de 20 cm de agua, permanecen 1 o más días y luego ingresa el tractor, con ruedas batidoras y el tablón de cuchillas o lo que más se utiliza en la zona el motocultor grillo. En otras áreas de siembra conforme van llenando las pozas el tractor inmediatamente procede batir las pozas para evitar el hundimiento del mismo. La labor consiste en formar un barro que se transporta de las partes altas a las bajas, realizando una nivelación bajo agua.

Consiste en modificar la estructura del suelo. Se consigue con implementos, como ruedas, tablones batidores que llevan unas cuchillas que se apoyan al suelo, que son haladas por un tractor, a lo largo de las pozas, en varios pases, llegando a formar barro o fango.

La preparación de tierras bajo condiciones de inundación o de fangueo, se recomienda cuando se cuenta con el equipo necesario de fangueo y se tiene un sistema de riego o infraestructura necesaria para mantener una lámina de agua permanente en el cultivo de arroz. O sea que, para la preparación de tierras por este sistema se requiere que el terreno cuente con una infraestructura de melgas a cero desniveles para el control y manejo del agua de riego.

Transplante.

Para la preparación del suelo en la zona se realiza de manera manual en donde las condiciones de accesibilidad son limitadas, pero que sin embargo en la gran mayoría del área evaluada se registró el uso de herramientas mecánicas, llámese motocultor o comúnmente conocido como “mula”.

Posteriormente los agricultores realizan la nivelación del suelo utilizando como referencia en nivel del agua que se estanca en las pozas.

Las plántulas para el trasplante según evidenciaron los agricultores estas deben tener entre 25 a 28 días desde el voleo y este debe ser plantado el mismo día en que se retira del almacigo a distancias de entre los 20 a 25 centímetros entre planta e hilera.

Fase vegetativa del cultivo de arroz en Valle la Conquista.

Una vez establecido en terreno definitivo los agricultores de Valle la Conquista aplican herbicida pre-emergente en un rango de días que va desde los 1 a 3 días posterior al trasplante, utilizando como medio de transporte es agua del primer riego del cultivo en cuestión, para proceder posteriormente con la seca y posterior inundación con intervalo de 3-4 días.

Control de malezas.

- **Control mecánico.** Se está efectuando con herramientas accionadas por la fuerza humana, animal o mecánica; es el arranque de las malezas a mano, o con el uso de máquinas e implementos.
- **Control físico**. Se está efectuando a través de inundación. El control de malezas por inundación del suelo, se efectúa rodeando con bordas o camellones, la parte del terreno que se desea tratar, para luego aplicar una lámina de agua de espesor no inferior a cinco centímetros, mantener inundado durante 21 días
- **Control químico**. Se está utilizando de herbicidas, para ello se prepara mezclas, dosis según la época de aplicación, para ello realizan una evaluación con la finalidad de verificar el estado del terreno, tipo y desarrollo de malezas, así como del cultivo.

El control de malezas lo realizan a través de medios manuales, mecánicos (chaleadora), y a través de agentes químicos tal el caso de herbicidas.

Fertilización.

Lo más común es una fórmula binaria NP o una triple NPK en la base, o sea a la siembra, y aplicaciones posteriores de nitrógeno en forma de urea. En ese esquema de fertilización, el 96,1% de la superficie recibe algún fertilizante binario NP o triple NPK en la base, y el 94,9% recibe alguna aplicación de urea.

Cosecha

Para la cosecha los agricultores en su gran mayoría utilizan cosechadora mecaniza de diversos tamaños acorde a las condiciones de las áreas de cultivo.

En las diferentes etapas de la producción de arroz se utilizan maquinarias y equipos, según sea la actividad a desarrollar, en la tabla se muestra las maquinarias y/o equipos que se utilizan en el proceso de producción del arroz.

Tabla 3

Maquinaria y/o equipos que utiliza en el proceso de producción de arroz.

Maquinaria y/o equipo	Encuestados	Etapa de producción
Motocultor	18	Preparación de terreno: Para almácigo Siembra definitiva del arroz
Fumigadora	20	En almácigo Posterior al transplante A los 45 días Punto de algodón
Chaleadora	20	Labores culturales (Cultivo de las parcelas y bordes)
Cosechadora	18	En cosecha del arroz
Motobomba	4	Lo utilizan en época de sequía

En la tabla 3, se muestra que la mayoría utilizan maquinarias como el motocultor, existiendo 02 agricultores de los encuestados que mencionan que no utilizan el motocultor y la cosechadora, debido a que sus actividades lo realizan en forma manual. Todos los agricultores utilizan fumigadoras (en el abonamiento y control de enfermedades y plagas), chaleadora (en la limpieza prioritariamente de los bordes de las áreas de cultivo), así mismo indican 04 agricultores que utilizan motobombas en épocas de estiaje (verano) porque el nivel de agua de los canales no abastece para regar todas áreas de cultivo.

3.3. Uso de fertilizantes nitrogenados, combustibles y rendimiento del grano por cada unidad muestral de producción.

Para la fertilización los agricultores de Valle la Conquista utilizan como valores promedio los siguientes fertilizantes.

En la germinación o almacigado se utiliza:

10 unidades de nitrógeno

Posterior al trasplante del arroz se utiliza:

100 unidades de nitrógeno

100 unidades de fosforo

50 unidades de potasio

Posteriormente a los 45 días del trasplante se utiliza:

100 unidades de Nitrógeno

100 unidades de Potasio

Luego en la etapa de punto de algodón (65 – 72 días) se utiliza:

100 unidades de Potasio

100 unidades de Magnesio

80 unidades de Calcio

50 unidades de Nitrógeno

Tabla 4

Cantidad de fertilizante que utiliza por hectárea:

Fertilizante	Cantidad en unidades			
	Almácigo	Posterior a transplante	A los 45 días	Punto de algodón
Nitrógeno	10	100	100	50
Fosforo		100		
Potasio		50	100	100
Magnesio				100
Azufre				
Calcio				80

En la tabla 4, se muestra el resumen de los fertilizantes que se utilizan en las unidades productivas de área de influencia del estudio.

Para la fumigación en esta etapa se aplica (para un cilindro de 200L/ha).

1L de fertilizante foliar PK

Luego en la etapa de floración se aplica en fumigación

1 L de calcioboro

1 L de potasio al 42%

500 mL de azufre

2 L de potasio.

Cabe destacar que una unidad de nitrógeno equivale a 01 kilogramo de nitrógeno puro**.** Cabe destacar que una unidad de nitrógeno equivale a 01 kilogramo de nitrógeno puro aplicado al cultivo de arroz, se determinó den función de unidades debido a que los diversos fertilizantes varían en los porcentajes de nitrógeno que contienen.

Tabla 5

Fertilizantes nitrogenados por hectárea utilizados en Valle la Conquista

Etapa	Fertilizante nitrogenado (kg/ha)
Germinación o almacigado	10
Posterior al transplante	100
A los 45 días de transplante	100
Etapa punto de algodón	50
Etapa de flotación	0
Total	260

La tabla 5 muestra el resumen del valor promedio en kilogramos de los fertilizantes nitrogenados que utilizan los agricultores en Valle la Conquista por unidad de área, en este caso se determinó el uso por hectárea, en donde destaca que los fertilizantes nitrogenados se utilizan en mayor cantidad en las primeras etapas del cultivo y mismo que las cantidades van disminuyendo a medida que el cultivo va madurando. Se aprecia que la cantidad total de fertilizantes utilizados por hectárea es de ***260 kg***, el cual multiplicado por las ***291 hectáreas*** de cultivo de arroz existentes en la zona arrojan un total de ***75660 kg*** de fertilizantes nitrogenados utilizados en toda el área de cultivo durante un periodo vegetativo de los cultivos de arroz, lo que comúnmente los agricultores lo llaman “una campaña”.

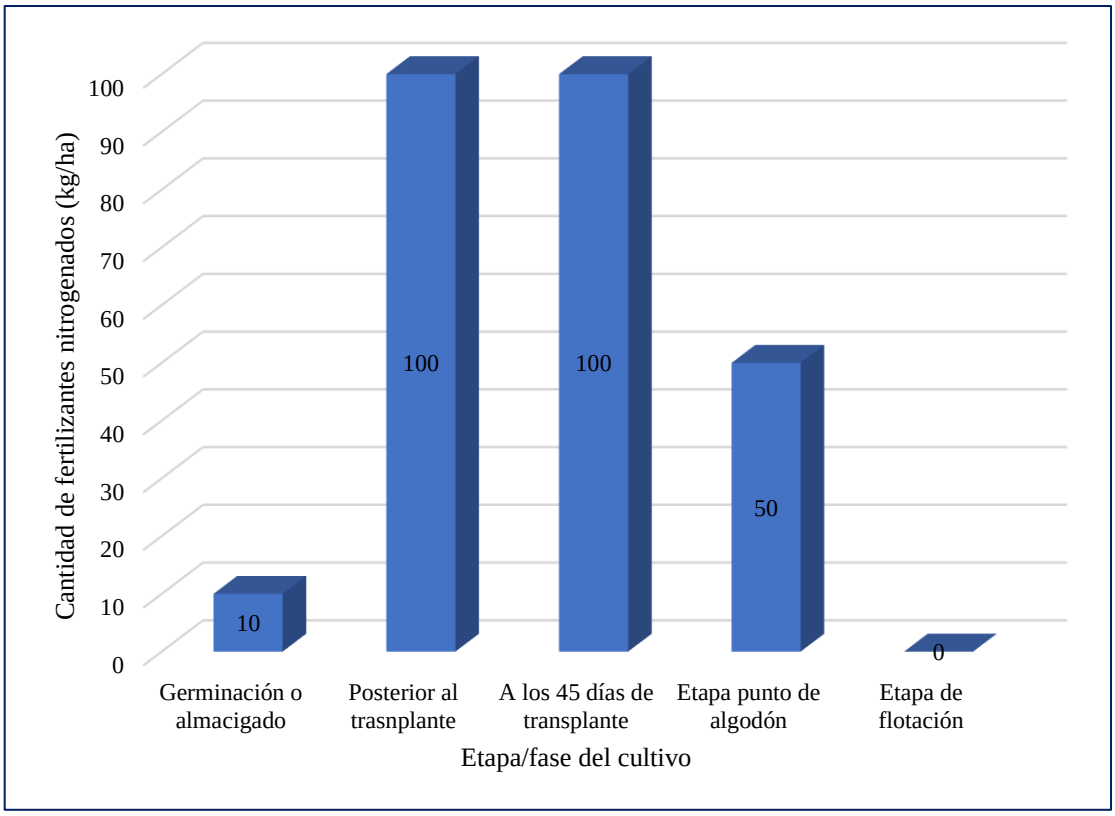


Figura 8. Fertilizantes nitrogenados en kg/ha.

La figura 8 muestra el uso promedio de fertilizantes nitrogenados en valores promedio utilizados por los agricultores de Valle la Conquista para mejorar los rendimientos a obtener en los cultivos de arroz en el cual se aprecia que la mayor cantidad se utiliza en las etapas posteriores al transplante y a los 45 días del transplante, en el cual los valores son 100 kg/ha de cultivo respectivamente, pero destaca que a medida que el cultivo va llegando a su etapa de madures madurez o de cosecha, la aplicación de los mismos van decreciendo, llegando a la etapa de punto de algodón con 50 kg/ha y finalmente en la floración del cultivo ya la aplicación es nula; además cabe destacar que en la etapa de almacigado también se realiza la aplicación de fertilizantes nitrogenados en donde se registra un valor promedio de aplicación equivalente a 10 kg de nitrógeno por parcela que se utilizará para el sembrío de una hectárea de arroz.

Uso de combustibles fósiles en las diversas etapas del cultivo.

Según los resultados de las encuestas aplicadas los agricultores utilizan como valor promedio los siguientes combustibles por unidad de área (hectárea) para todo el periodo de cultivo de arroz desde la preparación del terreno hasta la cosecha:

Tabla 6

Combustibles utilizados en las diversas etapas o fases del cultivo de arroz

Etapa/fase	Maquinaria	Combustible	
		Gasolina gl/ha	**Diesel gl/ha**
Limpieza del terreno mecánica	Chaleadora	4,5	-
Batido y nivelación del terreno	Motocultor	-	10,7
Inundación del área donde se va a sembrar	Motobomba	2,8	-
Fertilización mecánica	Motofumigadora	5,5	-
Aplicación de insecticidas, herbicidas, otros	Motofumigadora	2,6	-
Cosecha	Cosechadora	-	7,5
Transporte a centros de acopio o venta	Moto carguera	2,2	-
	Camión	-	5,1
Otras labores	Varios	2,3	3,1
Sub-total		19,9	26,4
Total		46,3	

En la tabla 6 se muestra las cantidades de combustibles utilizados en galones por hectárea en las diversas etapas o fases del cultivo de arroz en Valle la Conquista, en donde se identificó que existe dos tipos de combustibles fósiles que se utilizan con cierta frecuencia y alternancia y que varía según la maquinaria o equipos que los agricultores utilizan (diésel y gasolina), en donde el total de combustibles utilizados arroja un valor promedio de 46,3 gal/ha, divididos en 19,9 gl/ha de gasolina y 26,4 gl/ha de diésel. El valor promedio obtenido al ser multiplicado por el total de hectáreas de cultivos de arroz identificados en la zona de estudio nos arroja un total de ***12678,6 galones*** de combustible por periodo vegetativo del cultivo de arroz en el sector o lo que comúnmente los agricultores lo llaman “una campaña”, estos valores obtenidos equivalen en litros a un total de ***479937.21845*** de combustibles utilizados.

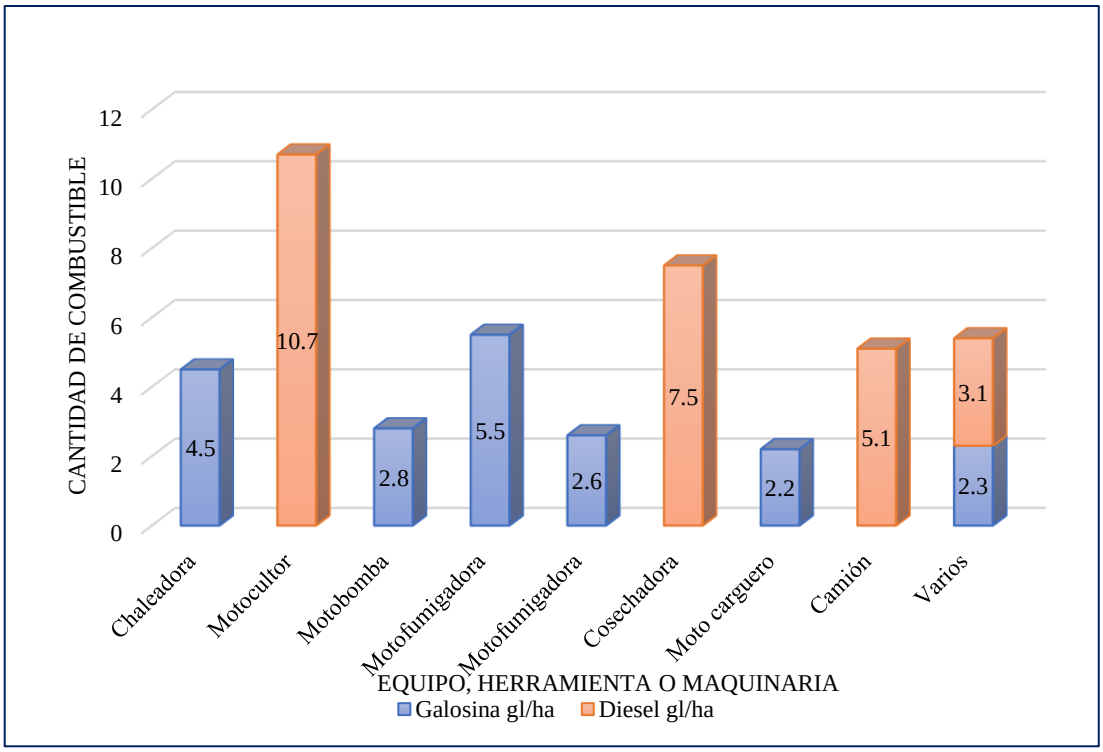


Figura 9. Combustible utilizado por los equipos o maquinarias en el cultivo de arroz.

La figura 9 muestra las cantidades de combustible utilizado por los diversos equipos o maquinarias utilizadas por los agricultores en el Centro Poblado Valle la Conquista con el objeto de realizar las diversas labores que demanda el cultivo de arroz desde la etapa de almacigado, hasta la etapa de cosecha, incluido en transporte hasta centros de acopio de venta del cultivo de arroz. Cabe destacar el la maquinaria o equipo en la que se utiliza la mayor cantidad de combustible es el motocultor, el cual se utiliza el batido y nivelación del terreno en donde se establecerá de manera definitiva el cultivo de arroz, mismo que registra un valor promedio de consumo de 10,7 gl/ha diésel, seguido de los 7,5 gl/ha de diésel de consumo registrados por la cosechadora y más atrás está el camión que se utiliza para el transporte del producto obtenido de la cosecha desde los campos de cultivo hasta los centros de acopio o comercialización; en lo que respecta a gasolina el equipo o maquinaria que más consumo promedio registra es la moto fumigadora utilizada para la fumigación de los campos de cultivo con un valor de 5,5 gl/ha, seguido de los 4,5 galones de combustible utilizado por la chaleadora, la cual se utiliza para la labores de limpieza del terreno de cultivo previo a la intervención del motocultor, además de que ésta se utiliza una vez establecido el cultivo en labores de limpieza de labores adyacentes al cultivo para evitar la proliferación de maleza en dirección a las pozas de cultivo de arroz establecidas, también se identificó el uso de motobomba para

la inundación y riego de los campos de arroz en zonas donde por presión esta no llega con normalidad, o por la condiciones climáticas el agua es limitada, la cual registra un consumo promedio de 2,8 gl/ha, finalmente le siguen la motofumigadora con un valor de 2,6 gl/ha y el motofurgon o también conocida como motocarguera con un valor de 2,2gl/ha; además se tiene un registro de otros consumo adicionales que no se puede ligar a una actividad en especifica en donde los valores son de 2,3 gl/ha de gasolina y de 3,1 gl/ha de diésel, estos valores están distribuidos entre el transporte de materiales, equipos y herramientas a los campos de cultivo, labores de preparación del almacigo, entre otros imprevistos que se puedan suscitar.

Rendimiento promedio por unidad muestral

Tabla 7

Rendimiento del cultivo de arroz en Valle la Conquista

Variedad	Valor	Plaza
Cantidad (kg/ha)	9800	8500
Cantidad (t/ha)	9,8	8,5
Promedio (t/ha)	9,15	

Según lo evidenciado en la tabla 7 en lo que respecta al rendimiento del cultivo de arroz reportado por los pobladores en Valle la Conquista arrojan valores que van entre las 8,5 y 9,8 t/ha, en donde las dos principales variedades cultivadas en la zona es la del valor y plaza respectivamente. El resultado de valor rendimiento promedio arroja un resultado de 9,15 t/ha mismo valor que multiplicado por las 291 ha de cultivo de arroz existente en el área de estudio arrojan un resultado de ***2662,65 toneladas*** por periodo vegetativo del cultivo de arroz en el mencionado sector, lo que equivale a 26626500.00 kg.

3.4. Nivel de incidencia del sistema de producción de arroz en la huella de carbono en el Centro Poblado Valle de la Conquista.

Las emisiones de GEI procedentes del cultivo de arroz consisten en gas metano (CH_4) emitido durante la descomposición anaeróbica de la materia orgánica en los campos de arroz, del uso de fertilizantes nitrogenados sintéticos, uso de combustibles y transporte del producto hacia centros de acopio o venta.

Cálculo de CO_{2e} por emisiones de gas metano en los cultivos de arroz en Valle la Conquista.

Cálculo de gas metano emitido por los cultivos de Valle la Conquista en donde se utiliza la siguiente formula según lo establecido por el IPPC:

Emisiones de CH_4 = FE x S
Emisiones de CH_4 = 10 kg CH_4/ha x 291 ha
Emisiones de CH_4 = 2910 kg CH_4
Emisiones de CH_4 = 2,91 t CH_4

Donde:
FE = Factor de emisión equivalente a 20 g CH_4/m^2/año (IPCC, 2007), considerando que en el año se realizan 02 campañas se hizo el cálculo con la mitad de este valor obteniendo como factor de emisión el valor de 10 kg CH_4/ha por periodo vegetativo.
S = superficie en hectáreas de cultivo de arroz en la zona de estudio (291 ha)

Cálculo de CO_{2e} en emisiones de metano por periodo vegetativo del cultivo de arroz en Valle la Conquista:
CO_{2eq} = Emisiones de CH_4 x GWP_{CH4}
CO_{2eq} = 2,91 t CH_4 x 21
CO_{2eq} = 61,11 t

Donde:
CO_{2eq} = Emisiones de metano en CO_2 equivalente por campaña de cultivo de arroz
Emisiones de CH_4 = Emisiones metano en los cultivos de arroz por periodo vegetativo del cultivo

GWP_{CH4} = 21 (potencial de calentamiento global en un horizonte de 100 años), para convertir CH_4 a CO_{2eq}

Cálculo de CO_{2e} por uso de fertilizantes nitrogenados sintéticos en los cultivos de arroz en Valle la Conquista

Paso N° 1: Consumo de nitrógeno.
Para el cálculo de huella de carbono a parir de las emisiones de fertilizantes sintéticos sólo se considera los fertilizantes nitrogenados que en total suman un equivalente de

260 kg/ha el cual multiplicado por las 291 hectáreas de cultivos de arroz existentes en Valle la Conquista:

Consumo de N = Q x S

Consumo de N = 260 kg /ha x 291 ha

Consumo de N = 75660 kg

Consumo de N = 75,66 t

Donde:

Consuno de N = Cantidad de fertilizantes nitrogenados utilizados

Q = Cantidad de nitrógeno utilizado por hectárea de cultivo de arroz en Valle la Conquista

Paso N° 2: Cálculo de las emisiones de N_2O.

Emisiones Suelos = Consumo N × $FE_{emisiones\ directas}$

Emisiones Suelos = 75660 kg x 0, 0125 kg N_2O/kg N

Emisiones Suelos = 945,75 kg [N_2O/kg N]

Donde:

Emisiones de los suelos [kg N_2O/KgN] = Son las emisiones directas de los suelos, en Kg N_2O con relación a los kilogramos de N consumido.

Consumo de N = Son las emisiones directas de los suelos, en Kg N_2O con relación a los kilogramos de N consumido

$FE_{emisiones\ directas}$ = 0,0125 (kg N2O-N/kg) según los valores establecidos por Infocarbono, 2015.

Emisiones N_2O = Emisiones Suelos × Relación N_2O/N_2

Emisiones N_2O = 945,75 kg [N_2O/kg N] × 44/28

Emisiones N_2O = 1486,18 kg

Emisiones N_2O = 1,49 t

Donde:

Emisiones N_2O = Emisiones, en t de N_2O, generadas por el consumo de fertilizante

Relación N_2O/N_2 = 44/28, para convertir las emisiones de kg N_2O-N a kg gas N_2O; (Infocarbono, 2015)

Paso 3: Cálculo del total de emisiones GEI: consiste en estimar el total de las emisiones GEI en CO_{2e} emitidas por las t N_2O:

Emisiones fertilizantes inorgánicos CO_{2e} = Emisiones N_2O [tN_2O] × GWP_{N2O}

Emisiones fertilizantes inorgánicos CO_{2e} = 1,49 [tN_2O] × 310

Emisiones fertilizantes inorgánicos en CO_{2e} = 460,72 t

Donde:

Emisiones GEI = emisiones GEI, expresadas en t CO_{2e}, generadas por el uso de fertilizantes sintéticos.

GWP_{N2O}: 310 (Potencial de calentamiento global N_2O)

Cálculo de CO_{2eq} por uso combustibles fósiles en los cultivos de arroz en Valle la Conquista.

Cálculo de emisiones por uso de gasolina

Sabiendo que se obtuvo un valor promedio de uso por hectárea de 19,9 gl de gasolina multiplicado por el área total de estudio se tiene

Q_{gas} = $Q_{gas/ha}$ x S

Q_{gas} = 19,9gl x 291

Q_{gas} = 5790,9 gl

Q_{gas} = 5790,9 gl x 3,7854 L/ gl

Q_{gas} = 21920,93 L x D

Q_{gas} = 21920,93 L x 0,708 kg/L

Q_{gas} = 15520,02 kg

Qgas = 0,0155200189 Gg

Donde:

Q_{gas} = Cantidad de gasolina en Gigagramos Gg

S = Superficie total de cultivos de arroz en el área de estudio

D = Densidad de gasolina según Infocarbono.

Emisiones de CO_2 = Q_{gas} x VCN x FE

Emisiones de CO_2 = 0,0155200189 Gg x 42,90 TJ/Gg x 63895 kg CO_2/TJ

Emisiones de CO_2 = 42541,85 kg

Emisiones de CO_2 = 42,54 t

Donde:

Emisiones de CO_2 = Emisiones de CO_2 por tipo de combustible (α) en tCO_2

Donde Qgas = Cantidad de gasolina en Gigagramos Gg

VCN = Valor calorífico neto pro tipo de combustible según Inforcarbo

FE = Factor de emisión según Infocarbono

Emisiones de CO_{2eCH4} = Q_{gas} x VCN x FE x GWP_{CH4}

Emisiones de CO_{2eCH4} = 0,0155200189 Gg x 42,90 TJ/Gg x 25 kg CO_{2e}/TJ x 21

Emisiones de CO_{2eCH4} = 0,35 t

Donde:

Emisiones de CO_{2eCH4} = Emisiones de CO_{2e} por tipo de combustible (α) en tCO_{2e}

Donde Qgas = Cantidad de gasolina en Gigagramos Gg

VCN = Valor calorífico neto pro tipo de combustible según Inforcarbo

FE = Factor de emisión según Infocarbono

GWP_{CH4} = 21

Emisiones de CO_{2eN2O} = Q_{gas} x VCN x FE x GWP_{CH4}

Emisiones de CO_{2eN2O} = 0,0155200189 Gg x 42,90 TJ/Gg x 8 kg CO_{2e}/TJ x 310

Emisiones de CO_{2eN2O} = 1,65 t

Donde:

Emisiones de CO_{2eCH4} = Emisiones de CO_{2e} por tipo de combustible (α) en tCO_{2e}

Donde Qgas = Cantidad de gasolina en Gigagramos Gg

VCN = Valor calorífico neto pro tipo de combustible según Inforcarbo

FE = Factor de emisión según Infocarbono

GWP_{CH4} = 310

Cálculo de emisiones por uso de diesel

Sabiendo que se obtuvo un valor promedio de uso por hectárea de 26,4 gl de diésel multiplicado por el área total de estudio se tiene

$Q_{gas} = Q_{gas/ha}$ x S

Q_{gas} = 26,4 gl x 291

Q_{gas} = 7682,4 gl

Q_{gas} = 7682,4 gl x 3,7854 L/ gl

Q_{gas} = 29080.96 L x D

Q_{gas} = 29080.96 L x 0,87 kg/L

Q_{gas} = 25300,43 kg

Qgas = 0,0253 Gg

Donde:

Q_{gas} = Cantidad de diesel en Gigagramos Gg

S = Superficie total de cultivos de arroz en el área de estudio

D = Densidad de diesel según Infocarbono.

Emisiones de CO_2 = Q_{gas} x VCN x FE

Emisiones de CO_2 = 0,0253 Gg x 43,00 TJ/Gg x 74100,00 kg CO_2/TJ

Emisiones de CO_2 = 80614,77 kg

Emisiones de CO_2 = 80,61 t

Donde:

Emisiones de CO_2 = Emisiones de CO_2 por tipo de combustible en tCO_2

Donde Q_{gas} = Cantidad de diésel en Gigagramos Gg

VCN = Valor calorífico neto de deisel según Inforcarbo

FE = Factor de emisión según Infocarbono

Emisiones de CO_{2eCH4} = Q_{gas} x VCN x FE x GWP_{CH4}

Emisiones de CO_{2eCH4} = 0.0253 Gg x 43,00 TJ/Gg x 3,9 kg CO_{2e}/TJ x 21

Emisiones de CO_{2eCH4} = 4,24281 kg

Emisiones de CO_{2eCH4} = 0,09 t

Donde:

Emisiones de CO_{2eCH4} = Emisiones de CO_{2e} por tipo de combustible en tCO_{2e}

Donde Q_{gas} = Cantidad de diésel en Gigagramos Gg

VCN = Valor calorífico neto de deisel según Inforcarbo

FE = Factor de emisión según Infocarbono

GWP_{CH4} = 21

Emisiones de CO_{2eN20} = Q_{gas} x VCN x FE x GWP_{N20}

Emisiones de CO_{2eN20} = 0,0253 Gg x 43,00 TJ/Gg x 3,9 kg CO_{2e}/TJ x 310

Emisiones de CO_{2eN20} = 4,24281 kg

Emisiones de CO_{2eN20} = 1,32 t

Donde:

Emisiones de CO_{2eN20} = Emisiones de CO_{2e} por tipo de combustible en tCO_{2e}

Donde Q_{gas} = Cantidad de diésel en Gigagramos Gg

VCN = Valor calorífico neto de deisel según Inforcarbo

FE = Factor de emisión según Infocarbono

GWP_{CH4} = 310

Tabla 8

Total, de emisiones de CO_2 y CO_{2e} por consumo de combustible en los cultivos de arroz en Valle la Conquista.

GEI	Combustible	
	Gasolina	**Diesel**
CO_2 (t)	42,54	80,61
CH_4 (t)	0,35	0,09
N_2O (t)	1,65	1,32
Sub total CO_{2e}(t)	44,54	82,02
Total CO_{2e} (t)	126,56	

La tabla 8 muestra el total de emisiones de CO_2 y CO_{2e} proveniente del uso de combustibles fósiles en las diversas etapas o procesos del cultivo de arroz en Valle la Conquista, donde arroja un valor de 126,56 toneladas de CO_2 equivalente, durante una campaña de producción de arroz.

Los resultados obtenidos de los valores de emisiones de CO_2 y CO_{2e} proveniente del uso de combustibles fósiles en las diversas etapas o procesos del cultivo de arroz en el Centro Poblado Valle la Conquista, de una campaña de cultivo son los siguiente:

Tabla 9

Total, de emisiones de CO_{2e} proveniente del cultivo de arroz en Valle la Conquista

GEI	Toneladas
CO_{2e} por descomposición de materia orgánica (CH_4)	61,11
CO_{2e} por uso de fertilizantes nitrogenados (N_2O)	460,72
CO_{2e} por uso de combustibles fósiles	126,56
Total	648,39

La tabla 9 muestra el total de emisiones de carbono equivalente como resultado de la descomposición de materia orgánica en las pozas de arroz, un segundo aspecto muestra los resultados por el uso de fertilizantes nitrogenados y finalmente por el uso de combustibles fósiles en las diversas etapas, operación o procesos necesarios para el cultivo de arroz, abarcando desde la etapa previa del almacigado hasta la cosecha y su transporte hasta lo centro de acopio comercialización, durante una campaña del cultivo de arroz.

Las emisiones de metano (CH_4) producto de las diversas labores y actividades en el sembrío del cultivo de arroz fueron 61,11 toneladas en total, en relación con las 291 ha de cultivo arrojan un promedio de 209 kg/ha mismos, resultando una gran contribución de los Gases de Efecto Invernadero al ambiente; los valores de óxido nitroso N_2O obtenidos de la investigación hacen un total por campaña de cultivo de 1580,75 kg/ha, de ello se puede indicar que existe una incidencia significativa del sistema de producción de arroz en la huella de carbono referido al CO_{2e} por descomposición de materia orgánica (CH_4), por uso de fertilizantes nitrogenados (N_2O) y CO_{2e} por uso de combustibles fósiles en el Centro Poblado Valle de la Conquista, haciendo un total de 648,39 toneladas.

3.5. Discusiones.

La huella de carbono obtenido en la presente investigación arroja resultados de 648,39 t CO_2 los mismo que si lo relacionamos con las 291 hectáreas de arroz existentes en la zona de estudio y el rendimiento promedio de las 9,15 toneladas arroja como resultado unos 243,37 kg CO_{2e}/t de arroz producida en el Valle la Conquista, mismo que es

superior a la huella de carbono obtenido por Andrade, Campo y Segura (2014), en Huila, Colombia, en donde obtuvo 163,3 kg CO_{2e}/t, dicho valores obtenidos en este último caso son producto de las actividades de maquinaria, transporte, fertilización y aplicaciones, en donde la actividad principal que emite más dióxido de carbono es la fertilización con elementos nitrogenados, pero que sin embargo hay que destacar que esta no mide la emisión de CO_{2e} como resultado de las emisiones de metano producto de la fermentación anaeróbica de los restos vegetales en las pozas de sembrío de este cultivo, motivo por el cual los resultados son más bajos a los obtenidos en la presente investigación en la cual si se consideró tal aspecto, además de los demás ítems de la investigación de contraste.

La cantidad de hectáreas del cultivo de arroz en el Centro Poblado Valle la Conquista son 291, mismas que según lo manifestado por el GORESAM (2018), estas en relación de con las 47 mil 11 hectáreas de cultivos de arroz del Alto Mayo estas significan en términos porcentuales tan sólo un 0,92% evidenciando que en el Alto Mayo esta es unas de las principales actividades que los agricultores realizan.

Las emisiones de metano (CH_4) producto de las diversas labores y actividades en el sembrío del cultivo de arroz fueron 61,11 toneladas en total mismas que en relación con las 291 ha, arrojando un promedio de 209 kg/ha mismos que son inferiores a los resultados obtenidos por Capurro et. Al (2015) en Uruguay en donde obtiene un valor de 235 kg/ha, resultando una contribución mayor a los Gases de Efecto Invernadero; en la mimas investigación también cuantificaron el óxido nitroso N_2O a razón de 1kg/ha el cual muy inferior a los 1580,75 kg/ha que se obtuvo en la presente investigación, radicando esta diferencia en las regulaciones que existe en dicho país para el uso de fertilizantes nitrogenados, además de que los sistemas de siembra son diferentes.

CONCLUSIONES

A partir de la encuesta aplicada y mediante el contraste a través del uso de las herramientas de geolocalización global se determinó que en la zona denominada Valle la Conquista, del distrito y provincia de Moyobamba, existen un promedio de 291 hectáreas de área destinada al cultivo de arroz (*Oryza sativa*), mismos que son trabajados de manera permanente por los agricultores de la zona.

Entre las labores de preparación del terreno destaca en un primer aspecto la limpieza del mismo y posterior batido a través del uso de medios mecánicos (motocultor) y manuales para el establecimiento del almacigo, posteriormente mientras el almacigo se desarrolla se realizan labores de limpieza, acondicionamiento, inundación y batido en las áreas destinadas para el establecimiento en terreno definitivo del cultivo de arroz en el sector Valle la Conquista, mientras una vez ya establecido el cultivo ya no se realiza más labores de preparación del terreno, sino más bien labores culturales, inundación, seca, fertilizaciones y posterior cosecha mediante el uso de equipos mecánicos.

Los datos obtenidos evidencian que como valor promedio los agricultores en Valle la Conquista 260 kg de nitrógeno por hectárea de cultivo de arroz, mismo que está considerando desde los fertilizantes aplicados al almacigo y cultivo propiamente dicho, en lo referido a los combustibles utilizados se detectó que los agricultores utilizan dos tipos de estos, destacando en un primer aspecto el diésel a razón de 26,4 gl/ha, seguido del uso de gasolina a razón de 19,9 gl/ha, los cuales que sumados en las 291 hectáreas dan como resultado un total de 12678,6 gl de combustibles por campaña de cultivo de arroz; además en lo referido al rendimiento se obtuvo valores que oscilan entre las 9,15 t/ha.

El sistema de producción de arroz bajo inundación intermitente detectado en el Centro Poblado Valle la Conquista da como resultado un total de 648,39 toneladas emisiones de CO_2 por periodo de cultivo, mismos que son resultado de la suma tanto de la emisiones de CO_{2e} producto de las labores propias del cultivo de arroz, además del uso de fertilizantes nitrogenados y finalmente del uso de combustibles fósiles, por tanto se concluye que si incide de manera significativa en la huella de carbono del Centro Poblado en cuestión.

RECOMENDACIONES

A los agricultores del Centro Poblado Valle la Conquista a ir utilizando cada vez tecnologías, fertilizantes y prácticas que contribuyan con La disminución de los gases de efecto invernadero y con ello promover el cuidado del ambiente en nuestra región y en nuestro 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, herbicidas 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

ANDRADE, H., CAMPO, O., y SEGURA, M. *Huella de carbono del sistema de producción de arroz (Oryza sativa) en el municipio de Campoalegre, Huila, Colombia.* Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria [en línea]. Enero-junio, 2014, 15(1), 25-31 [fecha de consulta: 15 de noviembre del 2020]. Disponible en: http://www.scielo.org.co/pdf/ccta/v15n1/v15n1a04.pdf.

CAPURRO, ET AL. Cuantificación de emisiones de metano y óxido nitroso bajo dos manejos del riego contrastantes en el cultivo de arroz, 2015. [fecha de consulta: 16 de octubre del 2020]. Disponible en: https:

CATALÁ G. *Diseño y validación de un procedimiento de cálculo de la huella de carbono en una administración local*. Tesis para optar el grado de Doctor, Universidad Miguel Hernández de Elche, Elche, España. 2013.

FAO. *Emissions Database, 2020*. [En línea] [consulta: 23-octubre-2020]. Disponible en: http://www.fao.org/3/a-i4260s.pdf

FAOSTAT. *Datos sobre alimentación y agricultura*. *Emisiones – Agricultura; Cultivo del arroz* [En línea] 2020. [consulta: 26-octubre-2020]. Disponible en: http://www.fao.org/faostat/es/#data/GR

FAO. *Bosques urbanos: un llamado a repensar el futuro de las ciudades, 2019* [fecha de consulta: 26 de octubre del 2020]. Disponible en: http://www.fao.org/americas/noticias/ver/es/c/1251218/

GORESAM. Nueva variedad de arroz rinde más de diez toneladas por hectárea. 2018. [fecha de consulta: 15 de noviembre de 2020]. Disponible en: https://www.regionsanmartin.gob.pe/Noticias?url=noticia&id=5423#:~:text=El%20arroz%2C%20es%20uno%20de,de%2047%20mil%2011%20hect%C3%A1reas

INFOAGRO.COM. *Madrid 2020, El cultivo del arroz*. [En línea] [consulta: 23-octubre-2020]. Disponible en: https://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/arroz.htm

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRICOLAS (INIA). *Producción de arroz: Buenas prácticas agrícolas*. 1° ed. Santiago: Grafica Andes impresores, 2015. ISSN: 0717 4829.

IPCC. *Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático* [Equipo de redacción principal: Pachauri, R.K. y Reisinger, A. (directores de la publicación)]. [en línea]. 1ª ed. Ginebra, Suiza: IPCC, 2007. [Consulta: 26 oct. 2020] Disponible en: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ar4_syr_sp.pdf

INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA EN TECNOLOGÍA AGROPECUARIA. *Manual de recomendaciones del cultivo de arroz* [en línea]. San José: INTA, 2009 [fecha de consulta: 26 de octubre del 2020]. Disponible en:http://www.platicar.go.cr/images/buscador/documents/pdf/2018/Cultivo_de_arroz_Tinoco_2009_min_edited.pdf

MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA. *Guía para el cálculo de la huella de carbono y para la elaboración de un plan de mejora de una organización* [en línea]. Cataluña: Editorial de la Oficina Española de Cambio Climático, 2015 [fecha de consulta: 25 de octubre del 2020]. Disponible en: https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/guia_huella_carbono_tcm30-479093.pdf

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO. *Plan nacional de cultivos: campa agrícola 2019-2020*. [en línea]. Lima: DGPDA, 2019 [fecha de consulta: 26 de octubre del 2020]. Disponible en: https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/471867/Plan_Nacional_de_Cultivos_2019_2020b.pdf

OFICINA CATALANA DEL CAMBIO CLIMÁTICO. *Guía práctica para el cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)* [en línea]. Cataluña: Editorial de la oficina catalana del cambio climático, 2020 [fecha de consulta: 26 de octubre del 2020]. Disponible en: https://canviclimatic.gencat.cat/es/detalls/Article/Guia-de-calcul-demissions-de-GEI.

SEGURA, Milena A.; ANDRADE, Hernán J. *Huella de carbono en cadenas productivas de café (Coffea arabica L.) con diferentes estándares de certificación en Costa Rica* [en línea]. Trabajo fin de máster. Universidad de Caldas, 2012. [consultado: 26 octubre 2020]. Disponible en: http://www.scielo.org.co/pdf/luaz/n35/n35a05.pdf

WIDMANN, T. y MINX, J. *A Definition of 'Carbon Footprint*, Hauppauge NY, USA: Nova Science Publishers. 2007

ANEXOS

Anexo 1. Ficha de encuesta**.**

INSTRUMENTO DE UNIDAD PRODUCTIVAS DE ARROZ.

La siguiente constituye una encuesta, que permitirá conocer las unidades productivas de arroz que existen en el área de influencia del Centro Poblado de Valle de la Conquista del Distrito de Moyobamba.

Tesis:

Incidencia del sistema de producción de arroz (*Oryza sativa*) en la huella de carbono en Centro Poblado Valle la Conquista del distrito de Moyobamba.

1.1.Edad del propietario……..……

1.2. Años como agricultor……

1.3. Grado de instrucción:

1	Primaria incompleta
2	Primaria completa
3	Secundaria incompleta
4	Secundaria completa
5	Superior

1.4. Número de hectáreas que posee……

1.5. Condición del terreno:

1	Titulada
2	Certificado de posesión
3	Prestada
4	Otros

1.6. Tipo de sistema de suministro de agua

1	Riego por gravedad
2	Riego por bombeo
3	Otro

1.7. Tipo de fertilizante que utiliza:

1	Nitrógeno
2	Fosforo
3	Potasio
4	Magnesio
5	Azufre
6	Otros

1.8. Cantidad de fertilizante que utiliza por hectárea:

N°	Fertilizante	Cantidad / ha
1	Nitrógeno	
2	Fosforo	
3	Potasio	
4	Magnesio	
5	Azufre	
6	Otros	

1.9. Maquinaria y/0 equipos que utiliza en el proceso de producción de arroz.

N°	Maquinaria y/o equipo	Etapa de producción
1		
2		
3		
4		
5		

1.10. Tipo y cantidad de combustible que utiliza en el proceso de producción de arroz.

N°	Tipo de combustible	Cantidad
1		
2		
3		
4		
5		

1.11. ¿Cuánta producción de arroz, cosechó en el último periodo de siembra por hectárea?

N°	Especie	Cantidad /ha
1		
2		
3		
4		
5		

Anexo 2: Resultados de la encuesta.

Edad del propietario

Rango	Cantidad	%
Entre 15 a 20 años	0	0
Entre 21 a 25 años	1	5
Entre 26 a 30 años	3	15
Entre 31 a 35 años	7	35
Entre 36 a 40 años	4	20
Entre 41 a 45 años	2	10
Mas de 45 años	3	15
TOTAL	20	100

Años como agricultor (Cultivo de arroz)

Rango	Cantidad	%
De 0 - 5 años	4	20
De 6 - 10 años	11	55
De 11 - 15 años	3	15
De 16 a más	2	10
TOTAL	20	100

Número de hectáreas que posee

Rango	Cantidad	%
De 0 a 5 ha	2	10
De 6 a 10 ha	12	60
De 11 a 15 ha	4	20
De 16 a 20 ha	2	10
De 20 a más ha	1	5
TOTAL	20	100

Condición del terreno:

Posesión	Cantidad	%
Titulada	3	15
Certificado de posesión	13	65
Arrendados	4	20
otros	0	0
TOTAL	20	100

Tipo de sistema de suministro de agua

Posesión	Cantidad	%
Riego por gravedad	16	80
Riego por bombeo (*)	4	20
Otro	0	0
TOTAL	20	100

* El sistema de bombeo se utiliza especialmente en épocas de verano, cuando el nivel canal de regadío no abastece.

Tipo de fertilizante que utiliza:

Tipo	Cantidad
Nitrógeno	20
Fosforo	20
Potasio	20
Magnesio	20
Azufre	20
Calcio	20

Cantidad de fertilizante que utiliza por hectárea:

Fertilizante	Cantidad en unidades			
	Almácigo	Posterior a trasplante	A los 45 días	Punto de algodón
Nitrógeno	10	100	100	50
Fosforo		100		
Potasio		50	100	100
Magnesio				100
Azufre				
Calcio				80

Maquinaria y/o equipos que utiliza en el proceso de producción de arroz.

Maquinaria y/o equipo	Cantidad	Etapa de producción
Motocultor	18	Preparación de terreno: Para almácigo Siembra definitiva del arroz
Fumigadora	20	En almácigo Posterior al transplante A los 45 días Punto de algodón
Chaleadora	20	Labores culturales (Cultivo de las parcelas y bordes)
Cosechadora	18	En cosecha del arroz
Motobomba	4	Lo utilizan en época de sequía

2 de los agricultores entrevistados mencionan que no utilizan ni tractor ni cosechadora, lo realizan en forma manual.

Tipo y cantidad de combustible que utiliza en el proceso de producción de arroz.

Tipo de combustible	Cantidad (gal/ha)
Diesel	26.4
Gasolina de 84	19.4

¿Cuánta producción de arroz, cosechó en el último periodo de siembra por hectárea?

Rango	Cantidad	%
5 toneladas /ha	1	5
8 toneladas /ha	8	40
10 toneladas /ha	11	55
TOTAL	20	100

Anexo 3: Panel fotográfico.

Figura 12. Encuesta a propietarios y procesionarios.

Figura 13. Establecimiento en campo definitivo.

Figura 14. A los 45 días de la siembra en campo definitivo.

Figura 15. Canales de regadío.