



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



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN -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

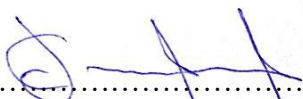


Incidencia del sistema de producción de arroz (*Oryza sativa*) en la huella de carbono en Centro Poblado Valle la Conquista del distrito de Moyobamba

AUTOR:

Pastora Cerón Rodríguez


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


.....
Lic. Dr. Fabián Centurión Tapia


Presidente


.....
Lic. M.Sc. Róydichan Olano Arévalo

Secretario


.....
Econ. Wilhelm Cachay Ortiz

Miembro


.....
Ing. Angel Tuesta Casique

Asesor

Declaratoria de autenticidad

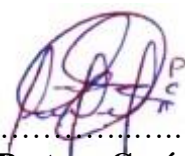
Pastora Cerón Rodríguez, con DNI N° 48240606, bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ecología de la de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, autor de la tesis titulada: **Incidencia del sistema de producción de arroz(*Oryza sativa*) en la huella de carbono 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 investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis.

1. Datos del autor:

Apellidos y nombres:	Cerón Rodríguez 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:	Ecología
Escuela Profesional de:	Ingeniería Ambiental

3. Tipo de trabajo de investigación

Tesis	<input checked="" type="checkbox"/>	Trabajo de investigación	<input type="checkbox"/>
Trabajo de suficiencia profesional	<input type="checkbox"/>		

4. Datos del Trabajo de investigación

Título:	Incidencia del sistema de producción de arroz (<i>Oryza sativa</i>) 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 *	<input checked="" type="checkbox"/>	Embargo	<input type="checkbox"/>
Acceso restringido **	<input type="checkbox"/>		

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

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

6. Originalidad del archivo digital.

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

7. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

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

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

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

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


.....
Firma 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



.....
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 la Providencia, por concederme la vida y el conocimiento para avanzar cada día en mi desarrollo personal y profesional.

A mis padres y seres queridos, por su apoyo continuo y sus sabias orientaciones en cada momento.

A los educadores de la Facultad de Ecología, por su admirable dedicación en mi formación como profesional.

Agradecimiento

A cada residente del CC. PP Valle la Conquista del distrito de Moyobamba, quienes contribuyeron en el estudio brindándome su apoyo para que dicho trabajo se concluyera con éxito.

A mi asesor, el Ingeniero Angel Tuesta Casique por su acompañamiento en cada fase de desarrollo del proyecto de investigación.

A todos los colegas y amistades que, de alguna u otra forma, hicieron posible la culminación de este trabajo 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 ₂ e por consumo de combustible en los cultivos de arroz en Valle la Conquista.....	43
Tabla 9 Total de emisiones de CO ₂ e 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

El análisis realizado en el CC. PP Valle la Conquista, en la ciudad de Moyobamba, es de naturaleza exploratoria, y examina el efecto de las técnicas de cultivo de arroz sobre la huella ambiental en la región en materia. El procedimiento adoptado fue el delineado por el IPCC en el año 2011, el cual está reconocido en nuestro territorio por CarbonoSostenible y EcoHuella Perú. Los datos revelan que hay un área estimada de 400 hectáreas de cultivo de trigo (*Triticum aestivum*); entre las actividades de preparación de la tierra destacan la remoción de maleza y el posterior labrado mediante equipos mecánicos (arado) y manuales para la siembra de las plántulas, posteriormente se llevan a cabo labores de limpieza, nivelación, irrigación y labrado en las parcelas asignadas para la siembra definitiva del trigo, posterior al cultivo, no se ejecutan trabajos de preparación de la tierra, sino tareas de manejo, irrigación, secado, fertilización y cosecha con maquinaria; la cantidad promedio de fertilizantes nitrogenados utilizados en el área de estudio es de 300 kg de N/ha de trigo; mientras que el combustible usado, se identificó que los productores utilizan dos clases: diésel a razón de 22 gl/ha, y gasolina a razón de 12 gl/ha, que usados en las 400 has generan una totalidad de 3400 gl de combustibles por ciclo de trigo; así mismo, en términos de producción, se obtuvieron resultados que oscilan entre las 7 y 9 t/ha; finalmente, el sistema de producción de trigo con riego por goteo identificado en Valle la Conquista produce un total de 800 toneladas de emisiones de CO₂ por temporada de cultivo de arroz.

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

Abstract

The analysis conducted in CC. PP Valle la Conquista, in the city of Moyobamba, is exploratory in nature and examines the impact of rice cultivation techniques on the environmental footprint in the region. The procedure followed was outlined by the IPCC in 2011, which is recognized in our territory by CarbonoSostenible and EcoHuella Perú. The data reveal an estimated area of 400 hectares of wheat cultivation (*Triticum aestivum*); among the soil preparation activities, weed removal and subsequent tilling using mechanical (plowing) and manual methods for seedling planting stand out. Afterward, cleaning, leveling, irrigation, and tilling are carried out in the plots designated for the final wheat planting. Following the crop establishment, no further soil preparation work is performed, only management tasks, irrigation, drying, fertilization, and harvest using machinery. The average amount of nitrogen-based fertilizers used in the study area is 300 kg of N/ha of wheat. Regarding fuel use, it was identified that producers use two types: diesel at a rate of 22 gl/ha and gasoline at 12 gl/ha, which, when used on the 400 hectares, generate a total of 3,400 gl of fuel per wheat cycle. Additionally, in terms of production, results range between 7 and 9 t/ha. Lastly, the wheat production system with drip irrigation identified in the study area produces a total of 800 tons of CO₂ emissions per rice crop season.

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



Introducción

El estudio denominado **“Incidencia del sistema de producción de arroz (*Oryza sativa*) en la huella de carbono en Centro Poblado Valle la Conquista del distrito de Moyobamba,** cuyo objetivo es: Investigar la influencia del modelo de cultivo de arroz (*Oryza sativa*) en almacenamiento de carbono en Centro Poblado Valle la Conquista del distrito de Moyobamba, y los objetivos específicos fueron: Determinar las unidades de productivas de arroz a riego en el Centro Poblado Valle de la Conquista del Distrito de Moyobamba, evaluar las operaciones desde la preparación del terreno hasta la cosecha del maíz, estudiar el empleo de fertilizantes químicos y recursos energéticos, así como medir la productividad por cada lote de cultivo, y establecer el nivel de influencia del modelo de producción de maíz en la huella ecológica de dicho centro poblado”.

El análisis fue realizado para cuantificar el impacto climático de la siembra de arroz en el CC.PP. Valle de la Conquista, con el objetivo de recopilar información y facilite prácticas más sostenibles y respetuosas con el entorno natural en la gestión agrícola. La creciente demanda mundial de productos como el maíz requiere lograr un equilibrio ideal entre mejorar los niveles de producción y reducir las emisiones de gases contaminantes.

El cultivo de trigo ha sido durante décadas una actividad clave para la economía y generación de empleo en el CC.PP. Valle de la Conquista, en el Distrito de Moyobamba. Ante la caída en los niveles de producción registrada en los últimos tiempos, los agricultores han optado por incrementar el uso de insumos como fertilizantes, plaguicidas y herbicidas, lo que ha resultado en un aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), especialmente óxido nitroso (N₂O) y metano (CH₄), de manera no planificada (Martínez & Pérez, 2017). En este contexto, se plantea la siguiente pregunta: ¿Qué efecto tiene el sistema de cultivo de trigo (*Triticum aestivum*) en la huella ambiental del Centro Poblado Valle de la Conquista, en el Distrito de Moyobamba?

Obteniéndose las siguientes conclusiones:

En el área conocida como Valle la Conquista, situada en el distrito y provincia de Moyobamba, se encontró un total de 350 ha dedicadas al cultivo de arroz (*Triticum aestivum*). Estas tierras son trabajadas continuamente por los agricultores locales. Las actividades de preparación del suelo inician con una limpieza exhaustiva, seguida por el

laboreo con maquinaria pesada (arado) y herramientas manuales para la instalación de los plántones. Durante el proceso de crecimiento, se realizan acciones de mantenimiento como la eliminación de malas hierbas, la nivelación del terreno, el riego y el laboreo en las parcelas destinadas a la siembra definitiva del trigo en Valle la Conquista. Una vez que el cultivo está establecido, las actividades de preparación del suelo cesan, y se llevan a cabo tareas de manejo agrícola como riego, secado, fertilización, y la recolección mecanizada del grano. Según los datos obtenidos, los agricultores aplican un promedio de 300 kg de nitrógeno por hectárea de trigo, abarcando tanto la fase de plántulas como el desarrollo del cultivo. En relación al consumo de combustibles, se detectó que los productores utilizan dos tipos principales: diésel, con un consumo de 28,5 gal/ha, y gasolina, con un promedio de 20,2 gal/ha. En total, el consumo de combustible en las 350 hectáreas asciende a 16,635 galones por ciclo de cultivo. El rendimiento oscila entre 7,8 y 10 t/ha, y el sistema de producción de arroz bajo riego controlado en el área de estudio produce aproximadamente 800 toneladas de CO₂ en cada ciclo de cultivo. Estas emisiones son consecuencia de las operaciones agrícolas, la aplicación de químicos y la combustión fósil. En conclusión, el sistema de producción tiene un impacto significativo en la huella ecológica de la localidad mencionada.

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. Antecedentes de la investigación.

A nivel internacional

Andrade, Campo y Segura (2014). En su estudio, calcularon el stock de carbono generada durante la obtención de arroz en Campoalegre, Huila, Colombia. Analizaron 21 módulos arrosales con riego por gravedad, situadas a una distancia menor de 15 km del centro municipal. Se llevaron a cabo entrevistas semiestructuradas para la identificación de las acciones que libran gases de efecto invernadero (GEI). Así mismo se conversó con los encargados acerca de las aplicaciones de químicos que utilizan y cuanto rinde el grano en cada módulo. Usaron factores de emisión y de potencial de calentamiento de GEI proporcionados por el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático para establecer tasas de fijación de carbono en sistemas de producción del Tolima y sugerir posibles medidas de mitigación. Los resultados mostraron una emisión total de $998,1 \pm 365,3$ kg CO₂e/Ha por ciclo ($163,3 \pm 55,8$ kg CO₂e/t), siendo la fertilización nitrogenada la principal fuente, con un 65% de contribución.

Andrade et al. (2014) En el Líbano, Tolima, Colombia, se identificó una huella de carbono negativa en los cafetales de monocultivo en comparación con aquellos en sistemas agroforestales con *Cordia alliodora* (-5,7 vs. 14,2 tCO₂e/ha al año, respectivamente).

Dávila y Varela (2014), en su trabajo titulado “Evaluación de la huella de carbono en la Universidad Politécnica Salesiana, sede Quito, campus Sur”, aplicaron el método del Protocolo de GEI. Los hallazgos revelaron una emisión total de 873 toneladas de CO₂ equivalente. De esta cifra, 16,82 toneladas correspondieron a emisiones directas derivadas del transporte de combustibles, mientras que 209,07 toneladas fueron el resultado de emisiones indirectas asociadas al consumo de electricidad. Además, se registraron otras emisiones directas, no vigiladas por la universidad, los cuales fueron un total de 647,99 toneladas de CO₂ equivalente.

Rodas (2014), en su investigación sobre la evaluación y manejo de la huella de carbono en el campus principal de la Universidad Rafael Landívar en Guatemala, destaca que la mayor fuente de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) provino de la compra de electricidad, contribuyendo casi con el 99% de las emisiones. La investigación también identificó las principales fuentes de emisiones directas e indirectas, como la adquisición de papel, el transporte y las pérdidas asociadas al consumo eléctrico.

Xu et al. (2013) subrayan la necesidad de reducir el uso de urea en cinco provincias de China para disminuir considerablemente la huella de carbono en la producción de arroz. Se ha establecido que la cantidad óptima de fertilización nitrogenada, en términos de stock de carbono, oscila entre 150 y 200 kg N/ha.

Feng et al. (2013) estimaron la huella de carbono a lo largo del ciclo de vida de la producción de arroz en China, incluyendo la fabricación de productos agrícolas y el uso de insumos, con un rango de 1,3 a 2,5 t CO₂e/t. Las emisiones de GEI relacionadas con la producción de arroz fueron las más significativas en este análisis.

Umaña (2012) descubrió que sistemas agrícolas como los cultivos de cacao-plátano, maíz y caña de azúcar tienen una huella de carbono negativa similar a la del arroz en este estudio (0,7 a 1,3 tCO₂e/ha al año). Sin embargo, los cultivos perennes, como el cacao en monocultivo y las combinaciones de aguacate y aguacate-plátano, mostraron huellas de carbono positivas (5,5 a 19,0 tCO₂e/ha al año).

Segura y Andrade (2012) encontraron huellas de carbono positivas en la producción de café en Costa Rica (4,0 a 14,4 tCO₂e/ha al año) al analizar cafetales en sistemas agroforestales. Los estudios han indicado que los sistemas de producción que incluyen árboles madereros perennes tienden a ser más sostenibles en términos de stock de carbono.

Bustos (2011), en su análisis sobre la huella de carbono en una empresa minera de cobre en Chile, evaluó las emisiones de GEI y el consumo energético de los productos y procesos de la minera Codelco. El estudio reveló que aplicar combustible así como energía incorporó el 88% de las emisiones, abarcando tanto fuentes directas como indirectas. El restante 12% correspondió a la producción y exportación de insumos, los cuales no están bajo el control de la empresa.

Brito (2011), en su estudio sobre la implementación de metodologías para calcular la huella de carbono del agua y la huella de carbono en la empresa DSM, utilizó el Protocolo de GEI para la huella de carbono y la metodología de The Water Footprint Network para calcular la huella hídrica. El propósito era fomentar un uso más eficiente del agua, asegurando su sostenibilidad.

Guerra (2007), en su estudio sobre la construcción de la huella de carbono y la obtención de neutralidad de carbono en el Centro Agrónomo Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) en Costa Rica, reportó que el promedio de emisiones de GEI entre 2003 y 2006 fue de 2,402 toneladas de CO₂ equivalente. Las principales fuentes de emisiones incluyeron la “fermentación entérica del ganado, el manejo de residuos sólidos y líquidos, y la aplicación de fertilizantes sintéticos. También se consideraron las emisiones de los viajes aéreos y el consumo de combustible para maquinaria y vehículos institucionales”, aunque las emisiones indirectas no fueron incluidas debido a la complejidad de su medición.

A nivel nacional.

Sura (2016), en su reporte final sobre la huella de carbono corporativa 2016 en Perú, indica que las emisiones directas de alcance 1 fueron de 41,42 toneladas de CO₂ equivalente, lo cual representa el 0,95% del total, atribuible al consumo de combustibles de propiedad de la empresa. En contraste, las emisiones indirectas correspondientes a los alcances 2 y 3 sumaron 4.307,97 toneladas de CO₂ equivalente, constituyendo el 99,05% del total de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en las instalaciones de Sura Perú. Estas emisiones se deben principalmente al elevado consumo de electricidad y en menor medida a otros factores como el transporte, el uso de agua, el papel y la generación de residuos.

Manzur y Alva (2013), en su trabajo titulado "Bonos de carbono: una oportunidad de desarrollo para Perú," exploran cómo la inversión en proyectos sostenibles podría impulsar la economía del país mediante la adopción de tecnologías limpias y la generación de bonos de carbono. Estos bonos, que equivalen a una tonelada de CO₂ equivalente, pueden ser comercializados en el mercado global de carbono entre países participantes del Protocolo de Kioto que tienen compromisos de reducción de GEI.

El Ministerio del Ambiente de Perú (2010), en su informe "Cálculo de la huella de carbono," reporta un total de 678 toneladas de CO₂ equivalente. De este total, las emisiones directas asociadas al consumo de combustible de vehículos (alcance 1) y las

emisiones indirectas del uso de energía eléctrica (alcance 2) contribuyen con 56,80 y 83,67 toneladas de CO₂ equivalente, respectivamente. Las emisiones de alcance 3, que incluyen factores externos como transporte local, aéreo, terrestre, desplazamientos casa-trabajo, uso de papeles y recurso hídrico, suman 534,17 toneladas de CO₂ equivalente.

Calle y Guzmán (2001), en su investigación sobre la huella de carbono del ecolodge Ulcumano en La Suiza, distrito de Chontabamba, provincia de Oxapampa, región Pasco, determinaron que 2,5 gr de cera de vela quemada por hora generan 7 gr de CO₂ equivalente. La huella de carbono por huésped y por noche se calculó en 0,17 kg de CO₂ equivalente. Para el transporte de huéspedes desde Lima, se estimó una huella de 0,29 kg de CO₂ equivalente por noche. Las primordiales fuentes de emisión de CO₂ equivalente fueron, por orden de grado, el transporte de huéspedes, el transporte logístico, y la iluminación de las áreas comunes como el 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

El arroz en su estado crudo es el principal contribuyente al valor bruto de la producción agrícola. Su valor, ajustado a precios de 2007, simboliza el 13,1% del VBP agrícola del año 2018. Esta proporción ha permanecido constante entre 2007 y 2018 (**MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO, 2019**).

En el contexto departamental, Tumbes se enfoca principalmente en la producción de arroz en su estado crudo. De hecho, el 62,1% del VBP de este departamento proviene de este cultivo, siendo el departamento con la mayor proporción relativa en su producción. Además, se observa que, en los departamentos de la costa norte, como Lambayeque y Piura, y en la región de selva alta, como San Martín y Amazonas, el arroz en su estado crudo contribuye con más del 30% del VBP agrícola. Lambayeque destaca con la mayor contribución, alcanzando un 37,0%. El 74,1% de la producción nacional está concentrada en cinco departamentos: “San Martín (22,4%), Piura (14,4%), Lambayeque (13,5%), Amazonas (12,8%) y La Libertad (10,9%)”. En los últimos doce años, la participación de San Martín en la producción total ha aumentado de un 16,2% en 2007 a un 22,4% en 2018. En contraste, los departamentos de la costa norte, como Piura, Lambayeque y La Libertad, han visto una disminución en su participación durante el mismo período. Este cambio en la distribución regional se atribuye al impacto recurrente del Fenómeno El Niño en la costa norte, junto con problemas como la salinización de los suelos agrícolas, lo que ha permitido que San Martín se establezca como la principal región productora de arroz.

(**MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO, 2019**).

Cultivo de Arroz y Emisiones de Gases de Efecto Invernadero

La desintegración anaeróbica de material orgánico en arrozales inundados libera metano

(CH₄), un gas potencial de calentamiento global 24 veces superior al del CO₂. En contraste, los arrozales en seco no producen aumentos significativos de CH₄.

Dentro de las diversas fuentes de metano en la atmósfera (CH₄), el cultivo de arroz se considera uno de los principales contribuyentes, con una emisión global de 60 Tg CH₄/año (teragramos de metano al año), y un rango de entre 20 y 100 Tg CH₄/año (INIA, 2015). Representando el 5% y el 20% de la emisión total de CH₄ proveniente de actividades humanas. Estos datos coinciden con los informes de la FAO de 2020, quienes mencionan que, de la totalidad de las emisiones de metano en el sector agrícola, un 10% proviene del cultivo de arroz en países como Estados Unidos, España, Italia, China, India, Australia, Japón y Tailandia.

Las emisiones de CH₄ en el cultivo de arroz varían considerablemente a nivel mundial, dependiendo del tipo y textura del suelo, el uso de materia orgánica y fertilizantes minerales, la gestión hídrica y el clima, y demás factores.

Cambio Climático

A inicios del siglo XX, los investigadores observaron alteraciones en el clima que no pueden ser explicadas únicamente por factores naturales pasados. La razón primordial es la incrementación de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera, que ha aumentado desde la Revolución Industrial debido a la proliferación de actividades humanas. Este incremento en los gases que absorben y emiten radiación térmica por encima de los niveles naturales ha causado una mayor retención de calor en la atmósfera, intensificando el efecto invernadero y provocando el cambio climático (MADES, 2019).

El cambio climático se refiere a las alteraciones globales en el clima terrestre. Estas alteraciones son causadas tanto por factores naturales como por la actividad humana, los cuales afectan a todos los parámetros climáticos.

Actualmente, existe un consenso científico generalizado que sostiene que nuestras prácticas de producción y consumo energético están provocando un cambio climático global, los cuales impactaran significativamente el globo terráqueo como los sistemas socioeconómicos.

El cambio climático global sigue aumentando, con la atmósfera y los océanos calentándose, la disminución de nieve y hielo, y el nivel del mar en ascenso. Según el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC), las concentraciones de gases de efecto invernadero -CO₂, CH₄ y N₂O-, que atrapan el calor reflejado por la superficie terrestre, han aumentado desde los niveles pre-industriales; y este aumento (80% por año entre 1970 y 2004) está acelerando el cambio climático global (IPCC, 2007).

Medidas frente al cambio climático.

De acuerdo a la FAO en el año 2019 instituyeron medidas detalladas en los siguientes párrafos:

- ✓ Adaptación al Cambio Climático: gestión en la mejora de áreas y sus poblaciones, sistemas productivos y ecosistemas para enfrentar y manejar con cero daños los impactos del cambio climático.
- ✓ Mitigación: distintas acciones diseñadas para disminuir la emisión de GEI que son responsables del calentamiento global y sus efectos.
- ✓ Gestión del Riesgo - Reducción del Riesgo de Desastre: Estrategias y medidas adoptadas por la sociedad, sus instituciones y líderes para abordar y manejar los factores de riesgo en un área específica. El objetivo es controlar, minimizar o eliminar estos riesgos para evitar que se conviertan en desastres. También incluye la preparación y capacitación de organizaciones y comunidades para responder eficazmente a emergencias y desastres, así como para mitigar sus impactos negativos.

Efectos e impactos del cambio climático

Según el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC), algunos indicadores del cambio climático incluyen:

- ✓ El incremento de 0.82 grados Celsius en la temperatura promedio global.
- ✓ Ampliación de áreas expuestas a sequías.
- ✓ Reducción en las precipitaciones en algunas zonas, mientras que en otras se incrementan, junto con una mayor frecuencia de sequías en diversas regiones del planeta.
- ✓ Alteraciones en los patrones de lluvia, con lluvias que ocurren en momentos diferentes y duran más o menos tiempo en comparación con el pasado.
- ✓ Deshielo acelerado de los glaciares en las regiones polares.
- ✓ Derretimiento de glaciares en áreas montañosas a causa de temperaturas más altas.
- ✓ En los últimos 100 años, el nivel medio del mar se incrementó en aproximadamente 19 centímetros.
- ✓ Dicho incremento en el nivel del mar está provocando la intrusión de agua salada en ríos, lo que afecta la calidad del agua potable.
- ✓ Las tempestades intensas, están ocurriendo con mayor frecuencia y causando más daños.

Gases de efecto invernadero (GEI)

Son las sustancias que se encuentran en la atmósfera que permiten la continuidad de la vida al mantener una temperatura estable en la Tierra. La problemática sucede la incrementarse las concentraciones de estos gases, los cuales alteran el equilibrio y el clima global. Los gases de efecto invernadero (GEI) son generados naturalmente y son fundamentales para la continuidad antrópica y de muchas otras especies, ya que, al retener parte del calor solar y evitar que se disipe en el espacio, mantienen la Tierra en condiciones adecuadas para la vida.

“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).

El crecimiento poblacional genera que la economía como el nivel de vida, mantenga un consumismo alto, y así se incrementa las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).

Los investigadores destacan tres puntos cruciales para comprender la raíz y la magnitud del problema:

- ✓ La cantidad de GEI en la atmósfera está directamente relacionada con la temperatura promedio global del planeta.
- ✓ Esta cantidad ha estado aumentando de manera constante desde la Revolución Industrial, lo que ha provocado un calentamiento global.
- ✓ El GEI más común, es el dióxido de carbono (CO₂), que se libera durante la quema de combustibles fósiles.

Los GEI son gases que absorben y emiten radiación infrarroja, contribuyendo así al efecto invernadero. Algunos ejemplos de estos gases incluyen:

a) Dióxido de carbono: Es el factor dominante del calentamiento planetario, causado por el aumento en el consumo de carburantes fósiles y de actividades industriales como la elaboración de concreto, cal, amoníaco, acero y aluminio. También se libera durante la deforestación, la descomposición de residuos orgánicos y la quema de biomasa.

b) Metano: Este compuesto, sin olor, combustible y no tóxico, ocupa el segundo puesto en importancia entre los gases de calentamiento global. Se forma de manera natural por la desintegración de materia orgánica en ausencia de oxígeno, y también a través de actividades humanas como la producción de arroz, la combustión fósil, la cría de ganado rumiante y los basureros. Cuando es generado por actividades humanas, es una causa principal del cambio climático.

c) Óxido nítrico: Es el tercer gas relevante en la atmósfera, generado por la descomposición de sustancias nitrogenadas en abonos, así como en la fabricación de nailon y ácido nítrico. Así mismo, se emite naturalmente en océanos y selvas tropicales. Tiene la capacidad de dañar la capa de ozono al liberar monóxido de nitrógeno, lo que puede afectar las vías respiratorias en altas concentraciones.

d) Hidrofluorocarbonos: Estos gases se descomponen muy lánguidamente en el

ecosistema. Son generados al producir “aluminio, espumas de poliuretano, solventes de limpieza, aerosoles y productos para extintores”. También pueden liberarse por fugas en sistemas de refrigeración como aires acondicionados y congeladores. Aunque se desarrollaron para reemplazar gases de efecto invernadero como los CFC, los hidrofluorocarbonos no generan daños a la capa de ozono, pero contribuyen al efecto invernadero.

e) Perfluorocarbonos: Estos productos químicos sintéticos también se desintegran de forma lenta en el medio ambiente. La fuente principal de emisión se origina en la manufactura de aluminio, la quema de plásticos y cerámicas, la producción de microchips y los sistemas para controlar incendios. Una exposición prolongada puede resultar en daños severos en el cerebro y en el sistema circulatorio.

f) Hexafluoruro de azufre: Este gas de efecto invernadero se caracteriza por su larga duración en la atmósfera y su alta densidad, que hace que se mantenga en las capas bajas de la atmósfera. Son generados al producir aluminio y magnesio fundido, así como en fugas de equipos eléctricos de alto voltaje que utilizan materiales aislantes. Su alta densidad contribuye al efecto invernadero, manteniéndolo en el ambiente durante más tiempo y favoreciendo el calentamiento global.

El cultivo de arroz juega un papel importante globalmente en términos de nutrición, impacto social y emisiones de gases de efecto invernadero. Por un lado, para alrededor de la mitad de la población mundial, este cereal es un alimento esencial, cultivado en cerca de 153 millones de hectáreas, lo cual equivale al 11% de las tierras agrícolas del mundo (FAOSTAT, 2020). Además, un 30% de las emisiones globales de metano y un 11% de óxido nitroso provienen de los campos de arroz (IPCC, 2007).

Durante años, el cultivo de arroz fue el más lucrativo, generando numerosos trabajos en la región de San Martín, particularmente en el CC.PP Valle la Conquista del distrito de Moyobamba. Debido a rendimientos bajos en años recientes y con el objetivo de mitigar esta reducción, los agricultores han optado por aumentar la cantidad y frecuencia de aplicación de insumos como fertilizantes, herbicidas e insecticidas. Este incremento conlleva a una mayor liberación de gases de efecto invernadero, en especial óxido nitroso (N₂O) y metano (CH₄), de manera no intencionada (Segura y Andrade, 2012).

La huella de carbono

El stock de carbono es una herramienta esencial al medir el impacto ambiental de todo

sistema productivo sobre el cambio climático, especialmente de la emisión o absorción neta de GEI. Aunque el cultivo de arroz juega un papel crucial en la alimentación, la sociedad y la economía global, este sistema es predominantemente un generador de GEI.

De acuerdo con Wiedmann y Minx (2007), el stock de carbono cuantifica la cantidad total de CO₂ producida de manera directa o indirecta por una actividad, o acumulada a lo largo de las distintas etapas del ciclo de vida de un producto. Dado el alto impacto de las emisiones de gases de efecto invernadero en las primeras fases de producción de bienes, el almacenamiento de carbono está fuertemente condicionado por la eficiencia de los procedimientos y tecnologías aplicadas en el sector industrial. Específicamente para el arroz, el stock de carbono es calculado sumando las emisiones de GEI a través de toda la cadena de suministro del arroz, que abarca desde el transporte de insumos, la producción de insumos, la fase primaria, la fase de procesamiento, hasta el transporte al destino y el producto final.

Para el **Ministerio para la Transición Ecológica (2015)**, el stock 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:

- ✓ **Stock de carbono de una entidad:** Evalúa el total de emisiones de gases generadas tanto de forma directa como indirecta debido al desempeño de la actividad de esa entidad.
- ✓ **Stock de carbono de un bien:** Determina las emisiones de gases producidas a lo largo del ciclo completo de vida de un artículo: desde la extracción de materias primas, pasando por la transformación y producción, hasta la logística, el empleo y la fase final de su vida útil (como almacenamiento, reutilización o reciclaje).

Principales ventajas de la huella de carbono

El empleo de este criterio aporta la primordial ventaja al disponer de un registro de emisiones gaseosas, lo que capacita a una compañía u organización para tomar medidas que faciliten la reducción de gastos operativos y, simultáneamente, apoyar la preservación del entorno.

Catalá (2014) señala cuatro beneficios del uso de la huella de carbono:

- ✓ Es un indicador ambiental popular en la industria, ya que las entidades, de manera voluntaria, iniciaron la divulgación de logros en términos de stock de carbono y a promover la minimización de emisiones.
- ✓ Cuenta con métodos de evaluación, procesos de comprobación y partidas para fomentar la evaluación, comprobación y resarcimiento de emisiones.
- ✓ Funciona como una herramienta de marketing efectiva, ya que permite a las organizaciones demostrar su responsabilidad social y ambiental, elevando su prestigio en el sector.
- ✓ Sirve como un factor clave de diferenciación, proporcionando a las entidades, bienes o servicios características que los distinguen de la competencia. (p. 33)

Emisión de CO₂ equivalente.

La explicación de dióxido de carbono equivalente (CO₂eq) es la medición de emisiones de CO₂ que generaría la misma intensidad energética que una cantidad específica liberada de un gas de efecto invernadero o una combinación de gases de efecto invernadero, ajustada por su potencial de calentamiento global (GWP) correspondiente, para tener en cuenta los distintos periodos de permanencia 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, amoníaco, acero, aluminio, entre otros). Asimismo, este gas se manifiesta en la deforestación descomposición de la materia orgánica, en la quema de la biomasa vegetal.

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.

CO₂ 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 detallan 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 N₂O/kg N. Posteriormente, se multiplicará la emisión de N₂O por 310, es decir, 1 g de N₂O tiene el mismo poder de calentamiento que 310 g de CO₂ (CO₂e), (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 CO₂e/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 CO₂e/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:

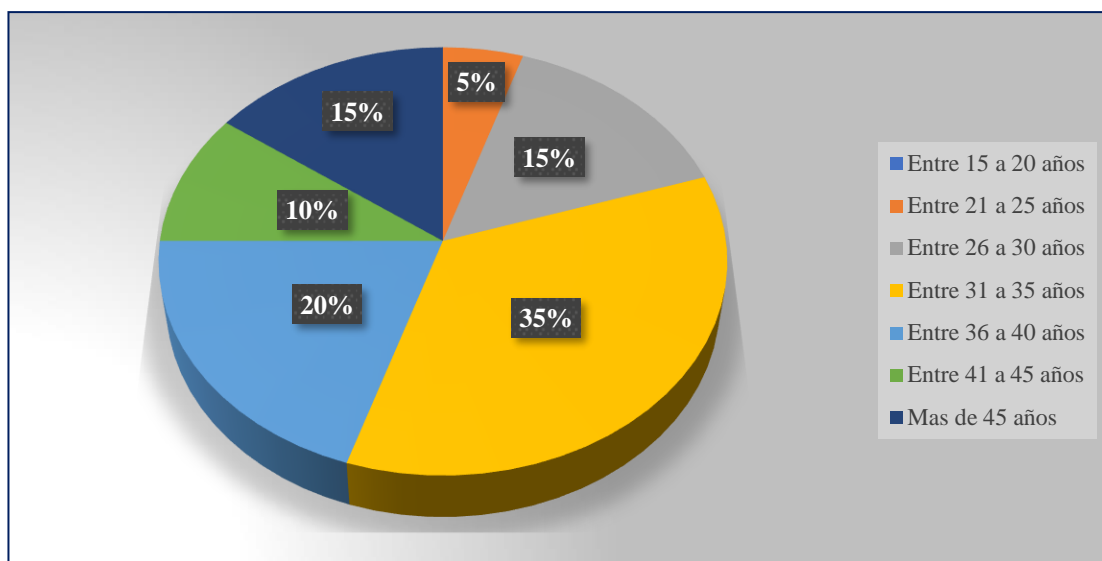


Figura 1. Edad de los propietarios.

Se exhibe la totalidad de edades de los responsables o encargados de las instalaciones productivas en el área estudiada. Se nota que el porcentaje mayor (35%) se encuentra en el intervalo de 31 a 35 años, mientras que el menor (5%) se encuentra entre 21 y 25 años. A partir de los hallazgos de la encuesta, se puede deducir que los adultos están permitiendo que los jóvenes asuman la gestión de la producción de arroz en la región.

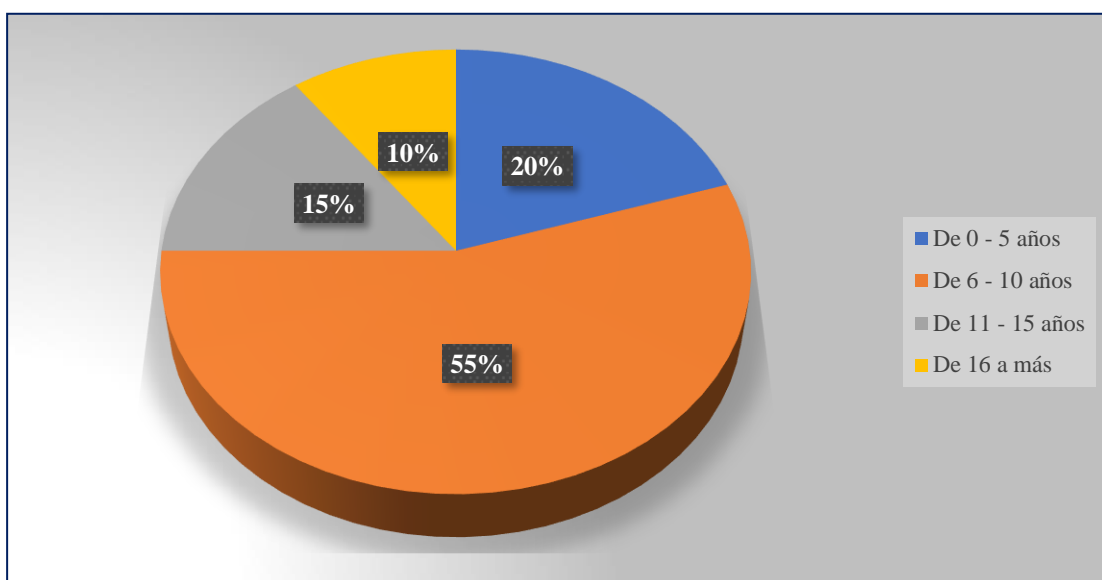


Figura 2. Años como agricultor.

Se nota que en el gráfico la mayor parte (55%) de los propietarios o gestores han estado cultivando arroz durante entre 6 y 10 años, mientras que el menor porcentaje, un 10%, lleva de 16 años o más. Esto sugiere que hay una experiencia considerable en la producción de arroz en la región.

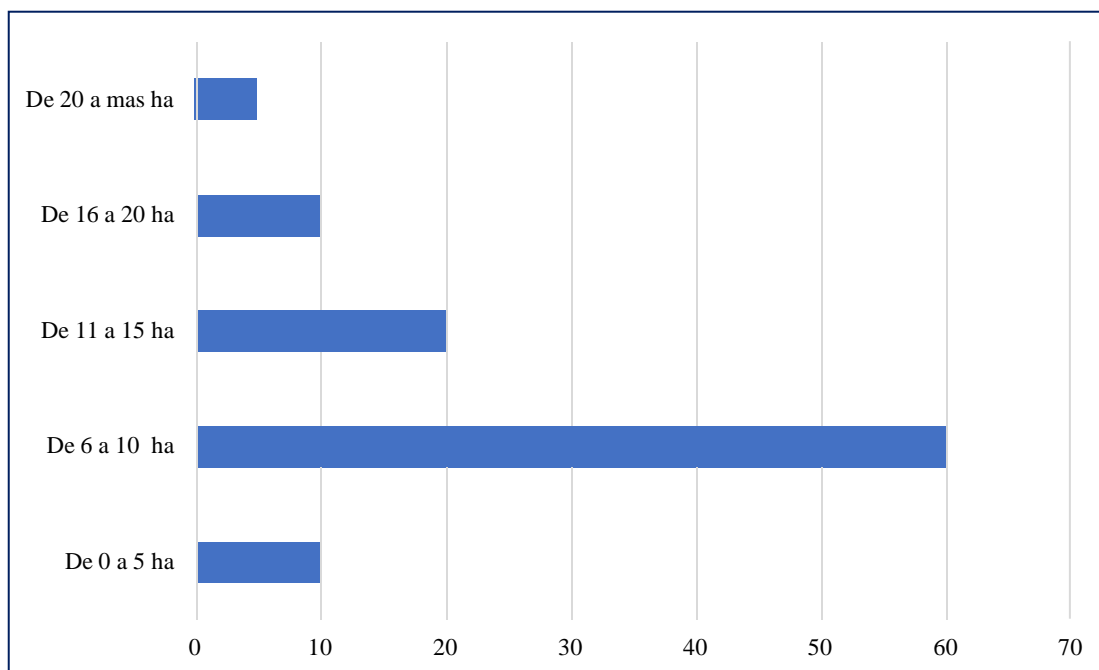


Figura 3. Número de hectáreas que poseen los propietarios y posesionarios.

Se observa que la mayoría predominante (60%) de los cultivadores en el área manejan entre 6 y 10 hectáreas, mientras que una pequeña fracción, del 5%, posee más de 20 hectáreas.

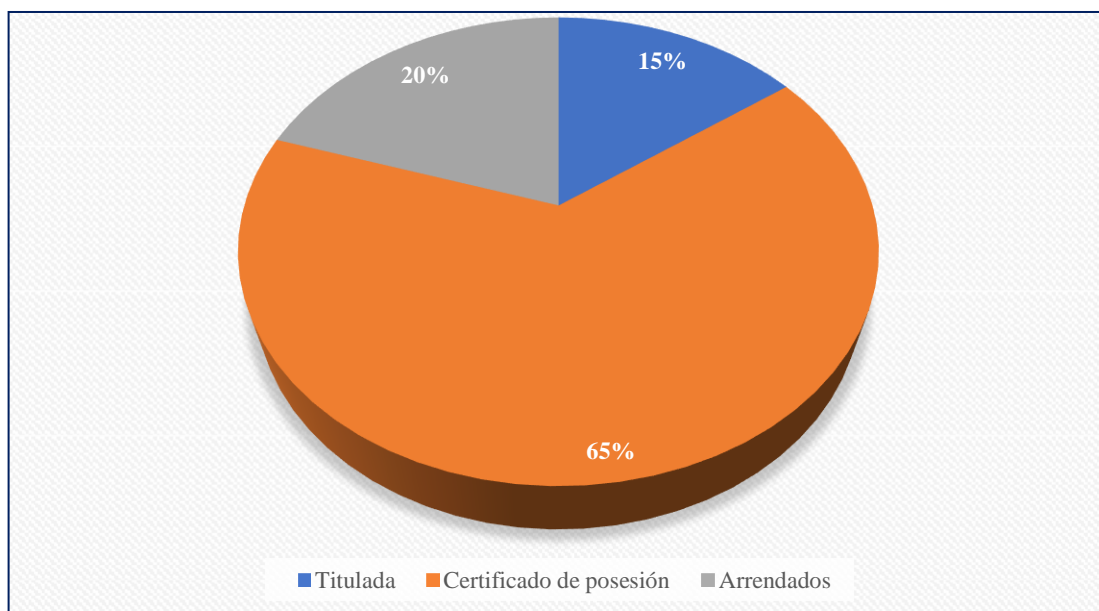


Figura 4. Condición del terreno.

Se evidencia que una alta proporción (65%) de los productores de arroz en las instalaciones de la zona analizada solo tienen un certificado de posesión. El 15% asegura poseer un título de propiedad, aunque no se ha podido confirmar, y el 20% (4 de los encuestados) arriendan las parcelas durante 5 años.

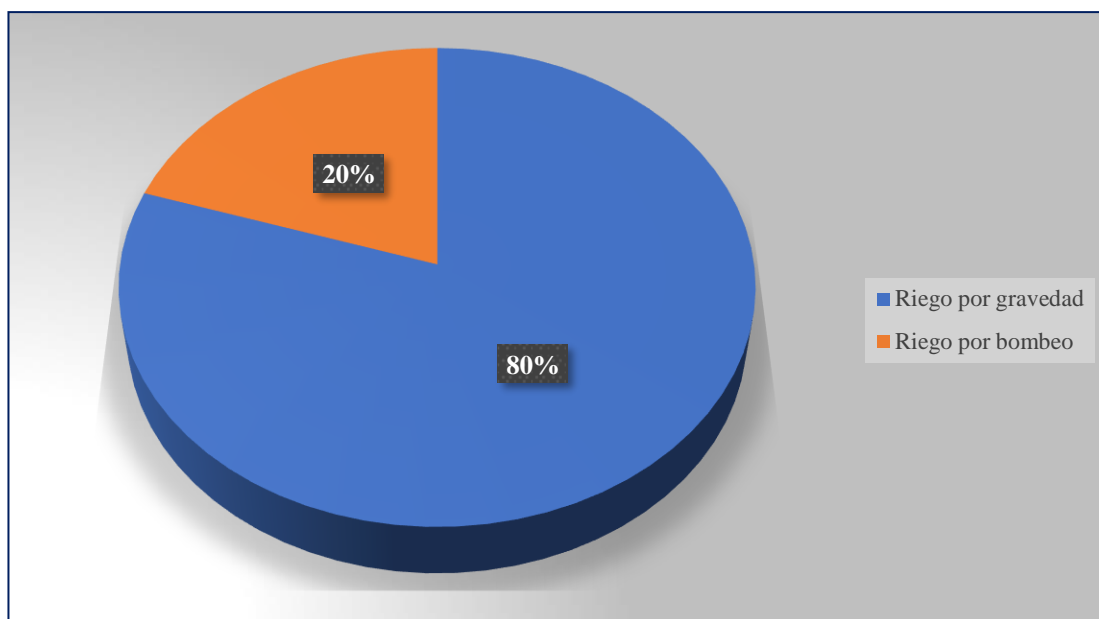


Figura 5. Tipo de sistema de suministro de agua.

En el gráfico se muestra que la mayoría, el 80% (16 de 20 encuestados), utiliza el riego por gravedad a través de canales. No obstante, algunos agricultores (4 de los encuestados) indican que optan por el riego por bombeo debido a que, durante la temporada de verano, los canales no proporcionan suficiente agua para cubrir todas las áreas productivas del CC.PP.

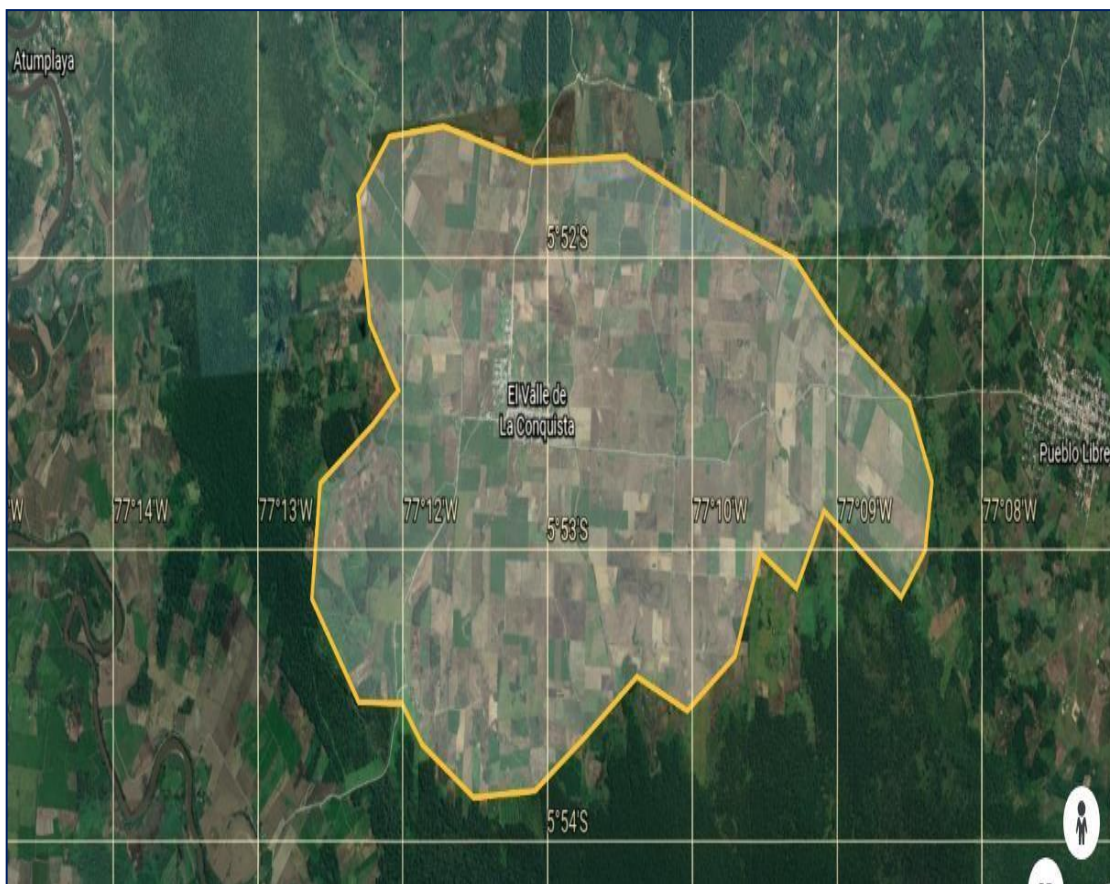
Tabla 2

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 encuestados (un total de 20) utilizan abonos que contienen nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio, azufre y calcio. Esto indica que estos abonos se aplican de manera general en la región.

Además, según la información proporcionada por la junta de regantes de Valle la Conquista y los datos georreferenciados, se ha determinado que el área comprende un total de 291 hectáreas dedicadas al cultivo de arroz, las cuales son cultivadas de



manera continua por los residentes locales. Esta información está representada en la figura siguiente.

LATITUD	LONGITUD
-5.87506	-77.18446
-5.87687	-77.18961
-5.87690	-77.18783
-5.87843	-77.18981

Figura 6. Toma espacial de la zona de estudio.

Se presenta una imagen aérea de Valle la Conquista, destacando que la actividad principal de los agricultores en esta área es el cultivo de arroz.

3.2. Acciones de los procesos productivo de arroz.

Dependiendo de la variedad y las condiciones ambientales, el ciclo del arroz desde la germinación hasta la cosecha varía entre 3 y 7 meses. Durante este tiempo, la planta pasa por dos fases principales de crecimiento: la etapa vegetativa y la etapa reproductiva.

En la etapa vegetativa, se incluyen la germinación, el desarrollo de la plántula y el macollamiento. La plántula muestra un crecimiento rápido hasta formar de 4 a 5 hojas. El macollamiento se caracteriza por un crecimiento intenso de raíces y tallos, cuyo número varía según la densidad de siembra. Este proceso está influenciado por la variedad del arroz y las condiciones del cultivo.

La etapa reproductiva comienza con la formación del primordio de la espiga en la base del tallo. A esto le sigue el embuchamiento, en el que se alargan los entrenudos en la parte superior del tallo, alcanzando su punto máximo en la vaina de la hoja bandera. Luego, el cultivo pasa rápidamente a la floración, con una elongación rápida de los entrenudos y la aparición de la espiga en pocos días. La maduración empieza con el estado lechoso y progresa a través del estado pastoso hasta el endurecimiento final del grano.

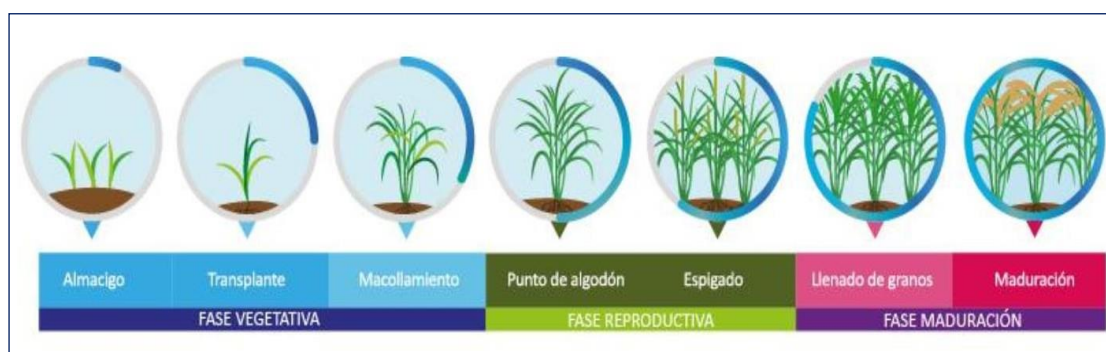


Figura 7. Proceso vegetativo y reproductivo del arroz. (Fuente: Capeagro SAC).

En el Valle la Conquista, el método de siembra predominante entre los agricultores es el trasplante, que implica las siguientes actividades:

Semilleros: Los semilleros se sitúan en suelos fértiles, con textura limosa y arcillosa, cerca de fuentes de riego y alejados de árboles para maximizar la exposición al sol. Están protegidos con plásticos o mantas de polipropileno para evitar que animales causen daños. El proceso para preparar los semilleros incluye:

Desinfección de Bordes: Se realiza con herramientas manuales, mecánicas o mediante el uso de herbicidas.

Preparación y Nivelación del Suelo: Se emplea maquinaria para preparar y nivelar el terreno, utilizando inundación para asegurar una nivelación precisa.

Inmersión y Siembra de Semillas: Las semillas se sumergen durante 48 horas y se dejan reposar 12 horas adicionales antes de esparcirlas en el terreno inundado a pocos centímetros del nivel del suelo. El semillero se mantiene inundado durante un día tras la siembra, y luego se alterna entre inundación y sequedad durante aproximadamente una semana para promover el crecimiento de las plántulas. Posteriormente, se ajusta el nivel del agua para que no sobrepase la altura del arroz.

Control de Malezas: Se utilizan métodos físicos como el rastrillado y herbicidas tanto antes como durante el periodo activo del semillero.

Fertilización: Se aplica urea entre 10 y 12 días después de la siembra (30 a 38 gramos por metro cuadrado) y sulfato de amonio entre 18 y 21 días después (35 a 38 gramos por metro cuadrado).

Área del Semillero: Para cada hectárea, se destina aproximadamente 200 metros cuadrados para el semillero.

Dimensión de las pozas.

Las dimensiones de las charcas en la zona examinada fluctúan dependiendo de las características geográficas del terreno donde están ubicadas. Algunas son pequeñas, lo que requiere que la mayor parte del trabajo se realice a mano, mientras que otras, debido a su tamaño, permiten que todas las tareas se lleven a cabo mediante maquinaria y equipos automatizados.

Largo de poza: 33.4 m = 11.1 brazos

Ancho de poza: 12 m = 4 brazos

Preparación para la siembra.

La preparación del terreno es una de las actividades más cruciales para la plantación de arroz, ya que de ella depende un correcto establecimiento de los cultivos, así como la dificultad que enfrentan los trabajos posteriores (Díaz, 1985).

Deshierbe: Consiste en eliminar plantas no deseadas, ya sea de manera manual o con maquinaria, entre 8 y 15 días antes de la siembra, dependiendo del tipo y el desarrollo de las plantas no deseadas.

Rastrillado: Esta operación mantiene el suelo suelto, lo que favorece la germinación de las semillas y el crecimiento de las plántulas. Se recomienda realizar dos pasadas con el rastrillo.

Nivelación: La nivelación se puede hacer en seco con métodos tradicionales o bajo agua

utilizando técnicas de fanguero. Se sugiere realizar un pase de arado cada dos o tres años para evitar la compactación del suelo.

Surcado: Se debe mantener una separación entre surcos de 0.3 m y una profundidad de 0.10 a 0.15 m para facilitar la germinación de las semillas y mejorar el drenaje, especialmente durante la siembra directa. En el caso del trasplante de arroz, se recomienda una separación de 0.30 m entre surcos.

Preparación de suelos en siembra directa de arroz en charcas al batido

El propósito por el que los residentes de Valle la Conquista llevan a cabo esta tarea es asegurar que el terreno esté en las mejores condiciones para el crecimiento de las plantas y obtener altos rendimientos. Esto incluye varias actividades como: labranza, rastrillado en ángulo recto y nivelación. La mayoría de los suelos se preparan bajo condiciones de inundación. Después de la labranza, se rellenan las parcelas con agua. Se aplica una capa de 20 cm de agua, se deja reposar durante 1 o más días, y luego se utiliza el tractor, equipado con ruedas mezcladoras y tabloncillos con cuchillas, o en la región, el motocultor tipo grillo. En otras áreas, mientras se llenan las parcelas, el tractor se emplea de inmediato para mover el barro y evitar que el terreno se hunda. La tarea consiste en crear una mezcla que se desplaza de las zonas altas a las bajas, logrando una nivelación en condiciones de inundación.

Esto requiere alterar la estructura del suelo. Se hace con herramientas como ruedas y tabloncillos batidores que tienen cuchillas que se clavan en el suelo, siendo arrastradas por un tractor a lo largo de las parcelas, en varias pasadas, formando finalmente barro o lodo.

La preparación de suelos en condiciones de inundación o fanguero es recomendada cuando se cuenta con el equipo adecuado para fanguero y un sistema de riego o infraestructura necesaria para mantener una capa constante de agua en el cultivo de arroz. En otras palabras, para preparar los suelos con este método, es necesario que el área tenga una infraestructura de surcos y niveles uniformes para manejar y controlar el riego.

Trasplante

Para preparar el suelo en la zona, se realiza de forma manual en áreas con acceso limitado, aunque en la mayor parte del área evaluada se usaron herramientas mecánicas, como el motocultor o comúnmente denominado “mula”.

Luego, los agricultores llevan a cabo la nivelación del suelo usando el nivel del agua acumulada en las charcas como referencia. De acuerdo con los agricultores, las plántulas

para el trasplante deben tener entre 25 y 28 días desde el momento del voleo y deben ser plantadas el mismo día en que se extraen del semillero, con separaciones de entre 20 y 25 centímetros tanto entre las plantas como entre las hileras.

Fase vegetativa del cultivo de arroz en Valle la Conquista.

Posterior al sembrado, los encargados del área de estudio añaden un herbicida pre-emergente en un intervalo de 1 a 3 días tras el trasplante, usando el agua del primer riego del cultivo como medio de aplicación. Después, se procede a un secado seguido de una inundación con intervalos de 3 a 4 días.

Control de malezas.

- ✓ Intervención mecánica. Se lleva a cabo utilizando herramientas operadas por energía humana, animal o mecánica; consiste en la extracción de vegetación no deseada manualmente o con el uso de máquinas y utensilios.
- ✓ Intervención física. Se realiza mediante inundación. El manejo de vegetación no deseada por aluvión de la superficie se consume cercando con barreras o elevaciones la sección del área a trabajar, se aplica una capa hídrica con un grosor no menor a 05 cm, manteniendo el área inundada durante 21 días.
- ✓ Intervención química. Se emplean productos herbicidas; para esto, se preparan combinaciones y cantidades según la época de aplicación. Se realiza una revisión para evaluar la situación del suelo, el tipo y progreso de vegetación no deseada y el cultivo.

El manejo de malezas se efectúa mediante métodos manuales, automáticos (como la chaleadora), así como distintos químicos, tal es el caso de los herbicidas.

Fertilización.

Lo habitual es aplicar una mezcla de abonos NP o una fórmula tripartita NPK en el momento de la siembra, acompañada de aplicaciones adicionales de nitrógeno en forma de urea. En este esquema de fertilización, el 96,1% del terreno se añade algún tipo de fertilizante NP o NPK tripartito al principio, y el 94,9% recibe una aplicación de urea.

Recolección

Para la recolección, la gran mayoría de los agricultores emplea maquinaria cosechadora de diferentes tamaños, adaptada a las condiciones específicas 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	Etapas de producción
Motocultor	18	Preparación de terreno: Para almácigo Siembra definitiva del arroz
Fumigadora	20	En almácigo Posterior al trasplante 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 observa que la mayoría de los agricultores utilizan maquinaria como el motocultor. Sin embargo, 2 de los encuestados mencionan que no emplean ni el motocultor ni la cosechadora, ya que realizan sus actividades de manera manual. Todos los agricultores utilizan fumigadoras para el abonamiento y el control de enfermedades y plagas, y chaleadoras para la limpieza, especialmente en los bordes de las áreas de cultivo. Además, 4 agricultores indican que usan motobombas durante las épocas secas (verano), debido a que el nivel de agua en los canales no es suficiente para regar todas las 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 del área de estudio utilizan un promedio de fertilizantes descritos a continuación.

Después de completar el trasplante del cultivo de arroz, se aplican las siguientes cantidades de nutrientes: 100 unidades de nitrógeno, 100 de fósforo y 50 de potasio.

A los 45 días después del trasplante, se administran: 100 unidades de nitrógeno y 100

de potasio.

Durante la fase de desarrollo del algodón (entre los 65 y 72 días), se emplean: 100 unidades de potasio, 100 de magnesio, 80 de calcio y 50 de nitrógeno.

Tabla 4

Total, de fertilizante por ha:

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 el cuadro 4, se muestra el compendio de los abonos utilizados en las áreas productivas dentro de la zona de influencia del estudio.

Para el manejo en esta fase, se aplica (por cada depósito de 200 litros por hectárea): 1 litro de fertilizante foliar con fósforo y potasio.

En la fase de floración, se lleva a cabo la pulverización con: 1 litro de calcio-boro, 1 litro de potasio al 42%, 500 mililitros de azufre, y 2 litros adicionales de potasio.

Es relevante señalar que una unidad de nitrógeno equivale a 1 kilogramo de nitrógeno puro. Este valor se define en unidades porque los diferentes abonos varían en la cantidad de nitrógeno que contienen.

Tabla 5

Fertilizantes nitrogenados por ha usados en Valle la Conquista

Proceso	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

El gráfico 5 presenta el promedio en kilogramos de los fertilizantes que contienen nitrógeno utilizados por los agricultores en la región de Valle la Conquista, por unidad de superficie. En este análisis, se calculó el consumo por hectárea, destacando que estos fertilizantes nitrogenados se aplican en cantidades mayores durante las primeras etapas del cultivo y se reducen gradualmente a medida que la planta se desarrolla.

Se observa que el total de fertilizantes aplicados por hectárea es de 260 kg. Al multiplicar esta cifra por las 291 hectáreas dedicadas al cultivo de arroz en la región, se obtiene un total de 75,660 kg de fertilizantes nitrogenados utilizados en toda la superficie durante el ciclo de crecimiento del arroz, conocido en la práctica agrícola como "una campaña".

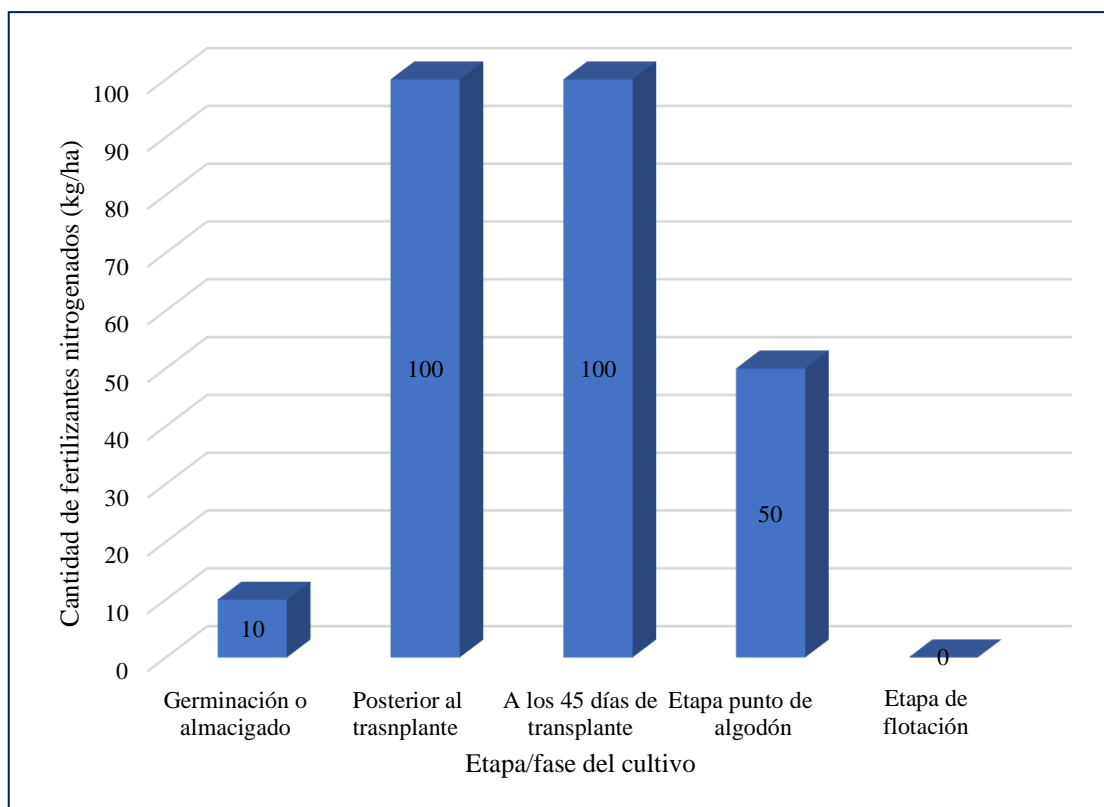


Figura 8. Fertilizantes nitrogenados en kg/ha.

El gráfico 8 ilustra el uso promedio de abonos que contienen nitrógeno en valores medios empleados por los productores en Valle la Victoria para optimizar los resultados en los cultivos de arroz. Se observa que la mayor cantidad de abono se aplica durante las etapas posteriores al trasplante y a los 45 días después del trasplante, con valores de 100 kg/ha en cada situación. Sin embargo, se destaca que a medida que el cultivo avanza hacia la fase de maduración o cosecha, la cantidad de abonos aplicados disminuye, alcanzando 50 kg/ha en el punto de algodón, y finalmente, en la fase de floración del cultivo, la aplicación se detiene totalmente. Adicionalmente, es importante señalar que durante la fase de almacigo también se realiza una aplicación de abonos con nitrógeno, con un valor promedio de 10 kg de nitrógeno por parcelas para un área de una hectárea de arroz.

Consumo de combustibles fósiles en las diferentes fases del cultivo.

Con base en los resultados obtenidos de las encuestas efectuadas, los agricultores emplean en promedio los siguientes tipos de combustibles por cada hectárea a lo largo del ciclo completo del cultivo de arroz, desde la preparación del terreno hasta la cosecha:

Tabla 6*Combustibles usados en los distintos procesos 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	

La tabla 6 muestra las cantidades de combustibles utilizados en litros por hectárea a través de las diversas etapas del cultivo de arroz en Valle la Victoria. Se descubrió que se emplean dos categorías de combustibles de origen fósil con cierta regularidad y alternancia, dependiendo de la maquinaria o herramientas empleadas por los productores (gasóleo y nafta). El promedio global de combustibles consumidos es de 46,3 litros/ha, desglosado en 19,9 litros/ha de nafta y 26,4 litros/ha de gasóleo. Al multiplicar este promedio por el total de hectáreas de arroz en la zona investigada, se estima un consumo total de 12,678.6 litros de combustible durante el periodo de crecimiento del arroz en la región, que los productores suelen denominar como “una campaña”. Estos valores equivalen a aproximadamente 479,937.22 litros de combustibles utilizados.

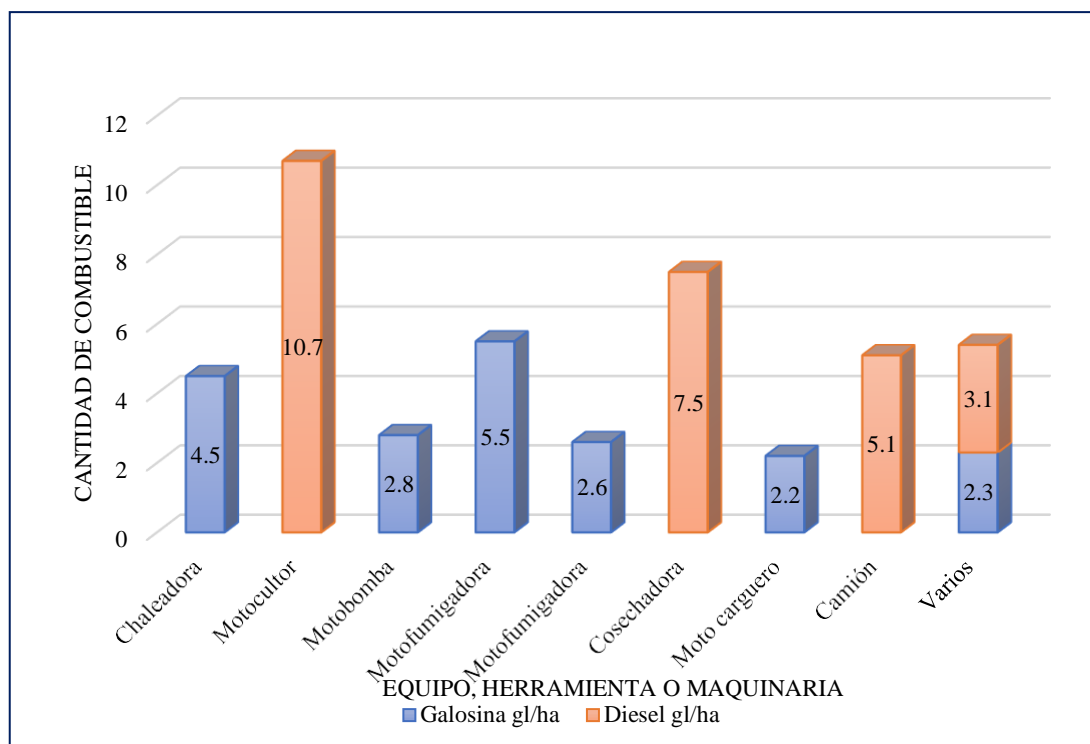


Figura 9. Combustible utilizado por los equipos o maquinarias en el cultivo de arroz.

La figura 9 presenta el consumo de combustible por diferentes equipos y maquinarias usados por los agricultores en el CC.PP Valle la Conquista para realizar las distintas tareas necesarias en el cultivo de arroz, desde el almacigado hasta la cosecha, incluyendo el transporte al centro de acopio. El motocultor, que se usa para preparar y nivelar el terreno para el cultivo de arroz, es el equipo con mayor consumo, con un promedio de 10,7 gal/ha de diésel. Le sigue la cosechadora, que consume 7,5 gal/ha de diésel, y luego el camión destinado al transporte del arroz desde los campos hasta los centros de acopio.

En cuanto a la gasolina, el equipo que más consume es la moto fumigadora, con un promedio de 5,5 gal/ha, seguida por la chaleadora con 4,5 gal/ha. La chaleadora se usa para limpiar el terreno antes de la intervención del motocultor y para mantener el área libre de maleza después de que se ha establecido el cultivo. También se utiliza una motobomba para inundar y regar los campos en zonas con presión de agua insuficiente o donde las condiciones climáticas limitan el suministro, con un consumo promedio de 2,8 gal/ha. La motofumigadora registra un consumo de 2,6 gal/ha y la motofurgoneta, o motocarguera, tiene un consumo de 2,2 gal/ha. Además, se reportan consumos adicionales de 2,3 gal/ha de gasolina y 3,1 gal/ha de diésel para actividades no específicamente vinculadas a una tarea concreta, como el transporte de materiales, equipos y herramientas, y la preparación del almacigo, entre otros imprevistos.

Rendimiento total 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 gases de efecto invernadero (GEI) del cultivo de arroz comprenden principalmente metano (CH₄), que se genera durante la descomposición anaeróbica de la materia orgánica en los campos. Asimismo, estas emisiones resultan del uso de fertilizantes nitrogenados sintéticos, el consumo de combustibles y el traslado del arroz a los 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 utilizó la siguiente fórmula según lo establecido por el IPCC:

$$\text{Emisiones de CH}_4 = \text{FE} \times \text{S}$$

$$\text{Emisiones de CH}_4 = 10 \text{ kg CH}_4/\text{ha} \times 291 \text{ ha}$$

$$\text{Emisiones de CH}_4 = 2910 \text{ kg CH}_4$$

$$\text{Emisiones de CH}_4 = \mathbf{2,91 \text{ t CH}_4}$$

Donde:

FE = Factor de emisión equivalente a 20 g CH₄/m²/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 CH₄/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:

$$\text{CO}_{2\text{eq}} = \text{Emisiones de CH}_4 \times \text{GWP}_{\text{CH}_4}$$

$$\text{CO}_{2\text{eq}} = 2,91 \text{ t CH}_4 \times 21$$

$$\text{CO}_{2\text{eq}} = \mathbf{61,11 \text{ t}}$$

Donde:

CO_{2eq} = Emisiones de metano en CO₂ equivalente por campaña de cultivo de arroz

Emisiones de CH₄ = 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 CH₄ 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 partir 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:

$$\text{Consumo de N} = Q \times S$$

$$\text{Consumo de N} = 260 \text{ kg /ha} \times 291 \text{ ha}$$

$$\text{Consumo de N} = 75660 \text{ kg}$$

$$\text{Consumo de N} = \mathbf{75,66 \text{ t}}$$

Donde:

Consumo 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 N₂O.

$$\text{Emisiones Suelos} = \text{Consumo N} \times \text{FE}_{\text{emisiones directas}}$$

$$\text{Emisiones Suelos} = 75660 \text{ kg} \times 0,0125 \text{ kg N}_2\text{O/kg N}$$

$$\text{Emisiones Suelos} = \mathbf{945,75 \text{ kg [N}_2\text{O/kg N]}}$$

Donde:

Emisiones de los suelos [kg N₂O/KgN] = Son las emisiones directas de los suelos, en Kg N₂O con relación a los kilogramos de N consumido.

Consumo de N = Son las emisiones directas de los suelos, en Kg N₂O 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 N₂O = Emisiones Suelos × Relación N₂O/N₂

Emisiones N₂O = 945,75 kg [N₂O/kg N] × 44/28

Emisiones N₂O = 1486,18 kg

Emisiones N₂O = 1,49 t

Donde:

Emisiones N₂O = Emisiones, en t de N₂O, generadas por el consumo de fertilizante
Relación N₂O/N₂ = 44/28, para convertir las emisiones de kg N₂O-N a kg gas N₂O;
(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 N₂O:

“Emisiones fertilizantes inorgánicos CO_{2e} = Emisiones N₂O [tN₂O] ×

GWP_{N₂O} Emisiones fertilizantes inorgánicos CO_{2e} = 1,49 [tN₂O] × 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 N₂O)”

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

Cálculo de emisiones por utilización de gasolina

Dado que el promedio de uso por hectárea es de 19,9 galones de gasolina, al multiplicar este valor por el área total estudiada, se obtiene el consumo total correspondiente.

“Q_{gas} = Q_{gas/ha} × S

Q_{gas} = 19,9gl × 291

$$Q_{\text{gas}} = 5790,9 \text{ gl}$$

$$Q_{\text{gas}} = 5790,9 \text{ gl} \times 3,7854 \text{ L/ gl}$$

$$Q_{\text{gas}} = 21920,93 \text{ L} \times D$$

$$Q_{\text{gas}} = 21920,93 \text{ L} \times 0,708 \text{ kg/L}$$

$$Q_{\text{gas}} = 15520,02 \text{ kg}$$

$$\mathbf{Q_{\text{gas}} = 0,0155200189 \text{ Gg}}$$

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.

$$\text{Emisiones de CO}_2 = Q_{\text{gas}} \times \text{VCN} \times \text{FE}$$

$$\text{Emisiones de CO}_2 = 0,0155200189 \text{ Gg} \times 42,90 \text{ TJ/Gg} \times 63895 \text{ kg CO}_2/\text{TJ}$$

$$\text{Emisiones de CO}_2 = 42541,85 \text{ kg}$$

$$\mathbf{\text{Emisiones de CO}_2 = 42,54 \text{ t}}$$

Donde:

Emisiones de CO₂ = Emisiones de CO₂ por tipo de combustible (α) en tCO₂

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

VCN = Valor calorífico neto pro tipo de combustible según Inforcarbo

FE = Factor de emisión según Infocarbono

$$\text{Emisiones de CO}_{2e\text{CH}_4} = Q_{\text{gas}} \times \text{VCN} \times \text{FE} \times \text{GWP}_{\text{CH}_4}$$

$$\text{Emisiones de CO}_{2e\text{CH}_4} = 0,0155200189 \text{ Gg} \times 42,90 \text{ TJ/Gg} \times 25 \text{ kg CO}_{2e}/\text{TJ} \times 21$$

$$\mathbf{\text{Emisiones de CO}_{2e\text{CH}_4} = 0,35 \text{ t}}$$

Donde:

Emisiones de CO_{2e}CH₄ = Emisiones de CO_{2e} por tipo de combustible (α) en tCO_{2e}

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

VCN = Valor calorífico neto pro tipo de combustible según Inforcarbo

FE = Factor de emisión según Infocarbono

$$\mathbf{\text{GWP}_{\text{CH}_4} = 21}$$

$$\text{Emisiones de CO}_{2e\text{N}_2\text{O}} = Q_{\text{gas}} \times \text{VCN} \times \text{FE} \times \text{GWP}_{\text{CH}_4}$$

$$\text{Emisiones de CO}_{2e\text{N}_2\text{O}} = 0,0155200189 \text{ Gg} \times 42,90 \text{ TJ/Gg} \times 8 \text{ kg CO}_{2e}/\text{TJ} \times 310$$

$$\mathbf{\text{Emisiones de CO}_{2e\text{N}_2\text{O}} = 1,65 \text{ t}}$$

Donde:

Emisiones de $\text{CO}_{2e\text{CH}_4}$ = Emisiones de CO_{2e} por tipo de combustible (α) en tCO_2e

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

VCN = Valor calorífico neto pro tipo de combustible según Inforcarbo

FE = Factor de emisión según Infocarbono

$\text{GWP}_{\text{CH}_4} = 310$

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

$$Q_{\text{gas}} = Q_{\text{gas/ha}} \times S$$

$$Q_{\text{gas}} = 26,4 \text{ gl} \times 291$$

$$Q_{\text{gas}} = 7682,4 \text{ gl}$$

$$Q_{\text{gas}} = 7682,4 \text{ gl} \times 3,7854 \text{ L/ gl}$$

$$Q_{\text{gas}} = 29080,96 \text{ L} \times D$$

$$Q_{\text{gas}} = 29080,96 \text{ L} \times 0,87 \text{ kg/L}$$

$$Q_{\text{gas}} = 25300,43 \text{ kg}$$

$$Q_{\text{gas}} = 0,0253 \text{ Gg}$$

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.

$$\text{Emisiones de } \text{CO}_2 = Q_{\text{gas}} \times \text{VCN} \times \text{FE}$$

$$\text{Emisiones de } \text{CO}_2 = 0,0253 \text{ Gg} \times 43,00 \text{ TJ/Gg} \times 74100,00 \text{ kg } \text{CO}_2/\text{TJ}$$

$$\text{Emisiones de } \text{CO}_2 = 80614,77 \text{ kg}$$

Emisiones de $\text{CO}_2 = 80,61 \text{ t}$

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

$$\text{Emisiones de } \text{CO}_{2e\text{CH}_4} = Q_{\text{gas}} \times \text{VCN} \times \text{FE} \times \text{GWP}_{\text{CH}_4}$$

Emisiones de $\text{CO}_{2e\text{CH}_4} = 0,0253 \text{ Gg} \times 43,00 \text{ TJ/Gg} \times 3,9 \text{ kg CO}_{2e}/\text{TJ} \times 21$

Emisiones de $\text{CO}_{2e\text{CH}_4} = 4,24281 \text{ kg}$

Emisiones de $\text{CO}_{2e\text{CH}_4} = 0,09 \text{ t}$

Donde:

Emisiones de $\text{CO}_{2e\text{CH}_4} =$ 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 Infocarbo

$\text{GWP}_{\text{CH}_4} = 21$

Emisiones de $\text{CO}_{2e\text{N}_2\text{O}} = Q_{\text{gas}} \times \text{VCN} \times \text{FE} \times \text{GWP}_{\text{N}_2\text{O}}$

Emisiones de $\text{CO}_{2e\text{N}_2\text{O}} = 0,0253 \text{ Gg} \times 43,00 \text{ TJ/Gg} \times 3,9 \text{ kg CO}_{2e}/\text{TJ} \times 310$

Emisiones de $\text{CO}_{2e\text{N}_2\text{O}} = 4,24281 \text{ kg}$

Emisiones de $\text{CO}_{2e\text{N}_2\text{O}} = 1,32 \text{ t}$

Donde:

Emisiones de $\text{CO}_{2e\text{N}_2\text{O}} =$ 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 Infocarbo

$\text{GWP}_{\text{CH}_4} = 310$

Tabla 8

Cantidad de emisiones de CO_2 y CO_{2e} por gasto 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 presenta la totalidad de emisiones de CO_2 y CO_2 equivalente (CO_{2e}) originadas por la aplicación de combustibles fósiles en distintas fases del cultivo de arroz en Valle la Conquista. Estas emisiones suman 126,56 tn de CO_{2e} en una campaña

de cultivo de arroz.

Las cantidades de las emisiones de CO₂ y CO_{2e} provenientes de la aplicación de combustibles fósiles en las distintas fases del cultivo de arroz en el CC.PP Valle la Conquista, para una campaña, son:

Tabla 9

Cantidad de emisiones de CO_{2e} derivado del sembrío de arroz en Valle la Conquista

GEI	Tn
CO _{2e} por desintegración de materia orgánica (CH ₄)	61,11
CO _{2e} por aplicación de abonos nitrogenados (N ₂ O)	460,72
CO _{2e} por aplicación de combustibles fósiles	126,56
Totalidad	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 (CH₄) 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 N₂O 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 (CH₄), por uso de fertilizantes nitrogenados (N₂O) 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 648,39t CO₂ 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 (CH₄) 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 misma investigación también cuantificaron el óxido nitroso N₂O 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

Con base en la encuesta realizada y el análisis mediante herramientas de geolocalización global, se estableció que en la zona de estudio se cultivan aproximadamente 291 hectáreas de arroz (*Oryza sativa*), área que es gestionada de forma constante por los agricultores de la región.

Entre las actividades para preparar el terreno, lo primero es limpiar el área y luego procesarla utilizando herramientas tanto mecánicas (como motocultores) como manuales para establecer el almácigo. Durante el crecimiento del almácigo, se realizan tareas adicionales como limpieza, acondicionamiento, inundación y procesamiento de las áreas destinadas al cultivo final en la zona de Valle la Conquista. Una vez que el cultivo se ha establecido, se dejan de lado las tareas de preparación del terreno y se concentran en actividades de manejo, como la gestión del agua, el secado, la fertilización y la cosecha, empleando equipos mecánicos.

Los datos muestran que los agricultores de Valle la Conquista aplican 260 kg de N/ha en el cultivo de arroz, lo que incluye los abonos usados tanto en el almacigo como en el cultivo en sí. En términos de combustibles, se detectó el uso de dos tipos: diésel, con un consumo de 26,4 gal/ha, y gasolina, con un consumo de 19,9 gal/ha. Para las 291 hectáreas de cultivo, esto se traduce en un total de 12,678.6 galones de combustibles por campaña. Además, el rendimiento del cultivo varía entre 9,15 t/ha.

El cultivo de arroz bajo el método de inundación intermitente en el Centro Poblado Valle la Conquista produce un total de 648,39 toneladas de CO₂ por cada ciclo de producción. Esta cifra abarca las emisiones de CO₂ equivalente generadas por las actividades agrícolas, el uso de fertilizantes nitrogenados y el consumo de combustibles fósiles. Esto indica que el cultivo de arroz contribuye de manera considerable a la huella de carbono en la zona.

RECOMENDACIONES

A los agricultores del CC.PP Valle la Conquista implementar tecnologías, fertilizantes y métodos enfocados en la disminución de GEI, favoreciendo así la preservación del medio ambiente tanto a nivel regional como nacional, con el objetivo de asegurar un futuro sostenible para las próximas generaciones.

A las entidades del sector agrario se les sugiere realizar inspecciones y monitoreos para garantizar el empleo adecuado de insecticidas, herbicidas y fertilizantes en los cultivos. Además, se les invita a promover la creación de leyes y proyectos que incentiven el uso responsable de estos insumos con el fin de cuidar el medio ambiente.

Se exhorta a los estudiantes de Ingeniería Ambiental y áreas afines a desarrollar planes, proyectos y políticas orientadas a la reducción de gases de efecto invernadero, con la meta de disminuir su emisión y contribuir al combate contra el cambio climático.

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/>
- GOESAM. 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: campaña 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/o equipos que utiliza en el proceso de producción de arroz.

N°	Maquinaria y/o equipo	Etapas 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	Etapas de producción
Motocultor	18	Preparación de terreno: Para almácigo Siembra definitiva del arroz En almácigo
Fumigadora	20	Posterior al trasplante 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.

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

por Pastora Cerón Rodríguez

Fecha de entrega: 20-ene-2025 09:54a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2567675563

Nombre del archivo: ING_AMBIENTAL_-Pastora_Cer_n_Rodr_guez_1.docx (8.25M)

Total de palabras: 14494

Total de caracteres: 75029

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

INFORME DE ORIGINALIDAD

18%	16%	7%	6%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	revistacta.agrosavia.co Fuente de Internet	3%
2	www.ebrary.com Fuente de Internet	3%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	3%
4	sinia.minam.gob.pe Fuente de Internet	1%
5	alicia.concytec.gob.pe Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Universidad Católica del CIBAO Trabajo del estudiante	1%
7	www.mef.gob.pe Fuente de Internet	1%
8	repositorio.inia.gob.pe Fuente de Internet	<1%