



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**Huella de carbono en el cultivo de arroz en el distrito de  
Posic - Rioja, San Martín**

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

**AUTORA:**

Delgado Lopez, Astrid Karolina (ORCID: 0000-0003-3907-7171)

**ASESORA:**

Mc. Ing. Maria Aliaga Martinez (ORCID: 0000-0003-2767-4825)

**LINEA DE INVESTIGACIÓN:**

Calidad Ambiental y Gestión de RECURSOS Naturales

**LIMA – PERU**

**2018**

## **DEDICATORIA**

A Dios por permitirme llegar en este momento muy importante en mi vida.

A mi Padres por brindarme siempre el apoyo y aliento constante durante toda la etapa de mis estudios.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecer a todos mis profesores de la Universidad César Vallejo por haber compartido sus conocimientos con mi persona, y así poder llegar a la meta que me propuse desde que inicia esta carrera universitaria.

Agradezco a mi asesora Mc. Ing. María Aliaga Martínez por la asesoría y apoyo permanente durante la ejecución del presente proyecto.

Agradezco a Dios, porque me dio la fortaleza para seguir adelante.

## RESUMEN

El crecimiento poblacional junto a la creciente actividad económica desarrollada solo para obtención de ganancias ocasiona tanto a escala local y global graves problemas ambientales que pueden llegar a ser irreversibles. Entre ellas lo relacionado al uso del suelo y ocupación de territorios para la agricultura estableciendo grandes extensiones de arroz en zonas de producción natural de importantes bosques inundables conformados por aguajales.

Teniendo en cuenta que el arroz tiene una alta importancia alimentaria, social, económica a nivel mundial, el presente trabajo de investigación se enfoca en el análisis del impacto por cambio de uso de suelo por el cultivo de arroz en ex bosques inundables en el distrito de Posic, departamento de San Martín usando la Huella de Carbono el cual es un medio útil para estimar el impacto de cualquier sistema de producción, específicamente en la emisión de gases de efecto invernadero.

Se seleccionaron 10 hectáreas de cultivos de arroz, todas ellas por el tipo de riego por gravedad localizadas a 490 m del centro de distrito de Posic. Se indagaron mediante entrevistas semiestructurales aquellas actividades que emiten Gases de Efecto invernadero iniciando desde la preparación del terreno hasta realizar la cosecha del grano. Se agrupó y consultó a arrendatarios y propietarios sobre los insumos que se utilizan entre fertilizantes y combustibles.

Se siguió los factores de emisión y equivalencia de calentamiento propuestos por el Panel Intergubernamental sobre cambio climático (IPCC). Se empleó las tasas de fijación de carbono en los sistemas de producción de arroz en Posic para estimar las principales acciones de mitigación para las emisiones analizadas. Obteniendo un resultado total de 3,488.01 kg CO<sub>2</sub> eq/ ha por ciclo teniendo a los fertilizantes con una mayor contribución (66%). La mitigación de esta emisión implicaría la implementación de cafetales de aproximadamente 4.8 ha.

Palabras claves: Cultivo de arroz, huella de carbono, impacto, emisión, cambio climático, gases de efecto invernadero, mitigación.

## **ABSTRACT**

Population growth together with growing economic activity carried out just for profit produces serious environmental problems on both a local and global scale that can become irreversible. Among them is related to land use and occupation of territories for agriculture, establishing large areas of rice in natural production areas of important flooded forests made up of aguajales.

Bearing in mind that rice has a high food, social, and economic importance worldwide, this research work focuses on the analysis of the impact of changes in land use caused by rice cultivation in former flooded forests in the district of Posic, department of San Martin using the Carbon Footprint which is a useful means to estimate the impact of any production system, specifically in the emission of greenhouse gases.

10 hectares of rice crops were selected, with gravity irrigation located 490 m from the center of the district of Posic. Activities that emit greenhouse gases were investigated through semi-structural interviews, starting from the preparation of the land until the harvest of the grain. Tenants and owners were grouped and consulted on the inputs that are used between fertilizers and fuels.

The emission factors and warming equivalences proposed by the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) were followed. The carbon fixation rates in the rice production systems in Posic were used to estimate the main mitigation actions for the emissions analyzed. Obtaining a total result of 3,488.01 kg CO<sub>2</sub> eq / ha per cycle having fertilizers with a higher contribution (66%). The mitigation of this emission would imply the implementation of coffee plantations of approximately 4.8 ha.

Key words: Rice cultivation, carbon footprint, impact, emission, climate change, greenhouse gases, mitigation.

## ÍNDICE

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
PRESENTACIÓN.....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT.....	viii
I. Introducción.....	1
1.1. Realidad problemática.....	2
1.2. Trabajos previos.....	3
1.2.1. Trabajos previos internacionales.....	3
1.2.2. Trabajos previos nacionales.....	7
1.3. Teorías relacionadas al tema.....	8
1.4. Formulación del problema.....	18
1.4.1. Problema general.....	18
1.5. Justificación del estudio.....	19
1.5.1. Justificación ambiental.....	19
1.5.2. Justificación económica.....	19
1.5.3. Justificación social.....	20
1.6. Hipótesis.....	20
1.6.1. Hipótesis General.....	20
1.6.2. Hipótesis específica.....	20
1.7. Objetivos.....	20
1.7.1. Objetivo General.....	20
1.7.2. Objetivos Específicos.....	21
II. Método.....	22
2.1. Diseño de investigación.....	23
2.3. Variables y Operacionalización.....	24
2.4. Población y muestra.....	24
2.4.1. Población.....	24
2.4.2. Muestra.....	24
2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad...	28
2.6. Validez y confiabilidad.....	37
2.7. Métodos de análisis de datos.....	37
2.8. Aspectos Éticos.....	38
III. Resultados.....	39

3.1. Porcentaje del impacto por tipo de actividad durante el proceso del cultivo de arroz .....	47
3.2. Impacto de la tenencia de uso de la tierra en la generación de GEI durante la producción de arroz.....	48
3.3. Determinacion de las emisiones por uso de combustible durante el proceso del cultivo de arroz.....	49
3.4. Determinacion de las emisiones por uso de Fertilizante durante el proceso del cultivo de arroz.....	50
3.5. Impacto de las actividades durante el proceso del cultivo de arroz.....	51
3.6. Estimación de los GEI por las actividades por tipo de tenencia de tierra.....	52
3.7. Estimación de los GEI por las actividades por tipo de tenencia de tierra.....	53
IV. Discusiones .....	67
V. Conclusiones .....	70
VI. Recomendaciones.....	73
VII. Referencia .....	75
VIII. Anexos .....	79
Anexo 1: Fotos del proceso de cultivo de arroz .....	80
Anexo 2. Encuesta para arrendatarios y operarios .....	90
Anexo 3. Hoja de Campo.....	93
Anexo 4. Matriz de Consistencia .....	94
Anexo 5. Validación de Instrumento .....	95
Anexo 6. Promedio de Validación.....	99

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Potencial de calentamiento global.....	10
Tabla 2. Variables y Operacionalización.....	24
Tabla 3. Lista de agricultores encuestados.....	25
Tabla 4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	28
Tabla 5. Lista de chequeo de datos necesarios para la estimación de gases.....	31
Tabla 6 Densidad por tipo de combustible.....	32
Tabla 7. Factores de conversión.....	32
Tabla 8 Valores calóricos Netos por tipo de combustible.....	33
Tabla 9. Factores de emisión por defecto para las fuentes y maquinaria móvil todo terreno.....	34
Tabla 10 Lista de chequeo de los datos necesarios para determinar realizar la estimación de gases determinando la ecuación que se ajuste al proceso. ....	34
Tabla 11 Factores de emisión para estimar las emisiones directas N <sub>2</sub> O.....	36
Tabla 13 Participación de los expertos.....	37
Tabla 14 Características del proceso del cultivo de arroz por aplicación de Fertilizantes.....	41
Tabla 15 Emisiones por etapa del proceso del cultivo de arroz por tipo etapas del proceso del cultivo de arroz.....	42
Tabla 16 Calculo de estimación de CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> y N <sub>2</sub> O por uso de fertilizantes por etapas de proceso del cultivo de arroz.....	43
Tabla 17 Características por el uso de combustible en el proceso de cultivo de arroz.....	44
Tabla 18 Emisiones por uso de combustible por etapa del proceso del cultivo de arroz.....	45
Tabla 19 Calculo de estimación de CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> y N <sub>2</sub> O por uso de combustible por etapas de proceso del cultivo de arroz.....	46
Tabla 19 Promedio en porcentaje de validación.....	99



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	3 Vías de liberación de las emisiones de CH <sub>4</sub> .....	14
Figura 2.	Diagrama del proceso de cultivo de Arroz (Oryza sativa) .....	16
Figura 3.	Mapa de ubicación del área de estudio .....	26
Figura 4.	Ubicación de las parcelas a estudiar y los bosques inundables.....	27
Figura 5.	Procedimiento de recolección de los datos.....	28
Figura 6.	Promedio de temperatura y precipitación en la provincia de Rioja- San Martin.....	30
Figura 7.	Flujo para el cálculo de emisiones.....	31
Figura 8.	Porcentaje del impacto por tipo de actividad durante el proceso del cultivo de arroz.....	47
Figura 9.	Relación entre la tenencia de uso de tierra en la generación de GEI.....	48
Figura 10.	Determinación de las emisiones por uso de combustible durante el proceso del cultivo de arroz.....	49
Figura 11.	Determinación de las emisiones por uso de fertilizantes durante el proceso del cultivo de arroz.....	50
Figura 12.	Determinación del impacto generado por las actividades en el proceso de cultivo de arroz.....	51
Figura 13.	Estimación de los GEI por las actividades por tipo de tenencia de tierra del Sr. Fabricio Lopez.....	52
Figura 14.	Estimación de los GEI por las actividades por tipo de tenencia de tierra del propietario Javier Vasquez.....	53
Figura 15.	Estimación de los GEI por las actividades por tipo de tenencia de tierra	54
Figura 16.	Estimación de los GEI por las actividades por tipo de tenencia de tierra	55
Figura 17.	Estimación de los GEI por las actividades por tipo de tenencia de tierra del arrendatario Leandro Vasquez.....	56
Figura 18.	Estimación de los GEI por las actividades por tipo de tenencia de tierra del propietario Leo López .....	57
Figura 19.	Estimación de los GEI por las actividades por tipo de tenencia de tierra por el propietario Mario Soto.....	58
Figura 20.	Estimación de los GEI por las actividades por tipo de tenencia de tierra por el arrendatario Percy Marquez .....	59
Figura 21.	Estimación de los GEI por las actividades por tipo de tenencia de tierra por el propietario Perez Vela .....	60
Figura 22.	Estimación de los GEI por las actividades por tipo de tenencia de tierra por el propietario Josué Garcia.....	61
Figura 23.	Determinación de las emisiones por uso de combustible durante el proceso del cultivo de arroz entre propietarios y arrendatarios.....	62
Figura 24.	Determinación de las emisiones por uso de fertilizante durante el proceso del cultivo de arroz entre propietarios y arrendatarios.....	63
Figura 25.	Determinación de las emisiones por agricultor .....	64
Figura 26.	Emisiones de CO <sub>2</sub> eq por el tipo de fertilizante aplicado .....	65

# **I. Introducción**

## 1.1. Realidad problemática

El crecimiento poblacional junto a la creciente actividad económica desarrollada solo para obtención de ganancias esta generando tanto a escala local y global graves problemas ambientales las cuales pueden llegar a ser irreversibles. Entre los años 50 y 70 se intensifico de forma masiva las migraciones hacia San Martin provocando diversos impactos socioambientales en la zona, sobre todo relacionado al uso del suelo y ocupación de territorios para la agricultura estableciendo grandes extensiones de arroz en zonas de producción natural de importantes bosques inundables conformados por aguajales, donde se han reportado el 70% de especies dominantes como el aguaje (*Mauritia Flexuosa*), Zapote de agua (*Matisia bracteolosa*), Aguajillo(*Mauritiella armata*), Cumala(*Virola elongata*) las cuales han sido muy afectadas debido a la tala extrativista de sus individuos que en consecuencia conlleva a la reducción de la biodiversidad de agentes polinizadores a través de la perdida de hábitats de mamíferos menores como conejos silvestres, majaz, armadillos y aves. De acuerdo con los datos del Gobierno Regional de San Martin, la región ocupa el primer lugar en actividades de deforestación a nivel nacional con 117,727 hectáreas dentro del periodo de (2005-2010).

Por otro lado el arroz es considerada un alimento básico en más de la mitad de la población a nivel mundial, este es uno de los principales cultivos alimenticios en rioja, y tiene un aporte PBI agropecuario del (9.5%), asimismo el Departamento de San Martin tiene perspectivas a convertirse en el mayor productor de arroz del país, porque tiene disponibilidad de áreas, clima adecuado que permite el cultivo durante todo el año, sin embargo el cambio de uso de suelo, además de la actividad agrícola intensiva conlleva a malas prácticas en el suelo, incluyendo el monocultivo, aplicaciones de elevados insumos externos, combustibles, maquinaria a todo esto refleja a un alto nivel de contaminación con altas concentraciones de Gases de Efecto Invernadero (GEI).

Según (FAO, 2014) las recientes estimaciones de los GEI demuestran que las emisiones procedentes de la agricultura han duplicado en los últimos 50 años, Perú un país en vía en desarrollo, durante el último periodo en la producción de

arroz se incrementó en 59,6% en noviembre del 2016, este comportamiento se explicó en el aumento de producción en los departamentos de Amazonas, Tumbes y San Martín detallando que en su conjunto concentraron el 80.2% de la producción a nivel nacional.

La consecuencia directa de la agricultura intensiva son las emisiones producidas durante el sistema de producción del arroz, como el CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y el N<sub>2</sub>O incrementando en la acumulación de GEI. Por lo cual la presente investigación estimara la huella de carbono por el cambio de uso de suelo por el establecimiento de sistemas de producción de arroz en ex bosques inundables conformados por aguaje, Cumala, Aguajillo en el del Distrito de Posic, provincia de Rioja, asimismo identificando y cuantificando las contribuciones directas de diversas fuentes, por medio de los métodos de las directrices del IPCC 2006.

## **1.2. Trabajos previos**

### **1.2.1. Trabajos previos internacionales**

Andrade Y Segura (2014), Sostiene que la relación entre la variación entre los factores como el cambio climático y el sistema de producción de agricultura ha dispuesto que la huella de carbono sea considerada como un indicador para evaluar los gases de efecto invernadero. La cosecha de caña de azúcar en la ciudad de Colombia es privilegiada por sus tipos de climas que repercute de manera favorable durante todo el año. Sin embargo, este sistema es netamente emisor de GEI, por ello el principal objetivo de su estudio fue estimar la huella de carbono producida por el sistema de producción de caña de azúcar en el municipio de Palmira, valle de Cauca a partir de la preparación del suelo hasta la molienda. Se obtuvo como resultado que la huella de carbono del azúcar emite aproximadamente  $947 \pm 1381$  kg CO<sub>2</sub> e/ha/ciclo, se tuvo en mayor proporción de GEI por la aplicación de fertilizantes nitrogenados con 73% en contraste con energía y combustibles fósiles.

Gavilán y Reinoso (2012), Menciona el impacto significativo que tiene la agricultura sobre los diversos componentes del ambiente, una repercusión grave es el manejo en el ámbito local. El sector cañero en Villa Clara, Cuba está basado en sistemas de monocultivo y la aplicación de insumos externos

por ello, el objetivo es determinar una estimación cuantitativa de la huella de carbono en el cultivo de caña en Villa Clara, utilizando como casos 2 cooperativas CPA “Jesús Menéndez” y CPA “4 de abril” las cuales fueron ambas evaluadas por el consumo de diversos portadores y la obtención de datos primarios que fueron recolectados por triangulación (investigación-acción-participación) obteniendo así con valores porcentuales mayores de 11% de CO<sub>2</sub>-eq. Se concluye que a ambos sistemas de producción tienen un comportamiento similar en el incremento del calentamiento global.

Para Pinzon (2017), El cambio climático es un factor que se debe en su mayor parte a la alteración de la temperatura de la tierra este siendo afectado por la alta concentración de los gases de efecto invernadero. En Ecuador el sector agrícola reporto en el 2010, 14 515 94 Gg CO<sub>2</sub>-eq siendo el 46.81% de las emisiones en total, esto se debe a las malas prácticas como también al manejo del sistema de producción agrícola. Se estableció estimar la Huella de Carbono en los Cultivos de Quinoa de los Cantones Layambe y Riobamba que se encuentran en los Andes Ecuatorianos. Se evaluó por medio de la recopilación de datos, observación, entrevista, muestreo de suelo reportando que los impactos significativos se encuentran desde la fase de preparación de suelo, maquinaria y mayor medida en la aplicación de fertilizantes N<sub>2</sub>O con 458.56 Kg eq/ha, En base a los resultados, la Huella de Carbono facilita en la identificación de las fuentes principales de los Gases de Efecto Invernadero.

Para Ayala (2012), Uno de los principales temas de uso actual es la eliminación de combustibles fósiles y la incorporación de biocombustibles como alternativa en la sustentabilidad además de la reducción de la emisión de gases de efecto invernadero. El cultivo de la Palma Africana en Ecuador ha experimentado un crecimiento exponencial en la producción y ocupación del territorio, asimismo el aceite se le da el valor agregado de ser un biocombustible. Por el objetivo de la investigación está basada en la comparación bajo 2 escenarios analizando la Huella de Carbono y el crecimiento de la Palma Africana. Obteniendo como resultado 0.3 tCO<sub>2</sub> e/t sin cambio de uso del suelo y 1.83 tCO<sub>2</sub> e/t con el cambio en el uso de suelo, resaltado que al hacer una variación implica una mayor emisión de los gases.

Según Sirotiuk Y Viglizzo (2013), La creciente problemática sobre el desenlace del efecto del cambio climático ha fomentado a múltiples sectores a profundizar más en las investigaciones sobre la dinámica y procesos de las cadenas agroindustriales. El objetivo de la presente investigación fue estimar la HC del proceso de panificación en toda la cadena agroindustrial de trigo, en La Pampa, Uruguay. Definiendo los límites del sistema acorde a los procesos cronológicos, luego la recolección de datos fueron necesarios para obtener la estimación de los factores de emisión acorde IPCC(2006) y PAS(2050). Una vez obtenido se procedió al análisis energético y análisis de Huella de carbono (en Kg eq-CO<sub>2</sub>/Kg de pan), se reportó el proceso de producción de pan tiene un impacto significativo en la utilización de energía sin embargo comparado con estudios anteriores se encuentran dentro del rango aceptable.

Prado (2011) sostiene que, A raíz del tratado del protocolo de Kyoto en 1997 la preocupación de los países está basada en la reducción de sus emisiones de GEI asimismo la implementación de un inventario de gases y planes de mitigación de la contaminación se ha convertido en una de las ventajas competitivas a nivel de producción de bienes y servicios. Por ello la investigación se desarrolla en la compañía minera Doña Inés de Collahuasi, Chile, donde se evaluara la Huella de Carbono por el uso de Biodiesel seleccionando primero el tipo de combustible, siendo este el biodiesel B5, sin embargo el objeto a estudiar es el impacto al hacer la variación del combustible de los equipos, Después de 10 semanas de pruebas y alrededor de 20000 Km de recorrido basándose en estándares de medición PAS(2050) y ISO (14064) se reportó que se reducen las emisiones en un 3.67% con 600t de CO<sub>2</sub> siendo favorable el optar por el biodiesel como combustible del futuro.

Gonzales y Izquierdo. J (2014), sostiene que las actividades del hombre asociadas a su bienestar implican diversos impactos sobre el clima ocasionando GEI, estos gases son cuantificados por la Huella de Carbono donde son expresadas en CO<sub>2</sub>. La mitigación del Cambio Climático revela la necesidad de calcular estas emisiones en Colombia distrito de Juncal, ya que esta se encuentra en la mayor producción de arroz por ello se debe tener una actitud responsable para reducir emisiones realizadas durante su producción. Este estudio tiene como objetivo evaluar la Huella de Carbono en la producción de arroz en 10 predios además de proponer un programa de producción de

arroz utilizando el protocolo del 2001, además de las Directrices del IPCC. Se obtuvo como resultado las emisiones por uso de combustible 1091,57 kg CO<sub>2</sub>/eq, por el uso de fertilizantes 3.244,78 kg CO<sub>2</sub>/eq, las emisiones generadas por el uso eléctrico 607,26 kg CO<sub>2</sub>/eq, concluyendo que se debe aplicar mejoras en la aplicación de fertilizantes para reducir las emisiones además de implementar actividades dentro de las acciones necesarias para la producción de arroz.

Según Albornoz A. (2017), señala que la huella de carbono es la medición de una cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero las cuales se encuentran relacionadas a un sistema de producción, procesamiento y consumo de un servicio o producto. El estudio estimó la cantidad de CO<sub>2</sub>eq de la Empresa Asociativa Campesina Aruco, Copán del país, Honduras. Se obtuvo como resultado que en la etapa de cultivo fue la que generó mayor impacto (1.71 kg CO<sub>2</sub> eq /kg café oro), seguido de la etapa de procesado del producto (1.10kg CO<sub>2</sub>/kg café oro) considerándolo al café oro de alto impacto hacia el ambiente, enfatizando que en su mayoría proviene de la aplicación de fertilizantes y la generación de sus emisiones, además del diésel y metano las cuales son generadas en las lagunas de oxidación concluyendo que la implementación de un adecuado plan de eficiencia energética, aplicación de fertilizantes adecuado conllevaría a buenas prácticas en la reducción de emisiones.

Para Altuna A. (2012), las actividades económicas, en medida que utilizan los recursos a lo largo del sistema de producción son responsables de la generación de una cantidad más o menos significativas de las emisiones de gases de efecto invernadero. El análisis del sistema de producción de trigo, harina y pan se optó por la aplicación de la normativa PAS2050 se obtuvo como resultado que en todos los casos las emisiones en el suelo son muy significativas estas procedentes de los óxidos de nitrógeno emitidos hacia la atmósfera producto del uso de fertilizantes orgánicos nitrogenados sumado a la descomposición de los restos de la cosecha, teniendo una huella carbono de los cereales en 384 kg CO<sub>2</sub> eq/t d trigo indicando a la aplicación de fertilización nitrogenada como el punto crítico sobre la que se debe trabajar para minimizar la huella de carbono.

Según Ramírez y Carmona L. (2014), menciona sobre la importancia del fortalecimiento de estudio mediante el análisis de ciclo de vida en sectores como la agricultura, presentando una síntesis de las principales características en las metodologías a fin de aportar al desarrollo y fortalecimiento en el campo de gestión ambiental. Como resultado de la investigación se puede indicar que se requiere una investigación a fondo incluyendo a los componentes ambientales (tierra, consumo de agua) como factores importantes para un adecuado análisis de vida en un sistema de producción agrícola, sumado a esto la recolección de datos directamente de los productores se presenta como una medida válida para la realización de estudios de análisis de ciclos de vida.

### **1.2.2. Trabajos previos nacionales**

Según Quinteros y Roca A. (2016), menciona en su libro Morichales, Cananguchales y otros palmares inundables de Suramérica que los diversos ecosistemas amazónicos son resultado de diversos procesos de selección natural, tales especies como la *Mauritia Flexuosa*. En el Perú, Departamento de San Martín, Distrito de Posic-Rioja los lugares donde predominan estas se denominan aguajales se desarrollan a una altura aproximada de 860msnm. El uso de esta especie es muy importante para población debido al gran valor ecológico además de ser base de diversas cadenas alimenticias sin embargo en los últimos años han sufrido cambios con mayor relevancia al cambio de uso de suelo que se dirige especialmente a los cultivos de arroz, cacao. Por ello el presente artículo se enfatiza en el uso y conservación de los aguajales con el objetivo de caracterizar una población de aguaje ubicada en el Distrito de Posic-Rioja para así identificar las estrategias para su conservación, se realizó el estudio por una caracterización florística, ubicación de parcelas. Se reportó un inventario con características de la amplia vegetación, teniendo como resultado total de 118 especies las cuales se encuentran divididas en 45 familias, enfatizando a la *Mauritia Fleuxosa* quien presento una densidad de 827 individuos por hectárea.



Ramírez L. (2017) señala a la quinua entre los alimentos de origen vegetal el cual posee todos los elementos esenciales, estimando que el 80% de la producción de Quinoa a nivel mundial se encuentran: Bolivia, Perú y Ecuador. La agricultura es uno de los sectores que contribuyen a la generación de emisiones de gases de efecto invernadero, de esta manera planteo como objetivo estimar dos principales indicadores (Huella de Carbono) y la Huella Hídrica (HH) durante el ciclo de vida de una cadena de producción de quinua siguiendo las directrices dadas por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático(IPCC, 2006b), además del protocolo GEI planteado por World Resources Institute (WRI) y World Business Council for Sustainable Development(WBCSD, 2011), el estudio se llevó a cabo en los cantores de Cayambe comunidad de Pucará, mediante 6 parcelas se realizó entrevistas a los productores para la recolección de información reportando como resultado 468,54 kgCO<sub>2</sub> eq/ha indicando que el uso de los combustibles contribuye aproximadamente con el 71% de las emisiones de GEI en Mijipampa específicamente en la fase de preparación de suelo, en cuanto a la Huella Hídrica óptima depende del agua aplicada por riego las cuales serían en base a las condiciones climáticas, resaltando que al utilizar las herramientas de la estimación de HC y HH se podría lograr impulsar un mercado sostenible.

### **1.3. Teorías relacionadas al tema**

#### **1.3.1. Huella de Carbono**

Se refiere a la totalidad de las emisiones directas de CO<sub>2</sub> con otros GEI ya sea de un individuo, empresa, organización u producto, cuantificando y estimando las principales fuentes que se consume detrás de cada acción.

La importancia de la aplicación de la Huella de Carbono se ha extendido al comercio internacional motivado principalmente por las posibles pérdidas de competitividad de sus productores los cuales compiten con otros con costos de emisión menores que aquellos que no asumen las obligaciones climáticas.

Sin embargo, en el caso de los países que se encuentran en vía de desarrollo exige a diversos sectores productivos implementar y desarrollar avances en los procesos de cuantificación en la generación de sus emisiones con el fin de verificar su posición competitiva.

esta herramienta es considerada una de las principales para una adecuada cuantificación de las emisiones de dichos gases, que es su conjunto forman un recubrimiento en la parte media de la atmosfera que impide que exista un flujo de radiación solar impidiendo que esta salga siendo devuelta a la tierra provocando que la temperatura en la misma aumente.

### **1.3.2. Arroz (*Oryza sativa*)**

El arroz es la semilla de la planta *Oryza Sativa*, conocido como el segundo cereal más producido a nivel mundial considerándolo el cereal más importante en la alimentación humana. Se trata de un cereal el cual es considerado sustento básico en muchas mesas culinarias

#### Morfología del arroz

El arroz clasificado como una monocotiledónea es perteneciente a la familia Poaceae. Característica por sus raíces que son delgadas, fibrosas y fasciculadas, el tallo está compuesto por nudos con entrenudos alternados, tien forma cilíndrica, nudoso y mide entre 30 a 100 cm de longitud. Las hojas se ubican de manera alterna, envainadoras, con el limbo lineal, agudo.

Posee dos tipos de raíces: las primeras llamadas seminales que se originan de la radícula y son de naturaleza temporal y por otro lado las raíces adventicias secundarias que tienen una libre ramificación y se forman a partir de los nudos inferiores del tallo joven. Sus flores están compuestas por color verde blanquecino y estas dispuestas en espiguillas cuyo conjunto constituye entre ellas una panoja grande y terminal.

### **1.3.3. Cambio Climático**

El cambio climático se define como un cambio en el clima la cual es atribuida actualmente directa o indirectamente a la actividad humana alterando la composición sumado a esta los cambios regulares que de manera natural ocurren en el planeta.

Se identifica mediante variaciones notorias e importantes en todo el mundo; ya sea en la temperatura, la lluvia y la elevación del nivel del mar, todo esto acarrea consigo modificaciones y diversas alteraciones en la biodiversidad; asimismo se ha demostrado que han habido cambios en la atmosfera, así como en el clima en la tierra, y una de las explicaciones encontradas es la mayor concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera, lo cual perjudica la eficiencia de la

fotosíntesis y el uso de las aguas. Por consiguiente, afecta la fertilidad de las plantas y otros procesos de los ecosistemas (IPCC, 2002).

#### 1.3.4. Factor de emisión

Los contaminantes al ser cuantificados son calculados por las llamadas factores de emisión están basados en medidas ya establecidas por el IPCC que son asociadas al consumo de energía, combustibles habituales se expresan en g o kg según sea el caso.

#### 1.3.5. Gases de efecto invernadero

El efecto invernadero se origina debido a la energía que llega del sol está formada por diversas ondas de frecuencias altas que llegan a traspasar la atmosfera con poca resistencia. La energía remitida hacia el exterior está conformada por ondas con baja frecuencia que son absorbidas por estos gases produciendo el calor en la atmosfera sin embargo el incremento de las actividades ha generado un aumento de 25% en la concentración de los principales gases interfiriendo en el equilibrio de la temperatura de la tierra.

Dependen de su poder de radiación y el tiempo promedio que el gas permanece en la atmosfera, los resultados de estas dos son denominadas como Potencial de Calentamiento Global (PCG) *Cuadro 1*. El cual es expresado con el nivel de CO<sub>2</sub> tiene como unidad el CO<sub>2</sub>-eq.

*Tabla 1. Potencial de calentamiento global*

Potencial de Calentamiento Global	
<b>CO<sub>2</sub></b>	1
<b>CH<sub>4</sub></b>	21
<b>N<sub>2</sub>O</b>	310

*Fuente: IPCC (2006)*

Entre los GEI que se encuentran en la atmosfera, las cuales se rigen las políticas de protección ambiental son:

- Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)
- Óxido nitroso (N<sub>2</sub>O)
- Metano (CH<sub>4</sub>)
- Hidrofluorocarbonos (HFC)
- Perfluorocarbonos (PFC)

- Hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>)

Sin embargo, los primeros 3 compuestos son los más importantes, ya que contribuyen en un 85% al proceso global del cambio climático (IPCC, 2006).

### **1.3.6. Tierras de cultivo**

El IPCC (2006) describe dos subcategorías para tierras de cultivo, las que permanecen como tales (tienen más de 20 años como tierra de cultivo) y tierras convertidas en tierras de cultivo (menor a 20 años). Asimismo, categoriza a los cultivos en anuales y perennes.

### **1.3.7. Dióxido de Carbono**

El dióxido de carbono se caracteriza por ser un gas incoloro, inodoro y con un sabor ácido. Se encuentra conformada por un átomo de carbono enlazado a dos átomos de oxígeno, conocida según la nomenclatura química CO<sub>2</sub>.

Esta se disuelve en el agua en una proporción de un 0,9 de volumen del gas por volumen de agua, su densidad es más o menos 1,5 veces más densa que el aire, teniendo una temperatura de 20 C°.

Es así que el dióxido de carbono ha estado siempre presente en la naturaleza y es imprescindible para mantener el equilibrio de la misma, se hace presente a través del llamado «ciclo del carbono», en el cual, mediante un proceso bioquímico, ocurren diversas transformaciones del CO<sub>2</sub> esenciales para equilibrio del clima y la vida en la tierra.

### **1.3.8. Metano**

Es un hidrocarburo más simple la cual está conformada por un átomo de carbono unidos a cuatro átomos de hidrogeno. Se presenta a temperatura ambiente y se encuentra presente en la atmosfera, entre sus principales fuentes de emisión de metano son:

- Procesos de descomposición de la materia orgánica en ausencia de oxígeno (anaerobiosis), principalmente se encuentra en grandes amplios cultivos de arroz y zonas permanentemente pantanosas
- El proceso digestivo de los rumiantes (bovinos)
- Proceso microbiano en aguas servidas (cloacas)

- y determinados depósitos de hidrocarburos tales como campos de petróleo.

Entre sus propiedades fisicoquímicas ocupa el tercer lugar en el grupo de GEI, ya que contribuye en un 15 % al calentamiento global (DOMENECH, 1994)

### **1.3.9. Óxido Nitroso**

El óxido nitroso este es un gas incoloro y no inflamable representada con formula química  $N_2O$ , entre las principales generadoras de este gas se encuentran las bacterias que producen este gas en el sector agrícola como cultivos de arroz y ganadero, se incluye dentro del grupo de gases de efecto invernadero de gran potencia (GREEN, 2007).

Debido a los cambios de uso de tierra y las actividades generadas por el hombre, genera un incremento del nitrógeno aumentando las tasas de nitrificación y desnitrificación, que a su vez incrementa la producción de  $N_2O$ .

### **1.3.10. Ecosistema de aguajal**

Se caracteriza por conformarse por un sistema de vegetación como palmeras, arboles además de vegetación leñosa estos se desarrollan de maneras más o menos densa. De esta manera los ecosistemas de aguajal se encuentran conformadas por diversas especies tales como leguminosas, palmeras, bombacáceas, meliáceas en territorios que se encuentran parcial o permanentemente inundados, esto producto de los desbordes que generan los ríos en temporadas de creciente y por las lluvias. El suelo en que se desarrollan los aguajales son ricos en materia orgánica, pero con deficiente drenaje en su mayoría conformado por la especie *Mauritia Flexuosa*. (MINAM, 2015).

### **1.3.11. Estimación de Huella Carbono**

El abordaje metodológico para la estimación está conformado por el análisis de la información sobre el alcance hasta donde tiene lugar la actividad humana, evaluando; los datos de actividad identificada junto a los coeficientes que cuantifican las emisiones por actividad, Utilizando la Ecuación 1 es la que representa la determinación de las emisiones:

$$Emisiones = AD * EF$$

Ecuación 1: Cálculo de emisión total

*Fuente: IPCC (2006)*

### **1.3.12. Emisiones de CH<sub>4</sub> del cultivo de arroz**

Las emisiones de CH<sub>4</sub> generado en el proceso de cultivo de arroz se dan por la descomposición anaerobia en los arrozales inundados por medio de bacterias metanogénicas, sin embargo, para evitar la asfixia radicular, la planta de arroz posee concretamente espacios desarrollados para el paso de oxígeno ya sea en la raíz, tallo y láminas de la hoja, a todo este sistema es llamo aerénquima. El oxígeno es suministrado había el interior de las raíces que finalmente sale de las raíces y se difunde en el suelo que la rodea creando así una interface de oxidación-reducción (Denier Van Der Gon y Neue, 1995).

Dinámica de las emisiones de metano en cultivos de arroz

En su conjunto la cantidad de CH<sub>4</sub> emitida es debida al balance de 2 procesos entre la producción y oxidación, la primera tiene lugar en ambientes anaerobios y la oxidación ocurre en ambientes aerobios, ambos coexisten en suelos inundados. En el proceso de oxidación del Ch<sub>4</sub> se da en la capa aerobia incluye la descomposición de la materia orgánica, la fijación del nitrógeno por las baterías y la nitrificación por amonio y nitrito. En el proceso de producción del CH<sub>4</sub> se da en la capa reducida anaerobia, incluye la fijación del nitrógeno por bacterias heterótrofas, la producción de hidrogeno, la desnitrificación.

El metano puede ser liberado a la atmosfera por medio de 3 vías, Figura 1. La ebullición, la difusión molecular y el transporte a través de la planta (Khalil y Shearer, 2006)

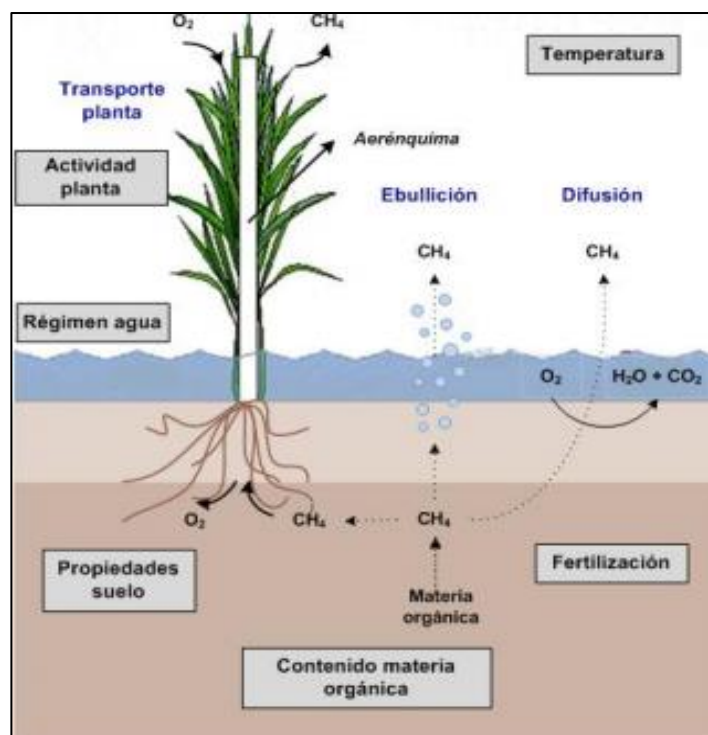


Figura 1. 3 Vías de liberación de las emisiones de CH<sub>4</sub>

Fuente: Sanchis (2012)

### 1.3.13. Bosques Inundables

Las áreas inundables de la selva baja del Perú se encuentran entre los 500-900 msnm ubicados también el pie de monte o selva baja, esta unidad fisiográfica, está compuesta por terrazas bajas sujetas a temporales inundaciones de origen aluvial con mayor fertilidad, del total de superficies agrícolas desarrolladas en ecosistemas inundables que el 46% corresponde al cultivo de arroz.

### 1.3.14. Sistema de producción de arroz

Preparación del terreno

- Fanguero. - Al finalizar la cosecha anterior se procede a realizar la mezcla los rastrojos, restos con un bajo nivel de agua formando un barro.
- Meteorización. - Una vez seco se procede a remover el suelo para dejar preparado para el posterior desarrollo de la planta, utilizando gradas con la finalidad de desmenuzar el suelo dejando listo para la aplicación del abonado.

- Nivelación. -Con la finalidad de conservación del suelo y control del agua, manteniendo una capa uniforme de agua facilitando las prácticas de manejo subsiguientes para la evolución del cultivo, las incorporaciones de los bordes son fundamentales para el control del agua evitando así el estancamiento de agua.

#### Siembra

- Esta puede realizarse con maquina o a mano, la plantación se da cuando el agua se encuentre clara y los lodos ya se encuentren depositados en forma de sedimentos, el agua debe estar a 5 cm de altura para la aplicación de las semillas.

#### Riego

- La verificación mensual de las labores de riego a través del nivel del agua se verifica que tenga la altura adecuada durante la evolución de la cosecha, bajo diferentes regímenes de agua.

#### Fertilización

- Las plantaciones de arroz requieren de diversos nutrientes, entre ellos los elementos se incluyen el nitrógeno el cual es un constituyente de las cuales conforman parte del protoplasma, cloroplastos y enzimas, la absorción de este se da en las etapas de crecimiento vegetativo y declina al llegar a la madurez.

#### Cosecha del grano o recolección

- La recolección por lo general se da 35 días después de la floración total, en esta etapa se identifica que el el 85-90% por ciento de las panojas presentan un color amarillo.

En la *Figura 2*, se muestra el siguiente esquema que representa cada uno de los procesos de cultivo de arroz



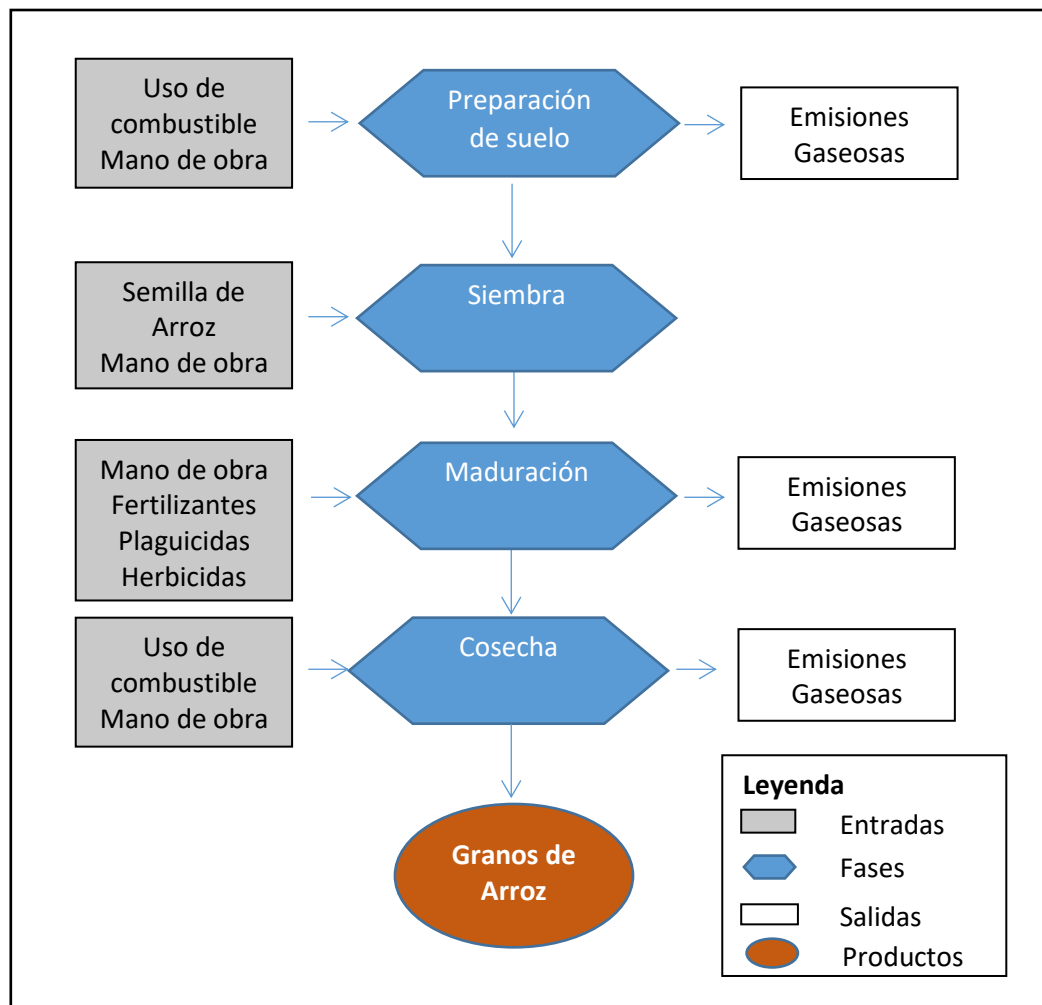


Figura 2. Diagrama del proceso de cultivo de Arroz (*Oryza sativa*)

Fuente: Elaboración propia

### 1.3.15. Directrices del panel intergubernamental del cambio climático (IPPC 2006).

Estos inventarios nacionales de los GEI (2006) son en su conjunto el resultado de la invitación realizada por la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) el cual están asociadas a las buenas prácticas con el objetivo de estimar los inventarios de GEI, centrado en plantear el alcance, método y la estructura. Todo esto dividido en sectores y categorías.

Sectores para la estimación de GEI

- Volumen 1. OGGI
- Volumen 2. Energía
- Volumen 3. Procesos industriales y uso de diversos productos
- Volumen 4. Agricultura u otros usos de la tierra

- Volumen 5. Desechos

Cada Sector en mención está compuesta por categorías individuales que comprende asimismo por subcategorías de esta forma la estimación sea desarticulada calculadas al final de manera conjunta dando un total de todas las emisiones correspondientes a cada gas.

### **1.3.16. Escala de aplicación de la Huella de Carbono**

En primer lugar, se deben identificar cuáles son las fuentes generadoras de GEI clasificándolas como emisiones directas (internas por ejemplo el uso de combustibles) como emisiones indirectas (externas por ejemplo el transporte). Entre aquellas actividades se incluyen bienes y servicios

Para la estimación de la Huella de Carbono se aplica al cálculo de aquellas emisiones derivadas de las actividades de individuos, poblaciones de un determinado lugar, gobiernos, etc.

Para determinar la Huella de Carbono frecuentemente se establecen 3 alcances:

- Alcance 1: Estas se producen por las fuentes principales que son propiedad de la empresa o están controladas por la misma se determina las emisiones directas de los gases de efecto invernadero. (GHG protocol, 2000).
- Alcance 2: Emisiones indirectas de GEI son aquellas que se generan físicamente, como la energía en las instalaciones y procesos de la empresa que determina su Huella de Carbono.  
Indicamos como emisiones indirectas aquellas asociadas al uso de electricidad, aunque no supone una emisión directa de emisiones de Gases de efecto invernadero, para muchas empresas esta representa una oportunidad significativa para minimizar las emisiones y sus costes(WRI,2004)
- Alcance 3: Son aquellas definidas como consecuencia de la empresa, pero que ocurren en fuentes que no les pertenecen tampoco son controladas por ella. Este alcance es opcional pero facilita la oportunidad de innovar en la administración de GEI (GHG protocolo, 2000).

Los tres alcances descritos presentan un marco de contabilidad que es necesario para el control y reducción de las emisiones indirectas y directas.

### **1.3.17. Combustión Móvil**

Los tipos de fuentes móviles aportan con emisiones de gases de efecto invernadero directos tales como el N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub> y CO<sub>2</sub>, estos se emiten debido a los usos de diferentes tipos de combustibles, su estimación de los GEI se realiza más fácilmente por actividades de transporte, terrestre y todo terreno (IPCC, 2006).

### **1.3.18. Transporte todo terreno**

La categoría todo terreno se incluye a los vehículos y maquinaria móvil utilizados en la silvicultura, agricultura y aquellos sectores que requieren de equipos de apoyo de tierra, motosierras, los tractores agrícolas, auto elevadores, maquinas cosechadoras.

Los tipos de motores usados usualmente en estos equipos todo terreno incluye los motores por chispa (motor gasolina), de chispa de compresión (diésel), los motores de 4 tiempos y los motores de gasolina 2 tiempos.

## **1.4. Formulación del problema**

### **1.4.1. Problema general**

- ¿Cuánto es el impacto en Kg CO<sub>2</sub>e/en 10 hectáreas generados por el proceso de cultivo de arroz en Posic-Rioja?

### **1.4.2. Problema Específico**

- ¿Cuánto es el impacto en Kg CO<sub>2</sub>e/en 10 hectáreas generadas por la fase de fertilización en el proceso de cultivo de arroz?
- ¿Cuánto es el impacto en Kg CO<sub>2</sub>e/en 10 hectáreas generadas por la fase de uso de combustibles en el proceso de cultivo de arroz?

## **1.5. Justificación del estudio**

### **1.5.1. Justificación ambiental**

La región de San Martín actualmente ocupa el primer lugar en actividades de deforestación a nivel nacional con 117,727 hectáreas deforestadas. Sin lugar a dudas, las consecutivas migraciones y la colonización permanente de territorios, la actividad agraria junto al uso insostenible de los recursos naturales y el establecimiento de caminos y/o trochas están generando diversos impactos ambientales negativos en la estructuración del territorio, a nivel de paisaje y del conjunto de ecosistemas. Asimismo, se han generado tensiones entre los diferentes actores sociales que se encuentran enfrentados ya que sus visiones con respecto al uso de suelo difieren y se oponen entre sí. Por un lado, los nativos que tienen en el uso sostenible de los recursos naturales su medio de subsistencia básico, y los nuevos migrantes que sólo están en busca del aprovechamiento del recurso sin considerar la disposición permanente del mismo para las poblaciones. Estas situaciones, en muchos casos, han debilitado las relaciones entre estos grupos sociales

### **1.5.2. Justificación económica**

Debido a la importancia económica de los sistemas de producción de arroz es importante identificar los principales impactos a lo largo de su ciclo de vida por ello la presente investigación se desarrollará con herramientas acordes al grado de complejidad aplicando la estimación de la Huella de Carbono desde la preparación del suelo hasta la cosecha del grano pasando por 5 etapas, la preparación del suelo, siembra, riego, fertilización y cosecha que permitirá conocer e identificar las fuentes con mayor cantidad de emisión con el fin de establecer alternativas para disminuir los GEI y lograr ser sostenibles en el sistema de producción, favoreciendo a la rentabilidad económica a través de la optimización del consumo de productos sostenibles

### **1.5.3. Justificación social**

La estimación de la huella de carbono genera beneficios a largo plazo a empresa y organizaciones, ya que con la aplicación de esta herramienta permite verificar las principales fuentes de contaminación mejorando así los procesos comerciales, mediante la reducción de sus emisiones para la obtención de certificados y así generar una responsabilidad social.

## **1.6. Hipótesis**

### **1.6.1. Hipótesis General**

H<sub>1</sub>: La Huella de Carbono generada por el proceso de cultivo de arroz en Posic es de al menos 28440.2 CO<sub>2</sub>e/en 10 hectáreas por ciclo.

H<sub>0</sub>: La Huella de Carbono generada por el proceso de cultivo de arroz en Posic no es de al menos 28440.2 CO<sub>2</sub>e/ en 10 hectáreas por ciclo.

### **1.6.2. Hipótesis específica**

- La huella de carbono generada por el cultivo de arroz en la fase de fertilización es de al menos 20563 kg CO<sub>2</sub>e/ en 10 hectáreas por ciclo.
- La huella de carbono generada por el cultivo de arroz en la fase de fertilización no es de al menos 20563 kg CO<sub>2</sub>e/ en 10 hectáreas por ciclo.
- La huella de carbono generada por el cultivo de arroz durante el uso de combustibles es de al menos 10459 kg Ton CO<sub>2</sub>e/ en 10 hectáreas por ciclo.
- La huella de carbono generada por el cultivo de arroz durante el uso de combustibles no es de al menos 10459 kg Ton CO<sub>2</sub>e/ en 10 hectáreas por ciclo.

## **1.7. Objetivos**

### **1.7.1. Objetivo General**

Analizar el impacto generado mediante la estimación de la huella de carbono por el proceso del cultivo de arroz en ex Bosques inundables en el Distrito de Posic, Rioja, San Martin.

### **1.7.2. Objetivos Específicos**

- Determinar el impacto generado estimando la Huella de Carbono por el uso de Combustibles en el proceso del cultivo de arroz en el Distrito de Posic, Rioja, San Martin
- Determinar el impacto generado estimando la Huella de Carbono de la fertilización en el proceso del cultivo de arroz en el Distrito de Posic, Rioja, San Martin.
- Analizar el impacto generado por el proceso del cultivo de arroz en ex bosques inundables en el Distrito de Posic, Rioja, San Martin.

## **II. Método**

### **2.1. Diseño de investigación**

La presente investigación se desarrolla en un diseño no experimental ya que no implica la manipulación de variables, teniendo como finalidad realizar el análisis un análisis sobre el impacto de los gases de efecto invernadero generado por el proceso de cultivo de arroz, donde se pretende estimar las diferentes actividades que se da durante el proceso del cultivo de arroz, mediante encuestas semiestructuradas, registros de datos en campo teniendo como guía las directrices del IPCC para el posterior cálculo del área de estudio.

### **2.2. Tipo de estudio**

El tipo de estudio se define como estudio descriptivo, debido al uso de la investigación y aplicación de las metodologías planteadas de diversas investigaciones relacionadas al tema, asimismo se estableció metodologías establecidas por el IPCC y sus guías propuestas.

Asimismo se clasifica como estudio descriptivo ya que es un método científico que implica el describir y observar el comportamiento de dicho objeto a estudiar sin la manipulación e intervención en el mismo, lo que implica que este método se encarga del análisis, recopilación y presentación sistemática de datos para representar alguna situación.



## 2.3. Variables y Operacionalización

Tabla 2. Variables y Operacionalización

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	indicadores	Escala de medición
Cultivo de arroz	Es un proceso agrícola en la cual se cultiva en suelos anaerobios permanentemente inundados	Preparación del suelo Siembra Maduración Cosecha	Maquinaria	Tipo	Razón
			Siembra y fertilización	Cantidad de Dosis	
			Fertilización de las plantas	Tipo de Fertilizantes	
			Cosecha	Maquinaria	
Análisis del impacto por el cambio de uso de suelo por el cultivo de arroz en bosques inundables	El impacto del cambio de uso de suelo por el proceso de cultivo de arroz en ex bosques inundables genera GEI.	Identificar y cuantificar usando la huella de carbono	Perdida de la biomasa	CO <sub>2</sub> CH <sub>4</sub> N <sub>2</sub> O	Kg CO <sub>2</sub> /ha

Fuente: Elaboración propia

## 2.4. Población y muestra

### 2.4.1. Población

La población de estudio son los suelos para cultivos de Arroz (*Oryza Sativa*) ubicados en los ex bosques inundables del distrito de Posic, provincia de Rioja, departamento de San Martín. Se indica en el Mapa N°1 que representa 10 hectáreas en su total.

### 2.4.2. Muestra

De acuerdo a la metodología para una investigación descriptiva, para la obtención de los datos para la estimación de la huella de carbono se utilizó el muestreo bola de nieve la cual es una técnica no probabilística para identificar los potenciales sujetos en estudio, entre propietarios y arrendatarios.

Se realizó 40 encuestas a los agricultores, agrupándolos 4 agricultores por cada arrendatario y propietario a cargo de cada hectárea de arroz, teniendo una muestra total de 10 hectáreas.

Tabla 3. Lista de agricultores encuestados

Distrito	Nombres	Tipo de tenencia de tierra	Área de Terreno(ha)
Rioja	Fabrizio López	Arrendatario	1
Rioja	Javier Vásquez	Propietario	1
Rioja	José Díaz	Arrendatario	1
Rioja	Saúl Rojas	Arrendatario	1
Rioja	Leandro Vásquez	Arrendatario	1
Rioja	Leo López	Propietario	1
Rioja	Mario Soto	Propietario	1
Rioja	Percy Márquez	Arrendatario	1
Rioja	Pérez Vela	Propietario	1
Rioja	Josué García	Propietario	1

### 2.3.3. Ubicación del área de estudio

El área de estudio abarca importantes áreas de bosques, compuesto principalmente por ecosistemas de aguajales, que los últimos años se vienen deforestando debido a la implementación de cultivos agrícolas. Según el Gobierno Regional de San Martín (GORESAM, 2014) el cual menciona que el departamento de San Martín tiene una superficie de 51253 Km<sup>2</sup>, la cual representa el 3,9% del total del país, se encuentra situado en la parte septentrional-oriental del territorio peruano. Limita por el norte con el departamento de Amazonas, por el sur con el departamento de Huánuco, por el Oeste con el departamento de la Libertad y por el Este con el departamento de Loreto. El área de estudio abarca importantes áreas de bosques, compuesto principalmente por ecosistemas de aguajales, que los últimos años se vienen deforestando debido a la implementación de cultivos agrícolas.

### Características de la zona de estudio

El estudio se desarrolló en zonas de producción arroceras que antes estaban conformadas por bosques inundables conformadas principalmente por aguajales con diferentes especies *Mauritia Flexuosa* L.f., *Mauritiella armata* (Mart.) Burret, ceiba samauma.

El área de estudio se encuentra ubicado en el distrito de Posic provincia de Rioja, Departamento de San Martín con una altura de 860 msnm. Sobre el área fluye el río Tonchima. A continuación, se presenta en la figura N°3 el mapa de ubicación del área de estudio:

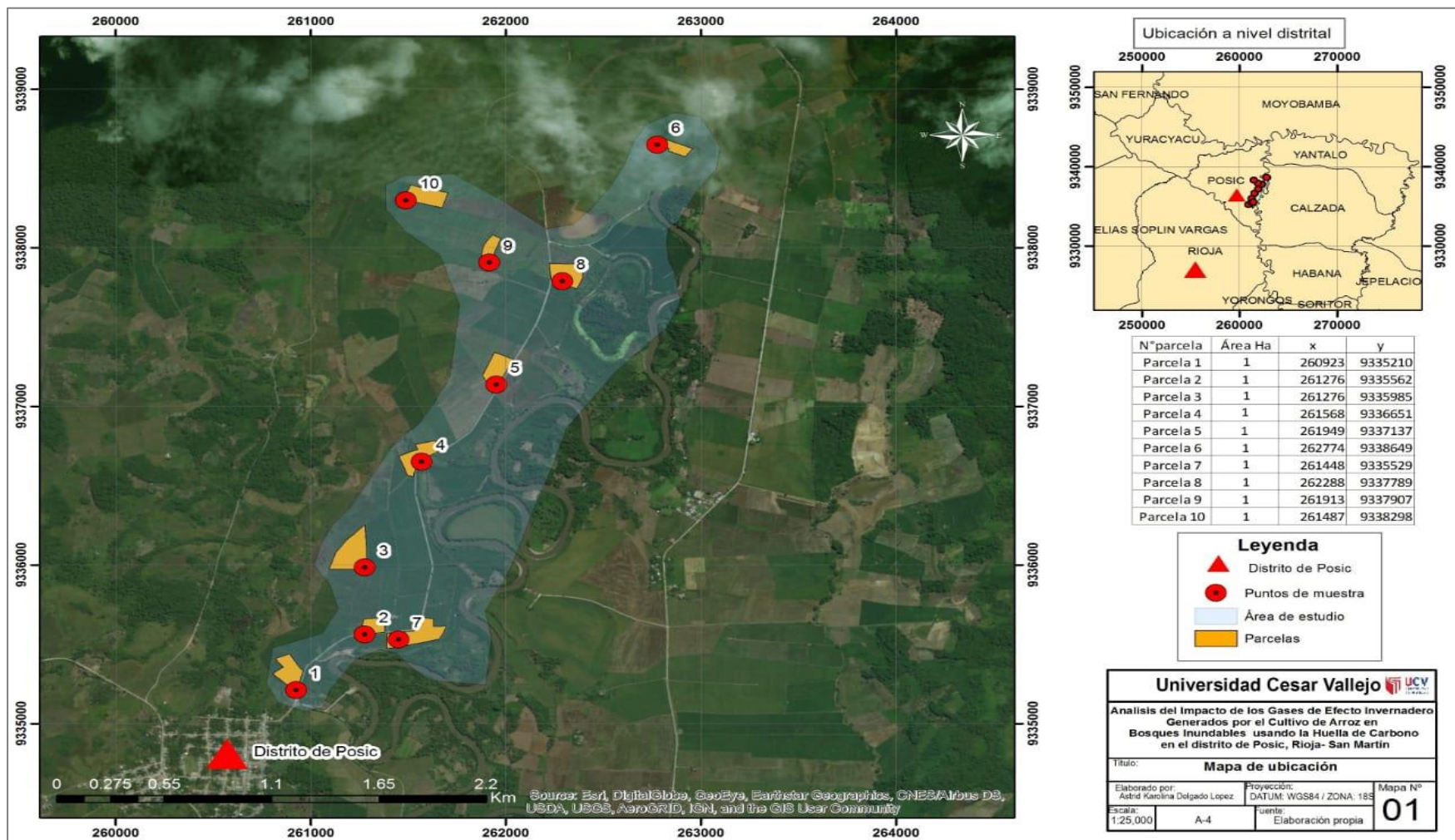


Figura 3. Mapa de ubicación del área de estudio

Fuente: Elaboración propia(2018)

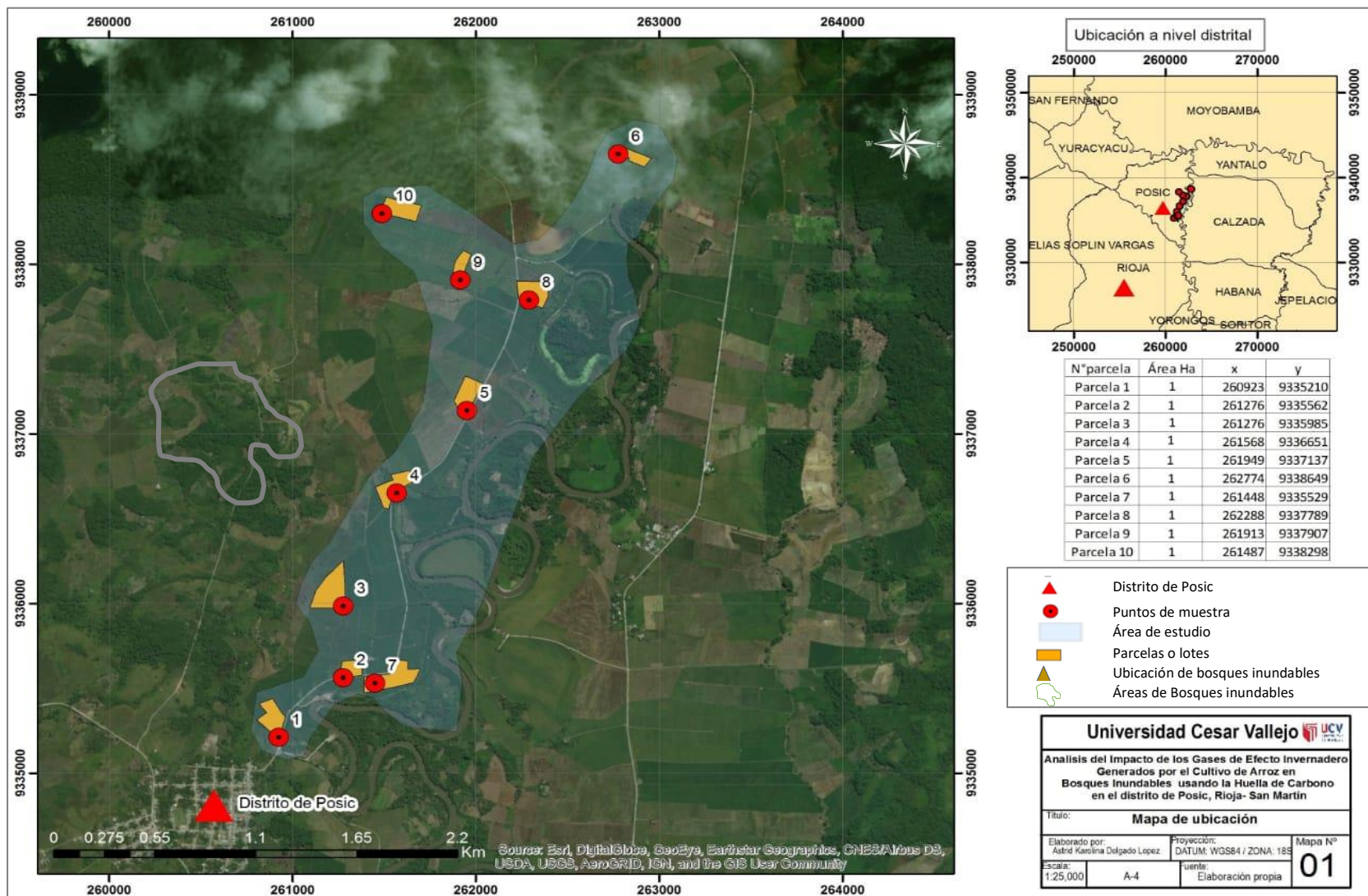


Figura 4. Ubicación de las parcelas a estudiar y los bosques inundables

Fuente: Elaboración propia



## 2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

En la presente investigación se aplicará la técnica de observación, esto debido a la recopilación de datos durante el proceso del cultivo de arroz, esta información se registró en fichas de observación. Además, se realizó encuestas mediante un cuestionario siguiendo las directrices del IPCC (2006).

Tabla 4. Instrumentos y técnicas de recolección de datos

Técnica	Instrumento
Observación	Ficha 01: Características de proceso productivo del arroz
Encuesta	Ficha 02 :Cuestionario para los agricultores

### Procedimiento:

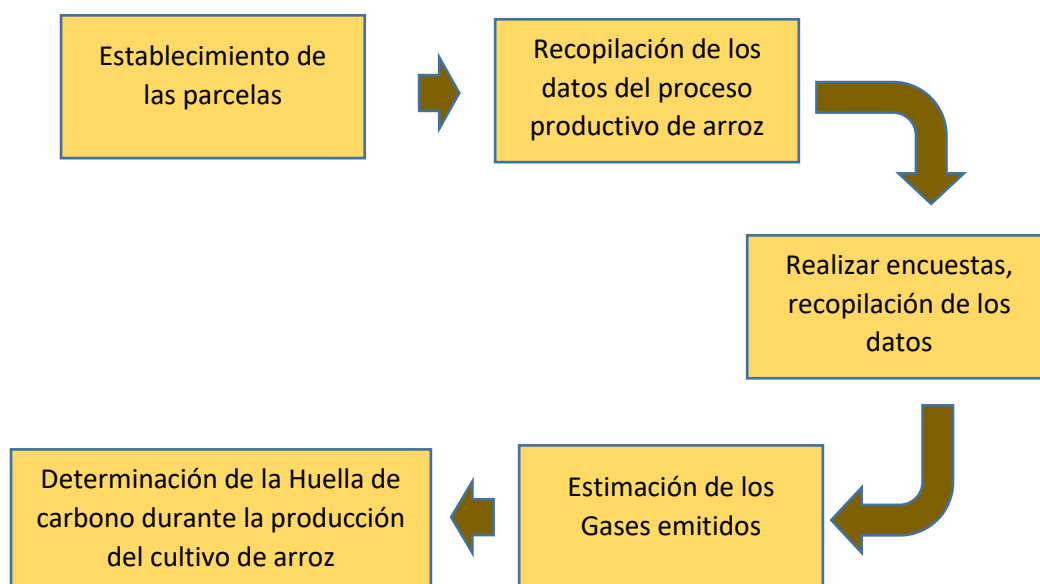


Figura 5. Procedimiento de recolección de los datos

Fuente: Elaboración propia (2018)

Para el presente estudio se aplicó las siguientes metodologías, las cuales consisten en 5 etapas que se indicaran a continuación:

- **Etapa 1: Establecimiento de las parcelas**

Durante el mes de enero del 2018 se limitaron 10 lotes a estudiar en distrito de Distrito de Rioja, departamento de San Martín, para lo cual se utilizó un GPS realizando mapas georreferenciados que se generaron con el programa ARCGIS cada uno clasificado por tipo de tenencia con la tierra, ya sea Propietario o dueño de cada parcela.

- **Etapa 2: Recopilación de los datos del proceso productivo de arroz.**

Seguido de haber los lotes se realizó la recopilación de datos durante el proceso productivo de arroz. El cual consistió en llenar la ficha de las características del proceso productivo de arroz.

- **Etapa 3: Realizar las encuestas, recopilación de los datos**

Para la recopilación de información de las actividades del proceso del cultivo de arroz se realizará encuestas mediante la Ficha N°2 Cuestionario.

- **Etapa 4: Estimación de los gases emitidos**

Para la estimación de los gases emitidos se seleccionaron los lotes de arroz en el distrito de Posic manejados por arrendatarios y propietarios. La finalidad del presente estudio es desarrollar un análisis impacto de los gases de efecto invernadero generado por el cultivo de arroz, donde se pretende estimar las diferentes actividades que se da durante el proceso del cultivo de arroz, mediante encuestas semiestructuradas, registros de datos en campo teniendo como guía las directrices del IPCC 2006 para el posterior cálculo del área de estudio. Las siguientes variables se analizaron en cada lote de arroz.

### **Promedio de temperatura y precipitación en la provincia de Rioja- San Martín**

Se recopiló información de la Temperatura y Precipitación de la estación meteorológica convencional: Rioja por medio del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, durante los meses que duró la investigación del proceso del cultivo de arroz, comenzando en el mes de enero en la preparación del terreno hasta abril terminando en la cosecha del grano.

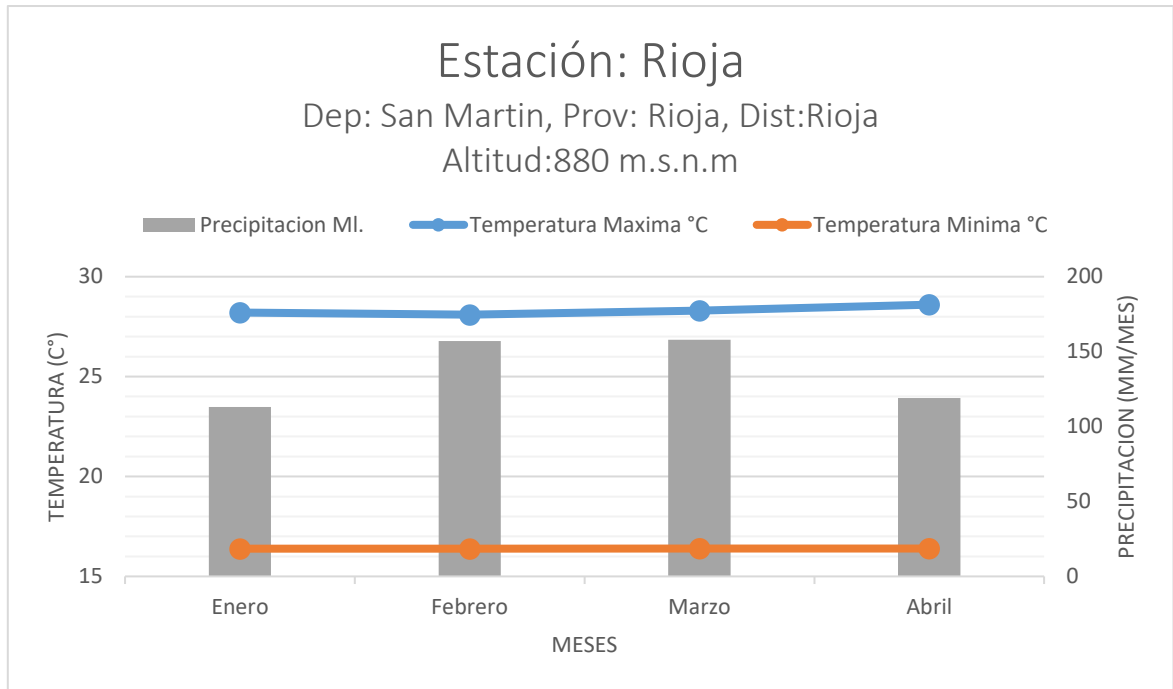


Figura 6. Promedio de temperatura y precipitación en la provincia de Rioja- San Martín

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú

### Estimación de Gases de Efecto Invernadero

Para la estimación de los Gases de Efecto Invernadero se utilizó la Ecuación N°2 para calcular CO<sub>2</sub>eq, factores de emisión y el Potencial de Calentamiento Global.

**Ecuación 2**  
 Estimación de emisiones del nivel 1

$$HC \text{ kgCO}_{2eq} = \text{Datos de Actividades} * \text{Factor de emisión} * GWP$$

HC: Huella de Carbono

GWP: potencial de calentamiento global

### Estimación de Gases de Efecto Invernadero por uso de combustibles

Para realizar la estimación del estudio se realizó con la categoría de uso de combustible en aplicaciones móviles por uso de vehículos todo terreno y otras maquinarias. Se estimó las emisiones provenientes del diésel y la gasolina.

Se realizó las preguntas según la encuesta semiestructurada sobre el uso de combustibles, en el cual se preguntó acerca del tiempo de duración de la labor,

cantidad y tipo de combustible utilizando durante cada actividad del proceso del cultivo de arroz.

Asimismo, se consideró el uso de mochila motor ya que da por la aplicación del fertilizante por cada lote, en casos algunas actividades se realizaron manualmente no está incluida en la estimación de gases de efecto invernadero. El transporte se consideró el término de la cosecha, se indago la distancia recorrida (km), tipo de combustible usado cantidad por hora (l/h), duración del viaje (min) trabajo en 1 lote.

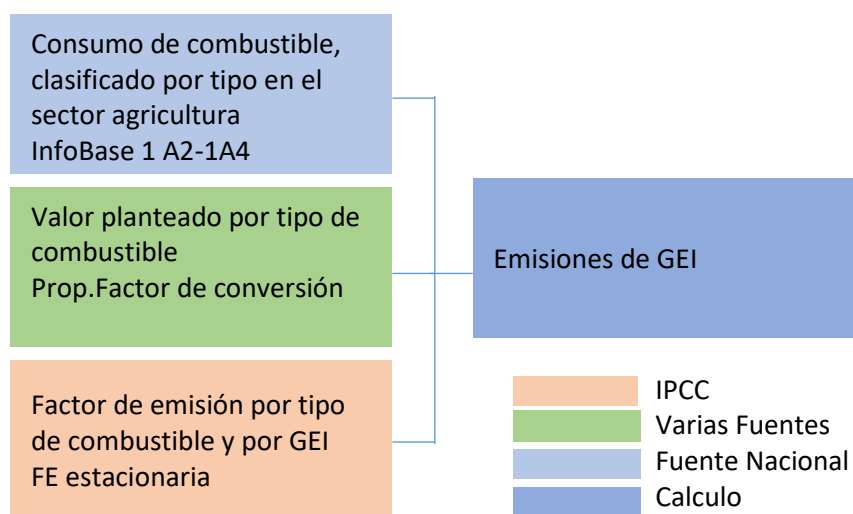


Figura 7. Flujo para el cálculo de emisiones

Fuente: Elaboración propia (2018)

A continuación, se presenta la siguiente Tabla 5. en el cual se verifica los datos necesarios para la estimación de la Huella de Carbono con maquinaria en base a las ecuaciones planteadas según las directrices del IPCC de 2006.

Tabla 5. Lista de chequeo de datos aplicados para la estimación de gases

Lista de chequeo de los datos aplicados para realizar la estimación de gases				
	SI	NO	Algunos	Ecuación de IPCC
Factores de emisión		X		Nivel 2-3
Distancia recorrida	X			Nivel 2
Combustible	X			Nivel 1
Datos del motor			x	Nivel 3

Fuente: Elaboración propia

## Emisiones de CO<sub>2</sub>



Con los valores obtenidos se realizó la estimación de GEI utilizando la ecuación 3 indicada en la fórmula siguiente:

<p><b>Ecuación 3</b></p> <p>Estimación de emisiones del nivel 1</p> $Emision = \sum_j (Consumo\ de\ combustible_j * EF_j)$
--

Donde:

- Consumo de Combustible = Combustible consumido durante el proceso dado por tipo de combustible (TJ)
- Emisiones = Emisiones (Kg)
- EF<sub>j</sub> = Factor de emisión en (kg/TJ)
- j=tipo de combustible

Datos para la estimación de emisiones por el uso de combustible Tabla N° 6

Tabla 6 Densidad por tipo de combustible

Diésel		Gasolina	
<b>Densidad</b>	832 kg/m <sup>3</sup>	<b>Densidad</b>	745 kg/m <sup>3</sup>

Fuente: *Uso de combustible, IPCC 2018*

### Para realizar la estimación de CO<sub>2</sub>eq

- a) Se procedió a transformar las unidades los valores de la siguiente Tabla 7.  
Factores de conversión

Tabla 7. Factores de conversión

Cantidad		Conversión
1	Galón	0.00378541
1	Gg	10 <sup>6</sup> kg

Fuente: *Energía (IPCC,2006)*.

- b) Conversión de unidad de volumen a unidad de masa.

$$\rho = \frac{m}{V} \quad \longrightarrow \quad m = \rho * V$$

$\rho$ =densidad del combustible (kg/m<sup>3</sup>)

$m$ =masa del combustible (kg)

$V$ =Volumen del combustible (m<sup>3</sup>)

- c) Se procede a multiplicar la masa del combustible por el Valor Calórico Neto (VCN) indicadas en la Tabla 8., clasificando cada combustible que se utilizó durante el periodo de producción de arroz para obtener la cantidad de combustible en TJ.

**Ecuación 4**

Estimación de emisiones del nivel 1

$$Tj \text{ de combustible} = VCN \text{ del combustible} * \text{masa del combustible}$$

Tj de combustible: tera julios de combustibles

VCN: Valor Calorico neto

Masa del combustible: unidad Kg

Valores Calóricos Netos (VCN) para combustibles superiores de los intervalos de confianza del 95 %.

*Tabla 8 Valores calóricos Netos por tipo de combustible*

Valores calóricos netos			
Descripción del combustible	Valor calórico neto(TJ/Gg)	Inferior	Superior
Gasolina	44,3	42,5	44,8
Diésel	43,0	41,4	43,3

*Fuente: Directrices IPCC 2006*

- d) Por consiguiente, se procede a calcular Tj del combustible por los FE para la maquina todo terreno Tabla 9 para cada gas obteniendo los kg de emisiones.

**Ecuación 5**

Estimación de emisiones del nivel 1

$$kg \text{ del Gas} = VCN \text{ TJ} * FE \text{ del gas}$$

Factores de emisión para fuentes y maquinaria todo terreno.

Tabla 9. Factores de emisión por defecto para las fuentes y maquinaria móvil todo terreno

Factor de Emisión para las fuentes y maquinarias móviles todo terreno			
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
Fuente todo terreno	Por defecto (kg/TJ)	Por defecto (kg/TJ)	Por defecto (kg/TJ)
Agricultura	74 100	<b>Diésel</b> 4,15	28,6
Agricultura	69 300	<b>Gasolina</b> 80	2

Fuente: Directrices IPCC Vol. 2- Cap.3 (IPCC, 2006)

### Estimación de Gases de Efecto Invernadero por uso de fertilizantes

Las emisiones de GEI procedentes de los fertilizantes consisten en emisiones directas de óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) y/o (CH<sub>4</sub>) generado por las adiciones de nitrógeno a los suelos agrícolas. En la encuesta se realizó diversas preguntas entre ellas, la dosis, el tipo de fertilizante, cantidad de aplicaciones.

Con ello se estimó la cantidad de nitrógeno aplicado por ciclo y por hectárea de cultivo, el cual se multiplico por el factor de emisión dispuesto por el IPCC 2006, se obtuvo el volumen de nitrógeno aplicado en el periodo (kg de N).

A continuación, se relaciona la siguiente Tabla N°2 en el cual se verifica los datos necesarios para la estimación de la Huella de Carbono mediante el uso de fertilizantes en base a las ecuaciones planteadas según las directrices del IPCC de 2006.

Tabla 10 Lista de chequeo de los datos necesarios para determinar realizar la estimación de gases determinando la ecuación que se acerque al proceso.

Lista de chequeo de los datos necesarios para realizar la estimación de gases				
	SI	NO	Algunos	Ecuación de IPCC
Dosis del fertilizante	X			Nivel 3
Tipo de fertilizante	X			Nivel 2
Cantidad de aplicaciones	X			Nivel 1
Factores de emisión		X		Nivel 1

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presenta la ecuación 6. Determinando la cantidad de N<sub>2</sub>O por hectárea:

**Ecuación 6**

Estimación de emisiones del nivel 1

$$Kg\ NO_2 / hect = \frac{cantidad\ aplicada(Lt)}{Hect} * \frac{g\ N}{Lt} * \frac{Mol\ N_2O}{Mol\ N} * \frac{44,01\ g\ N_2O}{Mol\ N_2O}$$

Luego se utiliza la siguiente ecuación 7. para realizar la estimación en CO<sub>2</sub> eq/hect.

**Ecuación 7**

Estimación de emisiones del nivel 1

$$FNS = (Kg\ N\ aplicado\ periodo) * EF1 * GWP$$

Donde:

FSN= kg CO<sub>2</sub>e (por aporte de N)

EF1= 0,01

MN<sub>2</sub>O=44/28 es la relación de masas de las moléculas de N<sub>2</sub>O y N<sub>2</sub>

GWP CH<sub>4</sub>=310

Cantidad de CH<sub>4</sub> por hectárea:

**Ecuación 8**

Estimación de emisiones del nivel 1

$$\frac{kg\ CH_4}{hect} = \frac{cantidad\ aplicada(Lt)}{Hect} * \frac{cantidad\ de\ C}{L} * \frac{1Mol\ C}{12\ g} * \frac{Mol\ CH_4}{Mol\ C} * \frac{16\ CH_4}{Mol\ CH_4} * \frac{1\ Kg\ CH_4}{1000\ g\ CH_4}$$

Se procede a utilizar la ecuación9. para realizar la estimación en CO<sub>2</sub> eq

**Ecuación 9**

Estimación de emisiones del nivel 1

$$Kg\ CH_4 / hect = \frac{kg\ CH_4}{Hect} * GWP$$

Teniendo el valor de:

GWP CH<sub>4</sub>=21

Tabla 11 Factores de emisión para la estimación de las emisiones directas N<sub>2</sub>O

Factores de emisión para la estimación de las emisiones directas de N<sub>2</sub>O de suelos gestionados

Factor de emisión	Rango de incertidumbre	Valor por defecto
EF para aportes de N de fertilizantes (kg N <sub>2</sub> O-N(kgN))	0,003-0,03	0,01

Fuente: Directrices del IPCC, 2006: Vol. 4, Cap.11, Ta. 11.1.

### Estimación de CH<sub>4</sub> de procedentes de la producción de arroz

Las condiciones de cultivo de arroz, el uso de fertilizantes y uso de combustible. Se utilizó los datos siguientes procedentes de arrozales anegados, las cuales se puede determinar con la siguiente ecuación 10.

#### Ecuación 10

Estimación de emisiones del nivel 1

$$Emisiones\ de\ la\ producción\ de\ arroz = (FE_{ijk} * S_{ijk} * 10^{-12})$$

En el cual:

FE<sub>ijk</sub>= un factor de emisión integrado para tomar en cuenta las variaciones estacionales, correspondiente a las condiciones i, j y k en g CH<sub>4</sub>/m<sup>2</sup>.

F<sub>c</sub>=Estimación de las emisiones por ciclo correspondientes a un fertilizante orgánico presentado en Gg de CH<sub>4</sub>/año.

## 2.6. Validez y confiabilidad

Los instrumentos para la recolección de información y procesamiento de estos se realizaron con la participación de expertos en tema, quienes evaluaron los indicadores de la presente investigación.

Tabla 12 Participación de los expertos

Expertos	CIP	Estudios
Yacov quinteros	38103	Biólogo
Paulino Zambrano	197905	Ingeniero Ambiental

### Confiabilidad

La estimación de la fiabilidad utilizando el coeficiente alfa de Cronbach indica la profundidad con la que distintas preguntas, enunciados o instrumentos están interaccionados, y miden el mismo concepto. Este coeficiente se halla utilizando las varianzas de los resultados individuales y las covarianzas entre los diferentes resultados (ABAD, 1997).

$\alpha = \frac{k}{k-1} \left[ 1 - \frac{\sum Vi}{Vt} \right]$	$\alpha = \frac{30}{30-1} \left[ 1 - \frac{383}{858} \right]$	
k = número de ítems	$\alpha = \frac{30}{29} \left[ 1 - \frac{383}{858} \right]$	Se obtuvo como resultado del alfa de Cronbach el valor de 0.573, con eso se demuestra que los instrumentos son confiables.
$\sum Vi$ = Suma de varianza de los ítems	$\alpha = 1.034 * 0.554$	
$Vt$ = Varianza total	$\alpha = 0.573$	

## 2.7. Métodos de análisis de datos

El estudio se realizará en sistema de producción de arroz en ex bosques inundables del distrito de Rioja, departamento de San Martín se encuentra una altitud de 800 msnm, con clima subtropical, semihumedo, temperatura anual promedio es de 22.5 C°.

Se estimarán los insumos empleados en las diferentes etapas del desarrollo del cultivo de arroz, desde las actividades de preparación del suelo hasta la

cosecha del grano pasando por 4 etapas, la preparación del suelo, siembra, maduración, y cosecha, por medio de encuestas semiestructuradas hechos a los agricultores acerca de la aplicación de fertilizantes nitrogenados y combustibles todo esto aplicados en las parcelas a estudiar.

Se realizarán pruebas estadísticas utilizando:

- Anova: Permite interactuar con variables cualitativas por el cual se determinará la prueba de hipótesis y normalidad.
- Excel: Para ingresar los datos y poder analizarlos de manera ordenada, realizar las tablas para ordenar los resultados obtenidos en la toma de encuestas.

## **2.8. Aspectos Éticos**

Para realizar la siguiente investigación se dio mediante consentimiento informado se avaló con datos y resultados confiables tomados de acuerdo al método planteado y el instrumento utilizado para dicha investigación. Asimismo, la recolección de información que se presenta en el presente estudio es verás y autentica.

### **III. Resultados**

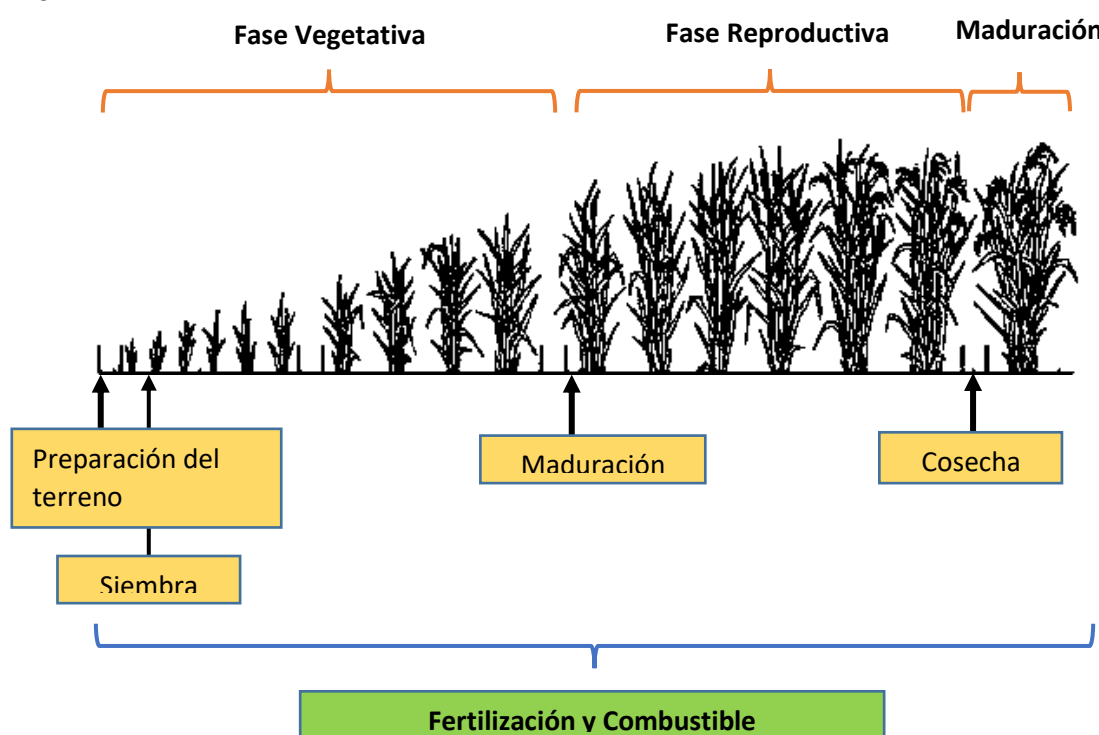


### 3.1. Análisis del cultivo de Arroz

Se estimó los insumos empleados en la producción de arroz desde la preparación del sitio hasta la cosecha mediante encuestas semiestructuradas a los agricultores dueños de los predios, operarios, arrendatarios a todos ellos se les realizó una serie de preguntas sobre las labores realizadas entre las variables el uso de fertilizantes y Combustible.

El análisis de la Huella de Carbono implica estimar las más importantes fuentes de las emisiones de GEI.

Figura N°5: Proceso del arroz



Fuente: Elaboración propia (2018)

Tabla 13 Características del proceso del cultivo de arroz por aplicación de Fertilizantes

Nombres	Distrito	Tipo de tenencia de tierra	Área de Terreno(ha)	Uso de fertilizantes	Preparación del terreno	Siembra	Maduración	Cosecha	Tipo de fertilizante
					Aplic. Fertilizantes	Aplic. Fertilizantes	Aplic. Fertilizantes	Aplic. Fertilizantes	
<b>Fabrizio López</b>	Rioja	Arrendatario	1	3	x	x	x	-	Foliar 20/ jisafol/ foliar
<b>Javier Vásquez</b>	Rioja	Propietario	1	2		x	x	-	Foliar 20/foliar
<b>José Díaz</b>	Rioja	Arrendatario	1	3	x	x	x	-	hydro gold super/ foliar/foliar
<b>Saúl Rojas</b>	Rioja	Arrendatario	1	2		x	x	-	hydro gold super/ hydro gold
<b>Leandro Vásquez</b>	Rioja	Arrendatario	1	3	x	x	x	-	hydro gold super/ foliar/ jisafol-
<b>Leo López</b>	Rioja	Propietario	1	2		x	x	-	jisafol/ jisasol
<b>Mario Soto</b>	Rioja	Propietario	1	2		x	x	-	foliar 20/foliar
<b>Percy Márquez</b>	Rioja	Arrendatario	1	2		x	x	-	jisafol/ jisaso/
<b>Pérez Vela</b>	Rioja	Propietario	1	2		x	x	-	hydro gols super/ foliar
<b>Josué García</b>	Rioja	Propietario	1	2		x	x	-	Foliar 20 / hydro

Fuente: Elaboración propia (2018)

Tabla 14 Emisiones por etapa del proceso del cultivo de arroz por tipo etapas del proceso del cultivo de arroz

Preparación del terreno	Siembra	Maduración	Cosecha	Preparación del terreno	Siembra	Maduración	Cosecha	Emisiones de CO2 uso de fertilizante kg CO2/ha
Aplic. Fertilizantes	Aplic. Fertilizantes	Aplic. Fertilizantes	Aplic. Fertilizantes	Aplic. Fertilizantes	Aplic. Fertilizantes	Aplic. Fertilizantes	Aplic. Fertilizantes	
<b>3 L</b>	3L	5L	-	818.5	1146	1364.3	-	3328.8
	3 L	4L	-		818.5	1091.4	-	1909.9
<b>3 L</b>	3 L	3 L	-	370.8	818.5	818.5	-	2007.8
	3L	5L	-		370.8	370.8	-	741.6
<b>4 L</b>	8 L	4 L	-	494.5	2182.8	1528	-	4205.3
	3 L	4 L	-		1146	1528.02	-	2674.02
	3 L	4 L	-		818.5	1091.4	-	1909.9
	5 L	4 L	-		1910	1528	-	3438
	3 L	3 L	-		370.8	818.5	-	1189.3
	4 L	4 L	-		1091.4	494.5	-	1585.9

Fuente: Elaboración propia (2018)

Tabla 15 Calculo de estimación de CO2, CH4 y N2O por uso de fertilizantes por etapas de proceso del cultivo de arroz

Preparación del terreno						Siembra									Maduración											
Hydro			Foliar			Jisafol			Hydro			Foliar			Jisafol			Hydro			Foliar			Jisafol		
CO2	CH4	N2O	CO2	CH4	N2O	CO2	CH4	N2O	CO2	CH4	N2O	CO2	CH4	N2O	CO2	CH4	N2O	CO2	CH4	N2O	CO2	CH4	N2O	CO2	CH4	N2O
-			-		2.64	-			-			-			-		3.69	-			-			4.4	-	
-			-			-			-			-		2.64	-			-			-			3.52	-	
-	0.12	1.18	-			-			-			-		2.64	-			-			-			2.64	-	
-			-			-			-	0.12	1.18	-			-			-	0.2	1.98	-			-		
-	0.16	1.58	-			-			-			-		7.04	-			-			-			-		4.92
-			-			-			-			-			-		3.69	-			-			-		4.92
-			-			-			-			-		2.64	-			-			-			3.52	-	
-			-			-			-			-			-		6.16	-			-			-		4.92
-			-			-			-	0.12	1.18	-			-			-			-			2.64	-	
-			-			-			-			-		3.52	-			-	0.16	1.58	-			-		

Fuente: Elaboración propia (2018)

Tabla 16 Características por el uso de combustible en el proceso de cultivo de arroz

Nombre	Distrito	tipo de tenencia de tierra	Área de terreno	Preparación del terreno																Siembra	Maduración	Cosecha
				Tractor				Mochila motor				Cosechadora				tractor	mochila motor	mochila motor	mochila motor	Cosechadora		
				PT	S	M	C	PT	S	M	C	PT	S	M	C	Diésel	gasolina	Gasolina	gasolina	Diésel		
Fabricio López	Rioja	Arrendatario	1 ha	x				x	x	x				x	6 gal	1 gal	1 gal	1 gal	4 gal			
Javier Vásquez	Rioja	Propietario	1 ha						x	x				x			1 gal	1 gal	3 gal			
José Díaz	Rioja	Arrendatario	1 ha	x				x	x	x				x	5 gal	2 gal	1 gal	1 gal	5 gal			
Saúl Rojas	Rioja	Arrendatario	1 ha	x					x	x				x	5 gal		1 gal	1 gal	5 gal			
Leandro Vásquez	Rioja	Arrendatario	1 ha	x				x	x	x				x	6 gal	1 gal	2 gal	1 gal	6 gal			
Leo López	Rioja	Propietario	1 ha	x					x	x				x	5 gal		1 gal	1 gal	5 gal			
Mario Soto	Rioja	Propietario	1 ha	x					x	x					4 gal		1 gal	1 gal				
Percy Márquez	Rioja	Arrendatario	1 ha	x					x	x				x	5 gal		1 gal	1 gal	4 gal			
Pérez Vela	Rioja	Propietario	1 ha	x					x	x				x	4 gal		1 gal	1 gal	3 gal			
Josué García	Rioja	Propietario	1 ha	x					x	x				x	5 gal		1 gal	1 gal	3 gal			

Fuente: Elaboración propia (2018)

Tabla 17 Emisiones por uso de combustible por etapa del proceso del cultivo de arroz.

Preparación del terreno		Total de pt	Siembra	Maduración	Cosecha	Emisiones
<b>694.26</b>	89.32	783.58	89.32	89.32	470.12	1432.34
<b>0</b>	0	0	89.32	89.32	347.13	525.77
<b>578.55</b>	178.64	757.19	89.32	89.32	571.71	1507.54
<b>568.5</b>	0	568.5	89.32	89.32	578.56	1325.7
<b>710.14</b>	89.32	799.46	89.32	178.64	699.61	1767.03
<b>585.1</b>	0	585.1	89.32	89.32	574.6	1338.34
<b>462.84</b>	0	462.84	89.32	89.32		641.48
<b>579.91</b>	0	579.91	89.32	89.32	468.18	1226.73
<b>471.45</b>	0	471.45	89.32	89.32	367.21	1017.3
<b>571.6</b>	0	571.6	89.32	89.32	358.84	1109.08
		5579.63	893.2	982.52	4435.96	

Fuente: Elaboración propia (2018)

Tabla 18 Cálculo de estimación de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O por uso de combustible por etapas de proceso del cultivo de arroz

Preparación del terreno						Siembra			Maduración			Cosecha		
Diésel			Gasolina			Gasolina			Gasolina			Diésel		
CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
<b>619.4</b>	0.03	0.23	86.45	0.09	0.002	86.45	0.09	0.02	86.45	0.09	0.02	412.0	0.02	0.16
<b>0</b>	0	0	0	0	0	86.45	0.09	0.02	86.45	0.09	0.02	309.7	0.01	0.11
<b>516.18</b>	0.02	0.19	129.6	0.14	0.003	86.45	0.09	0.02	86.45	0.09	0.02	5.10	0.02	0.13
<b>510.18</b>	0.02	0.2	0	0	0	86.45	0.09	0.02	86.45	0.09	0.02	516.19	0.02	0.19
<b>620.4</b>	0.03	0.25	86.45	0.09	0.002	172.9	0.19	0.04	86.45	0.09	0.02	610.4	0.03	0.25
<b>518.52</b>	0.02	0.23	0	0	0	86.45	0.09	0.02	86.45	0.09	0.02	512.7	0.02	0.13
<b>412.91</b>	0.02	0.15	0	0	0	86.45	0.09	0.02	86.45	0.09	0.02	0	0	0
<b>517.3</b>	0.02	0.2	0	0	0	86.45	0.09	0.02	86.45	0.09	0.02	412.0	0.02	0.17
<b>413</b>	0.02	0.16	0	0	0	86.45	0.09	0.02	86.45	0.09	0.02	310.7	0.01	0.11
<b>511.7</b>	0.02	0.13	0	0	0	86.45	0.09	0.02	86.45	0.09	0.02	310.7	0.01	0.11

Fuente: Elaboración propia (2018)

### 3.1. Porcentaje del impacto por tipo de actividad durante el proceso del cultivo de arroz

Se realizó una estimación por el tipo de actividad generada durante el proceso de cultivo de arroz, De acuerdo a los cálculos generados con la metodología del IPCC 2006 se puede observar, la actividad que genera mayor emisión se debe al uso de fertilizantes con una diferencia de 66% vs 34 % entre ellas hydro gold super, foliar, jisafol, que se da en las diferentes etapas del crecimiento del Arroz

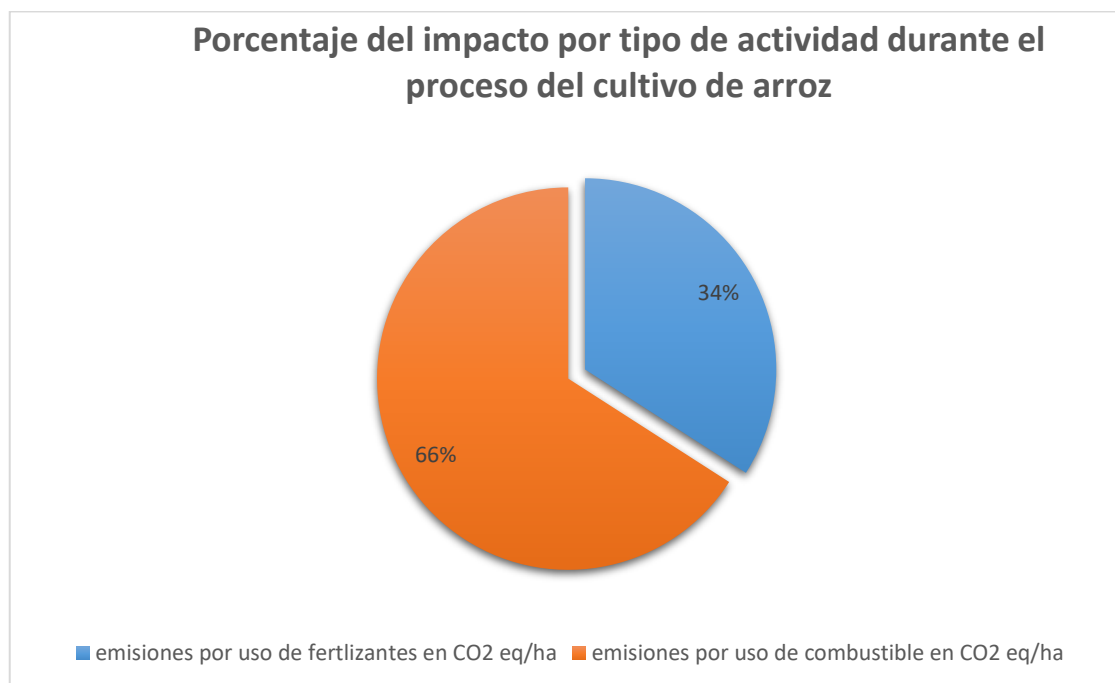


Figura 8. Porcentaje del impacto por tipo de actividad durante el proceso del cultivo de arroz



### 3.2. Impacto de la tenencia de uso de la tierra en la generación de GEI durante la producción de arroz

Se presentó una ligera diferencia durante el proceso de cultivo de arroz en las emisiones de GEI generados por el uso de fertilizantes. Sin embargo los lotes manejados por los arrendatarios generan una leve emisión de CO<sub>2</sub> eq/ha ciclo en el uso de fertilizantes (13721.5 kg CO<sub>2</sub> /ha por ciclo vs. 9259.3 kg CO<sub>2</sub>/ha por ciclo) como se puede observar en el Figura N°9, esto se podría deber a que los arrendatarios invierten más insumo, aplicaciones de fertilizantes como Hydro gold super, Foliar 20, Jisafol durante la producción del cultivo de arroz asimismo el uso del tractor durante la preparación del terreno consumo mayor cantidad de combustible diésel generando así un leve incremento de gases de efecto invernadero.

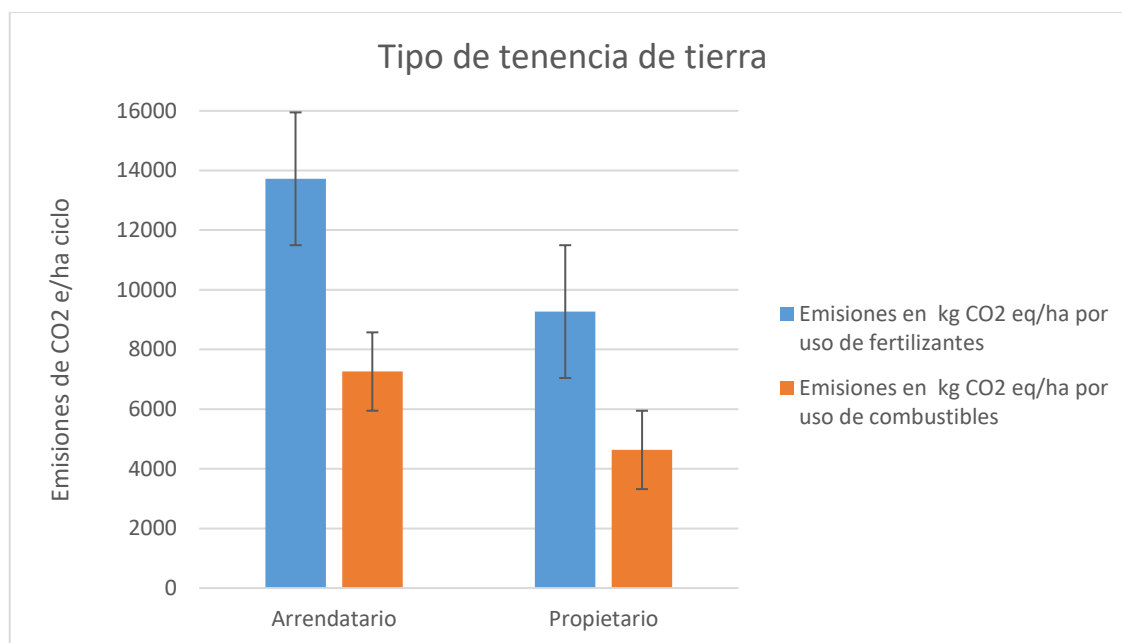


Figura 9. Relación entre la tenencia de uso de tierra en la generación de GEI.

### 3.3. Determinación de las emisiones por uso de combustible durante el proceso del cultivo de arroz

Las emisiones por consumo de combustible durante el proceso de cultivo de arroz se realizó un total de las 10 hectareas trabajadas, se dan por el consumo de gasolina y diesel para el uso del tractor, la mochila motor el cual sirve para la fertilizacion del lote y la cosechadora. En la Figura 10. se puede observar que la actividad con mayor emision se da en la Preparacion del terreno con 5579.6 kgCO<sub>2</sub>eq/ha esto debido que se en su conjunto entre arrendatarios y propietarios hacen uso del tractor en la estapa de preparacion del terreno y hacen uso de la mochila motor para la fertilizacion de las plantulas seguido de la fase de cosecha ya que al finalizar el proceso se utiliza la maquinaria todo terreno con combustible diesel emitiendo 4435.96 kgCO<sub>2</sub>e/ha, CO<sub>2</sub>eq/ha. En su total el uso de combustibles durante el proceso de producción de arroz concentra 11891.31 kg de CO<sub>2</sub> eq/en 10 ha ciclo.

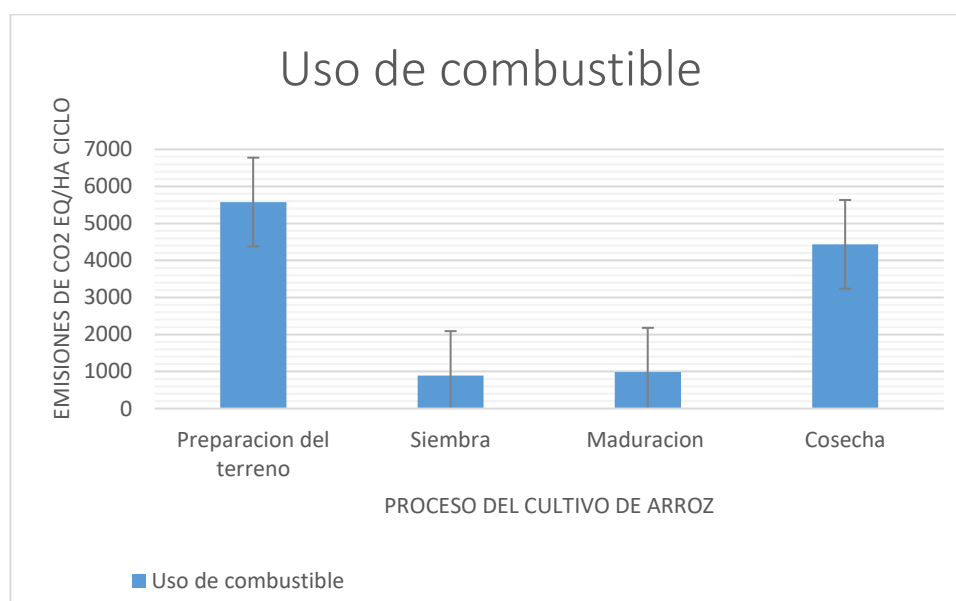


Figura 10. Determinación de las emisiones por uso de combustible durante el proceso del cultivo de arroz

### 3.4. Determinación de las emisiones por uso de Fertilizante durante el proceso del cultivo de arroz

Las emisiones de gases por uso de Fertilizante durante el proceso de cultivo de arroz se dan por la aplicación de fertilizante como Hydro gold super, Foliar 20, Jisafol utilizando la mochila motor el cual sirve para la fertilización del lote. En el Figura 11 se puede observar que la actividad con mayor emisión se da en la siembra con 1683.8 kgCO<sub>2</sub>eq/ha seguido con maduración con 10633.42 kgCO<sub>2</sub>eq/ha. En su total la aplicación de fertilizantes durante el proceso de producción de arroz concentra 22990.52kg de CO<sub>2</sub> eq/en 10 ciclo.

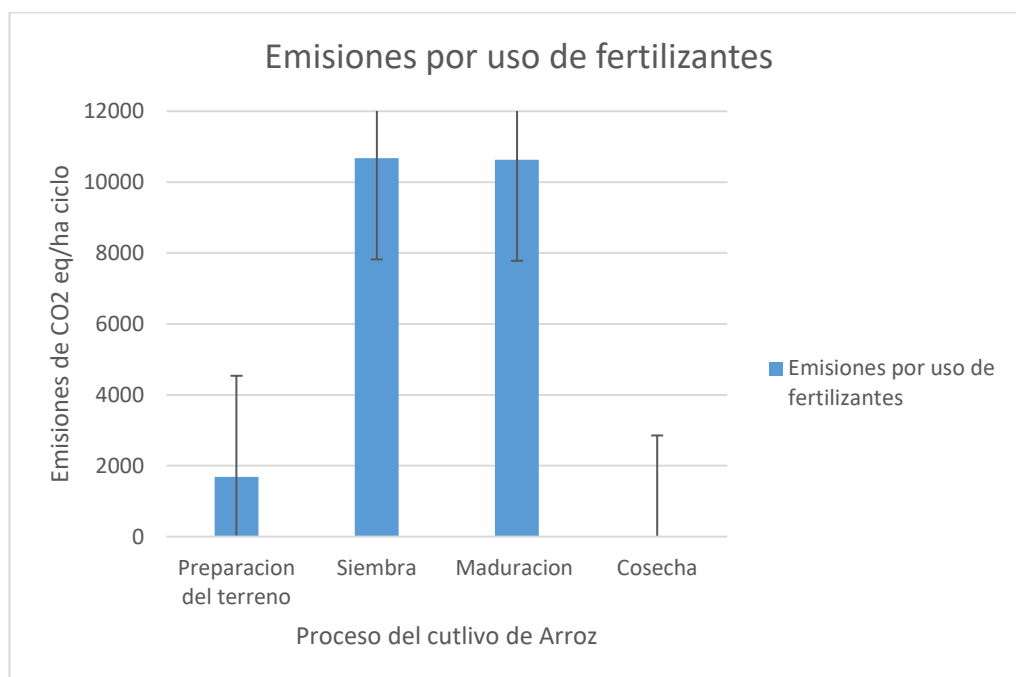


Figura 11. Determinación de las emisiones por uso de fertilizantes durante el proceso del cultivo de arroz.

### 3.5. Impacto de las actividades durante el proceso del cultivo de arroz

Durante el proceso de cultivo de arroz se presentó un incremento de gases por el uso de fertilizante en los procesos de siembra 10746.2 kg CO<sub>2</sub> /ha por ciclo y maduración 10203.9 kg CO<sub>2</sub> /ha por ciclo, esto se podría deber a un mayor consumo de fertilizantes como Hydro gold super, Foliar 20, Jisafol utilizando la mochila motor el cual sirve para la fertilización del lote

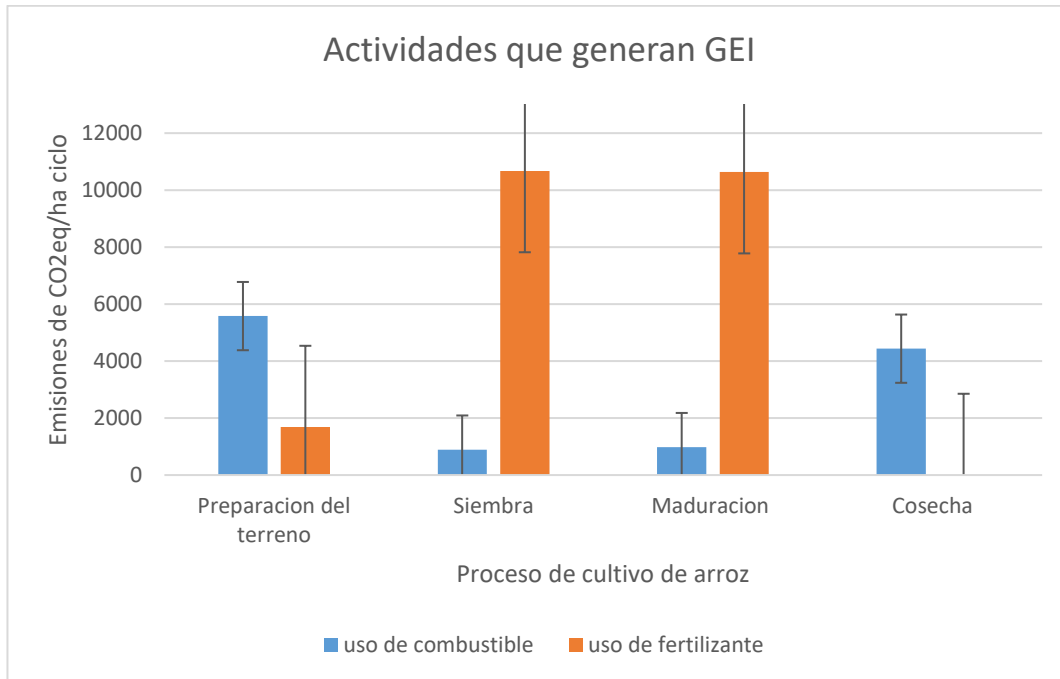


Figura 12. Determinación del impacto generado por las actividades en el proceso de cultivo de arroz.

### 3.6. Estimación de los GEI por las actividades por tipo de tenencia de tierra

Se realizó la estimación de las actividades generadas por el Señor Fabricio López quien era arrendatario del lote con 1ha de terreno, como se puede observar en el Figura 13 los tres primeros procesos, preparación del terreno, siembra y maduración del arroz hay un leve incremento de gases por la actividad tipo de fertilizante aplicación de Foliar 20/ jisafol/ foliar con diferentes dosis. En su total con las actividades realizadas durante el proceso de cultivo de arroz concentra 4761.1 kg de CO<sub>2</sub> eq/ha ciclo.

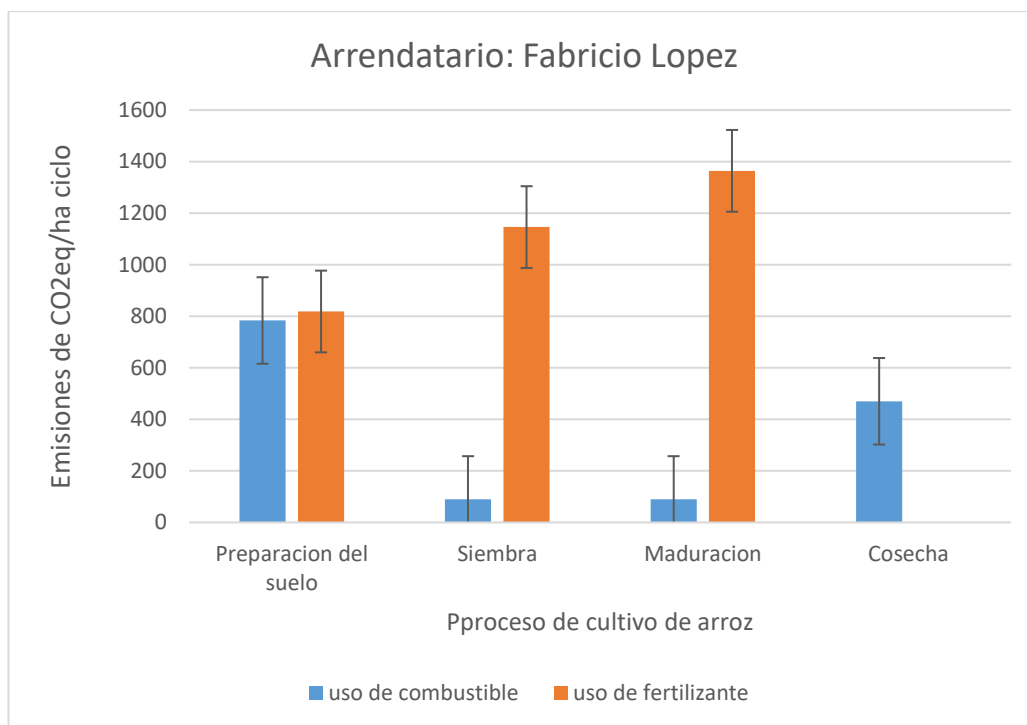


Figura 13. Estimación de los GEI por las actividades por tipo de tenencia de tierra del Sr. Fabricio Lopez

### 3.7. Estimación de los GEI por las actividades por tipo de tenencia de tierra

Se realizó la estimación de las actividades generadas por el Señor Javier Vasquez quien era propietario del lote con 1ha de terreno, como se puede observar en el Figura 14 en el proceso de siembra y maduración de la planta hay un incremento de kg CO<sub>2</sub> eq /ha ciclo esto debido a la dosis y tipo de fertilizante, sin embargo, en la preparación del suelo no hubo gases emitidos ya que no utilizo combustible para la remoción de la tierra. En su total con las actividades realizadas durante el proceso de cultivo de arroz concentra 2435.7 kg de CO<sub>2</sub> eq/ha ciclo.

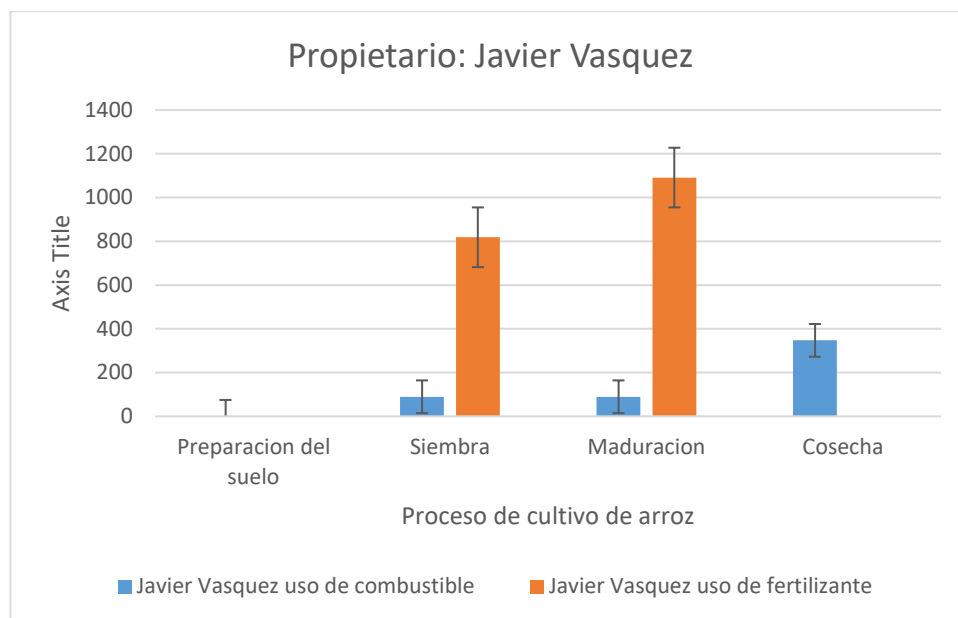


Figura 14. Estimación de los GEI por las actividades por tipo de tenencia de tierra del propietario Javier Vasquez

## Estimación de los GEI por las actividades por tipo de tenencia de tierra

Se realizó la estimación de las actividades generadas por el Señor José Díaz quien era propietario del lote con 1ha de terreno, como se puede observar en el Figura 13 en el proceso de siembra y maduración de la planta hay un incremento de kg CO<sub>2</sub> eq /ha ciclo esto debido a la dosis y tipo de fertilizante, sin embargo en la preparación del suelo hubo un incremento en la actividad de uso de combustibles por el uso del tractor para la remoción del terreno y la mochila motor para el proceso de fertilización. En su total con las actividades realizadas durante el proceso de cultivo de arroz concentra 3515.3 kg de CO<sub>2</sub> eq/ha ciclo.

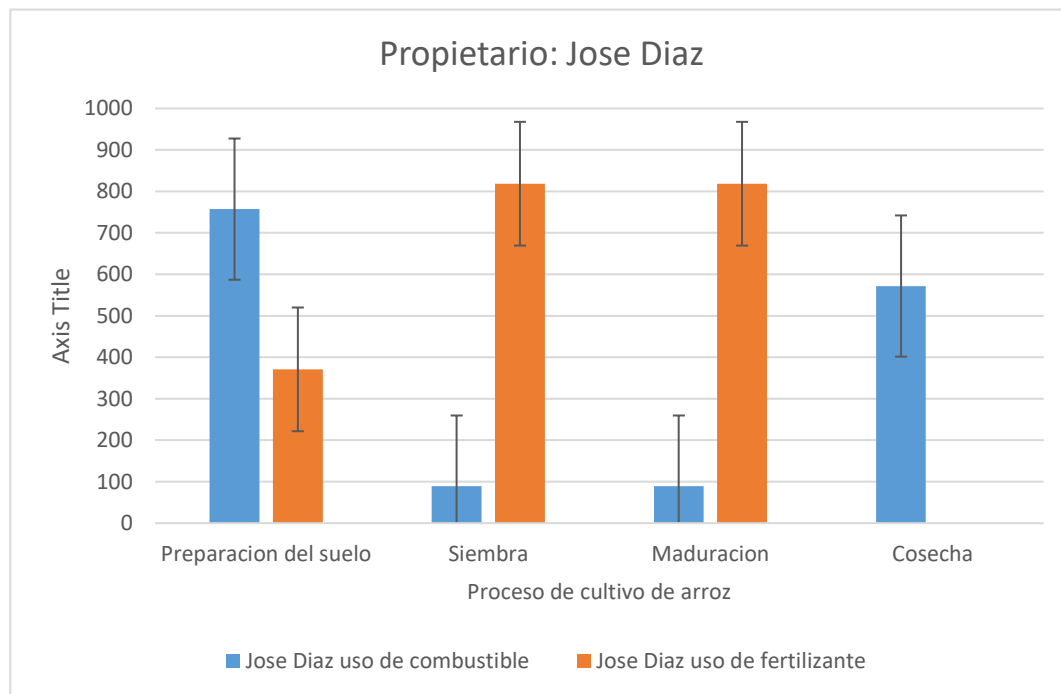


Figura 15. Estimación de los GEI por las actividades por tipo de tenencia de tierra

## Estimación de los GEI por las actividades por tipo de tenencia de tierra

Se realizó la estimación de las actividades generadas por el Señor Saul Rojas quien era arrendatario del lote con 1ha de terreno, como se puede observar en el Figura 16 hay un incremento de gases, en el proceso de Preparación del suelo con 568.5 kg CO<sub>2</sub> eq /ha ciclo y cosecha 578.56 kg CO<sub>2</sub> eq /ha ciclo asimismo, no se realiza aplicación de fertilizantes en el proceso de preparación del terreno y cosecha. En su total con las actividades realizadas durante el proceso de cultivo de arroz concentra 2067.3 kg de CO<sub>2</sub> eq/ha ciclo.

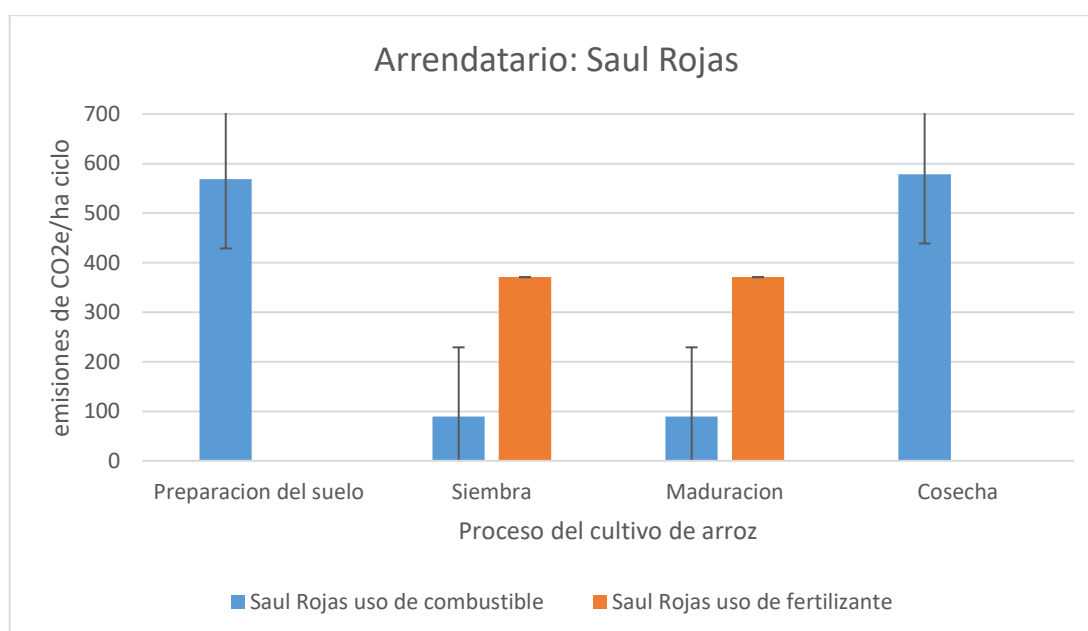


Figura 16. Estimación de los GEI por las actividades por tipo de tenencia de tierra



## Estimación de los GEI por las actividades por tipo de tenencia de tierra

Se realizó la estimación de las actividades generadas por el Señor Leandro Vásquez quien era arrendatario del lote con 1ha de terreno, como se puede observar en el Figura 17 hay un gran incremento de gases, en el proceso de siembra de las plántulas de arroz con 2182.8 kg CO<sub>2</sub> eq /ha ciclo y maduración 1528 kg CO<sub>2</sub> eq /ha ciclo, asimismo, no se realiza aplicación de fertilizantes en el proceso de cosecha. En su total con las actividades realizadas durante el proceso de cultivo de arroz concentra 5972.3 kg de CO<sub>2</sub> eq/ha ciclo.

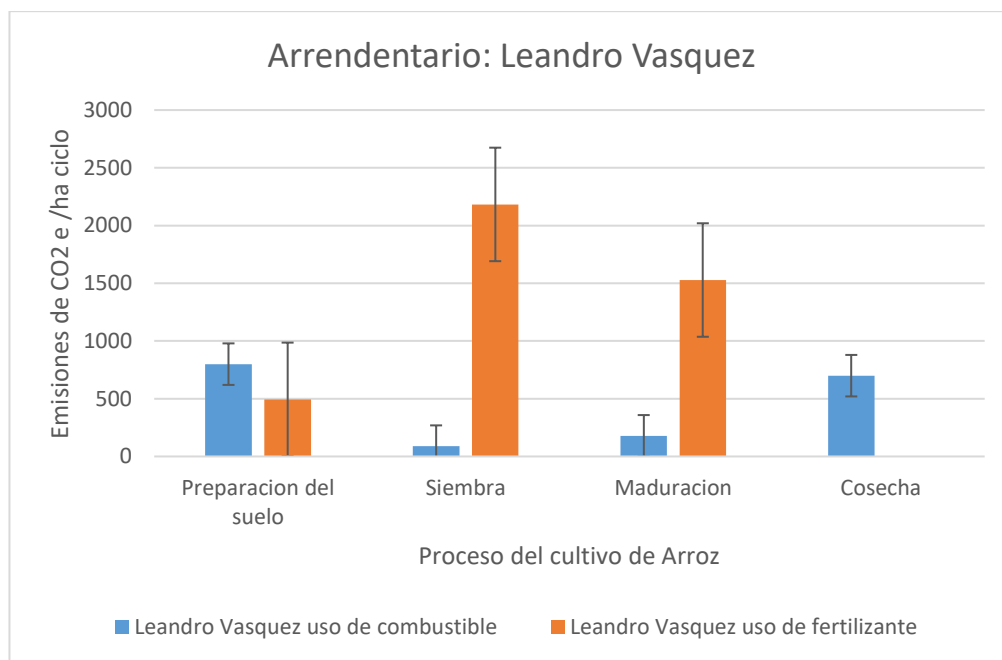


Figura 17. Estimación de los GEI por las actividades por tipo de tenencia de tierra del arrendatario Leandro Vasquez

## Estimación de los GEI por las actividades por tipo de tenencia de tierra

Se realizó la estimación de las actividades generadas por el Señor Leo López quien era propietario del lote con 1ha de terreno, como se puede observar en el Figura 18 hay un gran incremento de gases, en el proceso de siembra de las plántulas de arroz con 1146 kg CO<sub>2</sub> eq /ha ciclo y maduración 1528.02 kg CO<sub>2</sub> eq /ha ciclo se usó solo del fertilizante Jisafol, asimismo no realiza aplicación de fertilizantes en el proceso de cosecha y preparación del terreno. En su total con las actividades realizadas durante el proceso de cultivo de arroz concentra 4012.36 kg de CO<sub>2</sub> eq/ha ciclo.

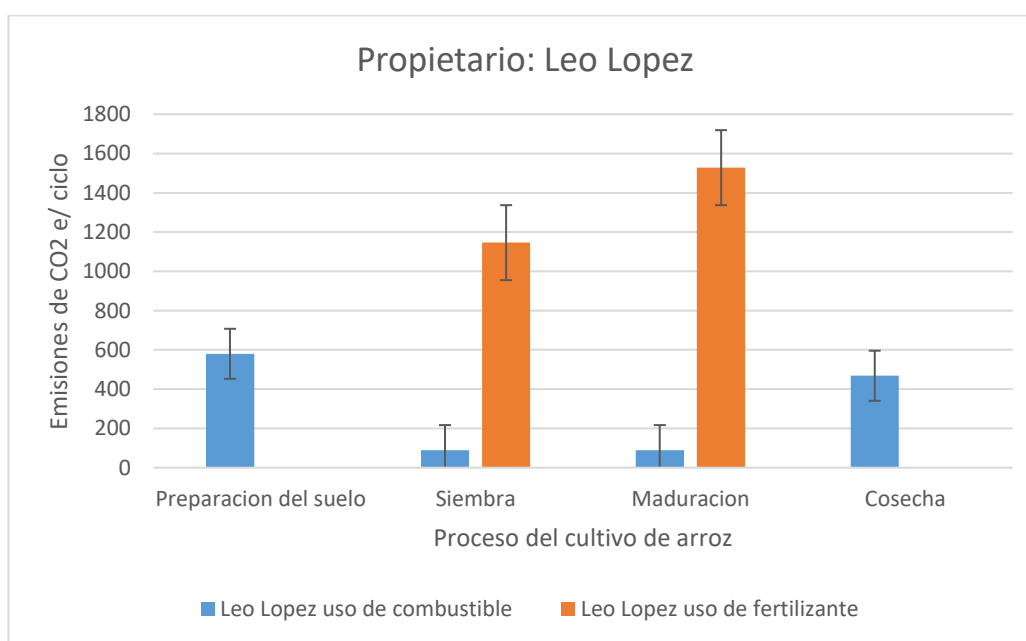


Figura 18. Estimación de los GEI por las actividades por tipo de tenencia de tierra del propietario Leo López

## Estimación de los GEI por las actividades por tipo de tenencia de tierra

Se realizó la estimación de las actividades generadas por el Señor Mario Soto quien era propietario del lote con 1ha de terreno, como se puede observar en el Figura 19 en el proceso de siembra y maduración de la planta hay un incremento de kg CO<sub>2</sub> eq /ha ciclo esto debido a la dosis y tipo de fertilizante, sin embargo en la preparación del suelo hubo un incremento en la actividad de uso de combustibles por el uso del tractor para la remoción del terreno y la mochila motor para el proceso de fertilización. En su total con las actividades realizadas durante el proceso de cultivo de arroz concentra 2551.8 kg de CO<sub>2</sub> eq/ha ciclo.

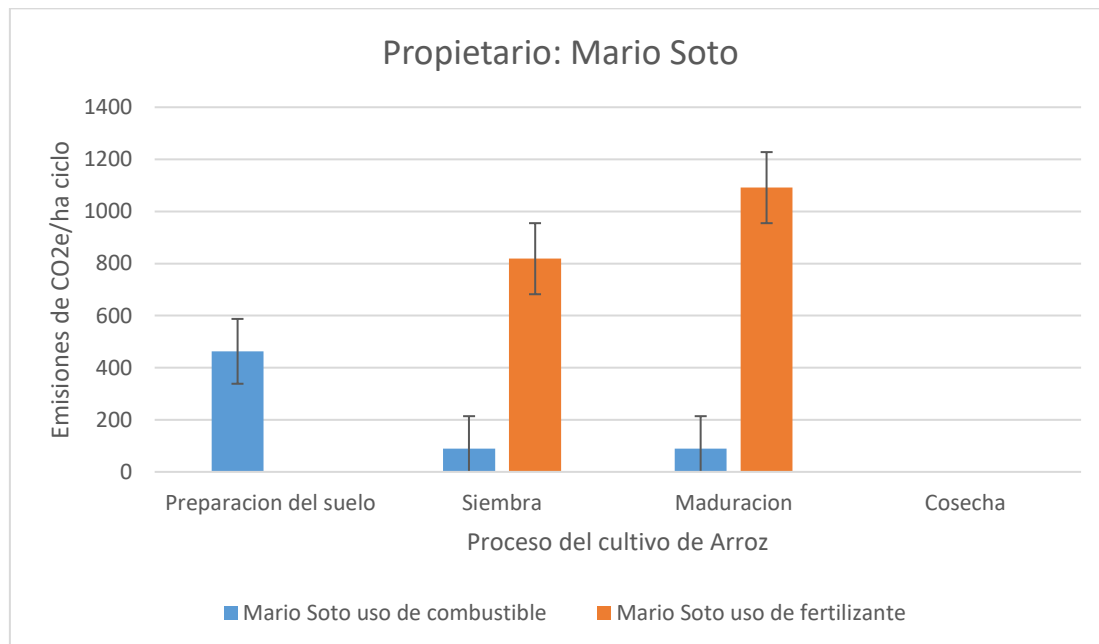


Figura 19. Estimación de los GEI por las actividades por tipo de tenencia de tierra por el propietario Mario Soto.

## Estimación de los GEI por las actividades por tipo de tenencia de tierra

Se realizó la estimación de las actividades generadas por el Señor Percy Márquez Vásquez quien era arrendatario del lote con 1ha de terreno, como se puede observar en el Figura 20 hay un gran incremento de gases por aplicación de fertilizantes como el Jisafol, en el proceso de siembra de las plántulas de arroz con 1910 kg CO<sub>2</sub> eq /ha ciclo y maduración 1528 kg CO<sub>2</sub> eq /ha ciclo, asimismo, no se realiza aplicación de fertilizantes en el proceso de cosecha. En su total con las actividades realizadas durante el proceso de cultivo de arroz concentra 4664.7 kg de CO<sub>2</sub> eq/ha ciclo.

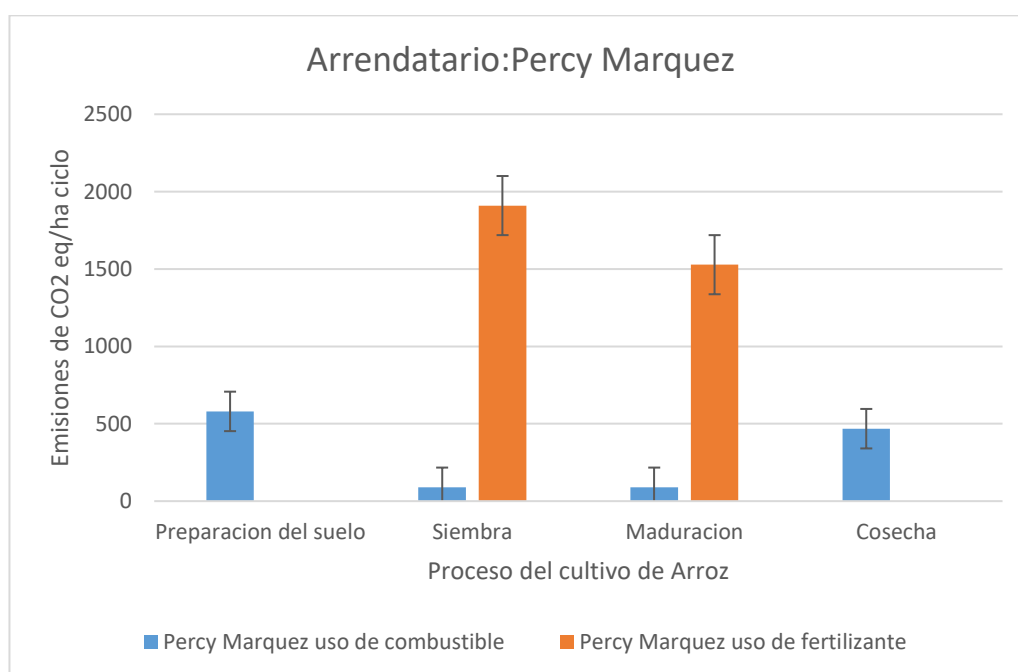


Figura 20. Estimación de los GEI por las actividades por tipo de tenencia de tierra por el arrendatario Percy Marquez

## Estimación de los GEI por las actividades por tipo de tenencia de tierra

Se realizó la estimación de las actividades generadas por el Señor Pérez Vela quien era propietario del lote con 1ha de terreno, como se puede observar en el Figura 21 en el proceso de maduración de la planta de arroz hay un incremento de 818.5 kg CO<sub>2</sub> eq /ha ciclo esto debido a la dosis y tipo de fertilizante como hydro gols super y foliar, sin embargo en la preparación del suelo hubo un incremento en la actividad de uso de combustibles por el uso del tractor para la remoción del terreno para su posterior siembra. En su total con las actividades realizadas durante el proceso de cultivo de arroz concentra 2206.6 kg de CO<sub>2</sub> eq/ha ciclo.

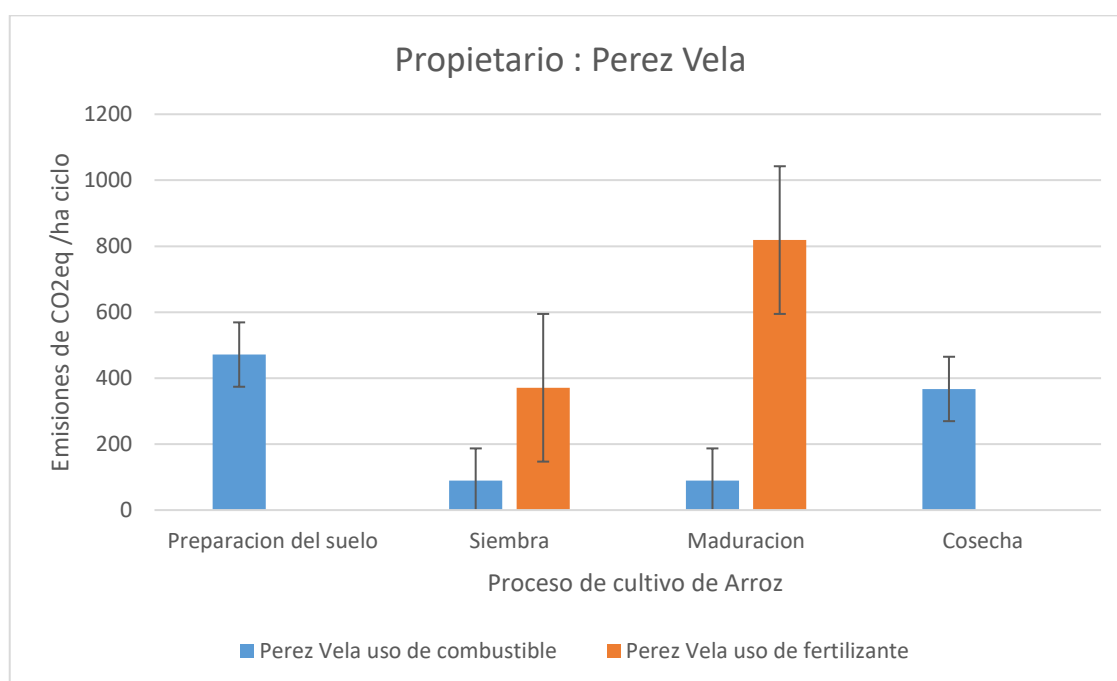


Figura 21. Estimación de los GEI por las actividades por tipo de tenencia de tierra por el propietario Perez Vela

## Estimación de los GEI por las actividades por tipo de tenencia de tierra

Se realizó la estimación de las actividades generadas por el Señor Josué García quien era propietario del lote con 1ha de terreno, como se puede observar en el Figura 22 en el proceso de Siembra se generó un incremento de gases por el uso de fertilizante de 1091.4 CO<sub>2</sub> eq /ha ciclo esto debido a la dosis y tipo de fertilizante como foliar y hydro gols super. En su total con las actividades realizadas durante el proceso de cultivo de arroz concentra 2694.9 kg de CO<sub>2</sub> eq/ha ciclo

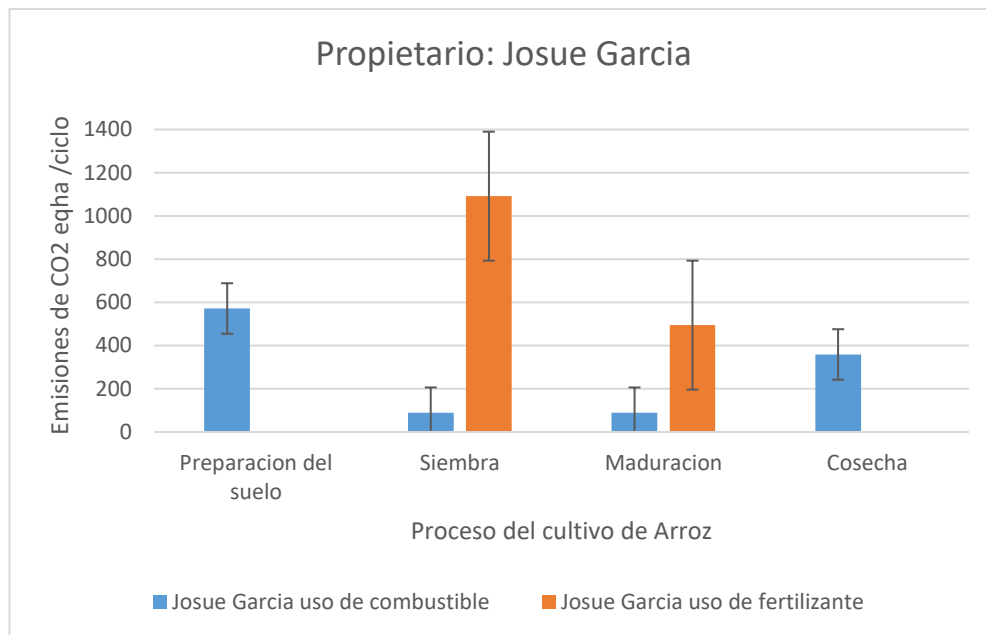


Figura 22. Estimación de los GEI por las actividades por tipo de tenencia de tierra por el propietario Josué García

### Determinación de las emisiones por uso de combustible durante el proceso del cultivo de arroz entre arrendatarios y propietarios.

Las emisiones por consumo de combustible durante el proceso de cultivo de arroz se dan por el consumo de gasolina y diesel para el uso del tractor, la mochila motor el cual sirve para la fertilización del lote y la cosechadora. En la Figura 23 se puede observar que el señor Leandro Vasques con el tipo de tenencia de terreno como Arrendatario genera mayor cantidad de emisiones de gases por uso de combustible en su total 1767.03 kgCO<sub>2</sub> e/ha

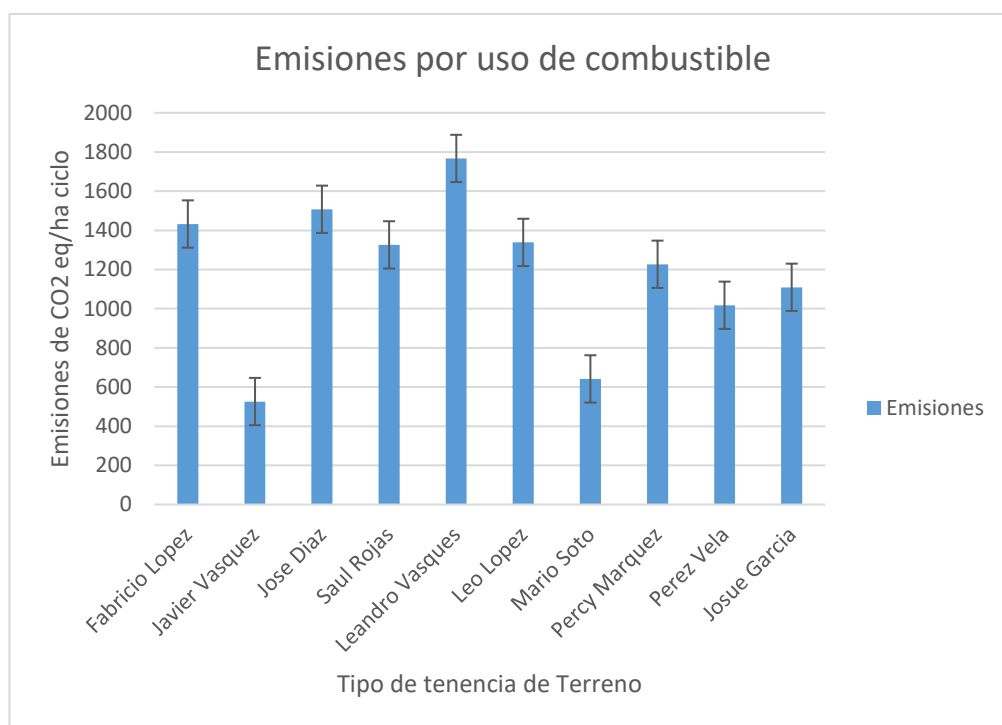


Figura 23. Determinación de las emisiones por uso de combustible durante el proceso del cultivo de arroz entre propietarios y arrendatarios.

### Determinación de las emisiones por uso de fertilizante durante el proceso del cultivo de arroz entre arrendatarios y propietarios.

Las emisiones por uso de fertilizante durante el proceso de cultivo de arroz se dan por la aplicación de fertilizantes como hydro gold super/ foliar/ jisafol, la mochila motor el cual sirve para la fertilización del lote. En la Cuadro N°17 se puede observar que el señor Leandro Vasques con el tipo de tenencia de terreno como Arrendatario genera mayor cantidad de emisiones de gases por aplicación de fertilizantes su total 4205.03 kgCO<sub>2</sub> e/ha

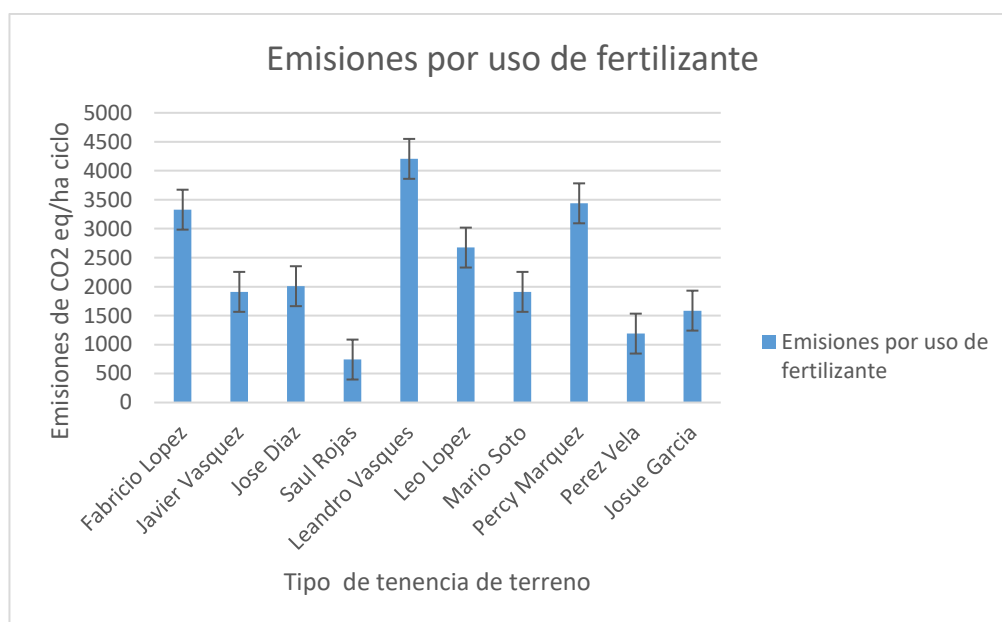


Figura 24. Determinación de las emisiones por uso de fertilizante durante el proceso del cultivo de arroz entre propietarios y arrendatarios.



## Emisiones de CO2 por actividad y por agricultor

Las emisiones por uso de fertilizante y uso de combustible por persona durante el proceso de cultivo de arroz se dan por la aplicación de fertilizantes como hydro gold super/ foliar/ jisafol, la mochila motor el cual sirve para la fertilizacion del lote. En la Cuadro N°18 se puede observar que el señor Leandro Vasques con el tipo de tenencia de terreno como Arrendatario genera mayor cantidad de emisiones de gases por aplicación de fertilizantes y Combustible su total 5972.3 kgCO<sub>2</sub> e/ha.

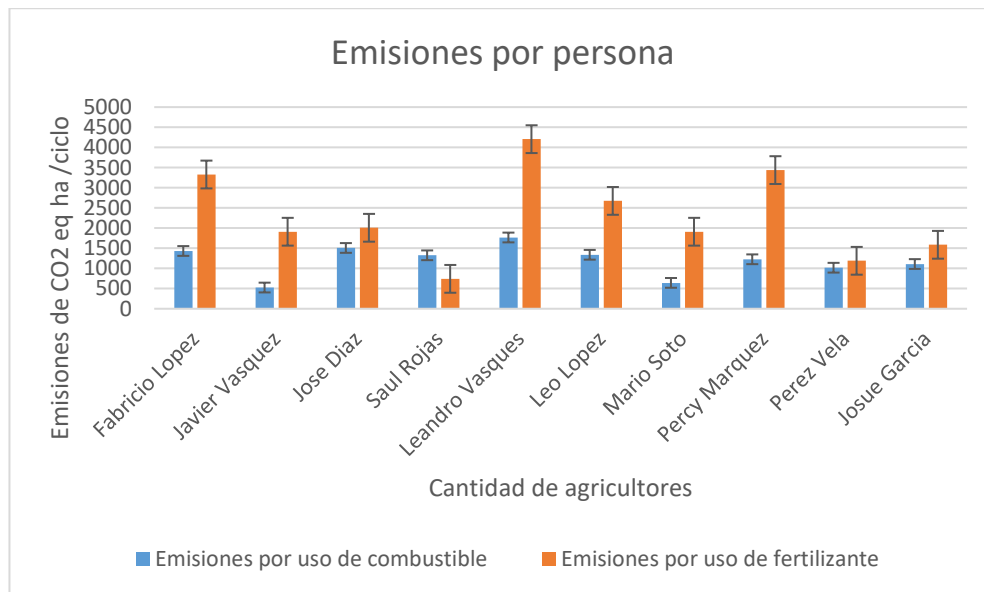


Figura 25. Determinación de las emisiones por agricultor

### Emisiones de CO<sub>2</sub> eq por tipo de fertilizante aplicado al proceso del cultivo de Arroz.

Durante el proceso de cultivo de arroz se aplicaron diversos insumos en las 10 hectáreas pertenecientes a Arrendatarios y Propietarios, los tipos de fertilizantes como Hydro gold, jifasol, foliar, Se puede observar que en el Cuadro N°19 se generó un mayor contenido de CO<sub>2</sub>eq por el uso de Fertilizante foliar\*20.

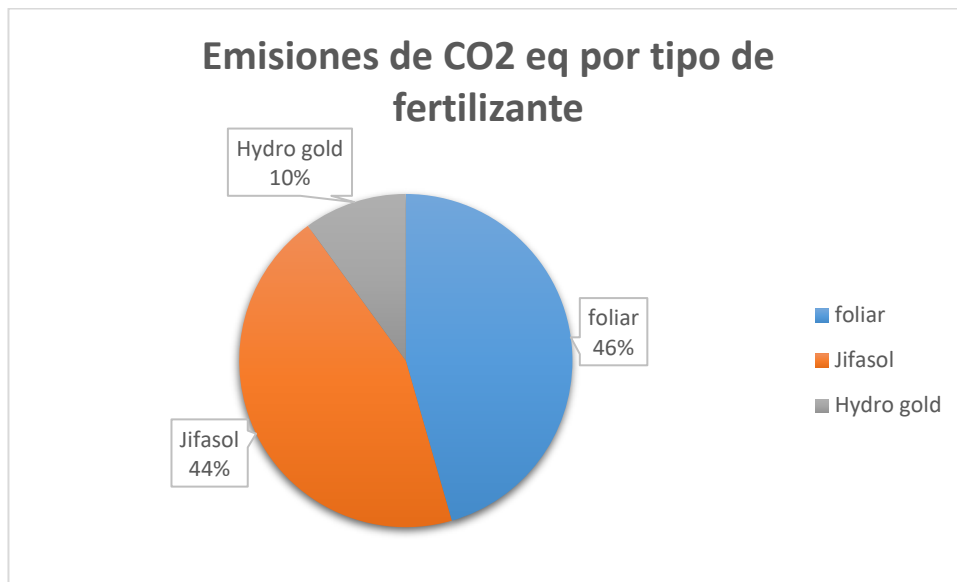


Figura 26. Emisiones de CO<sub>2</sub>eq por el tipo de fertilizante aplicado

## Prueba ANOVA

### ANOVA

Emission CO2 eq/ha ciclo

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1315781,312	1	1315781,312	17,587	,003
Dentro de grupos	598534,443	8	74816,805		
Total	1914315,755	9			

$H_1$ : La Huella de Carbono generada por el proceso de cultivo de arroz en Posic es de al menos 28440.2 CO<sub>2</sub>e/en 10 hectáreas por ciclo.

$H_0$ : La Huella de Carbono generada por el proceso de cultivo de arroz en Posic no es de al menos 28440.2 CO<sub>2</sub>e/ en 10 hectáreas por ciclo.

P valor si es <0,005 rechazamos  $H_0$

En la siguiente tabla el P valor es <0,005 entonces rechazamos la hipótesis  $H_1$  aceptando la alterna

## **IV. Discusiones**

## **Discusiones**

### **Caracterización del área de estudio**

La caracterización del área de estudio estuvo conformada por 10 hectáreas o lotes de arroz comenzando el 02 de enero hasta finales de mes de abril, asimismo se estimó la huella de carbono por medio del análisis de impacto de las actividades de uso de combustible y aplicación de fertilizantes haciendo encuestas semiestructuradas por el tipo de tenencia de tierra las cuales estaban divididos entre arrendatarios y propietarios.

En contraste con Segura y Andrade (2012) indicaron que los sistemas de producción que involucran leñosas perennes, tal como los árboles maderables tienden a ser más amigables con el ambiente, hallando huellas de carbono positivas en la cadena de producción de café en Costa Rica (4,0 a 14,4 t CO<sub>2</sub> e /ha al año).

Se encontró que las actividades de producción de arroz en Campoalegre tiene una emisión entre 998,1+-365,3 kg de CO<sub>2</sub>e/ha por ciclo, estos resultados al igual la estimación de gases de la presente investigación reflejan el papel negativo de estos sistemas emisiones netos de GEI.

De igual manera, Umaña (2012) determinó que sistemas de agricultura, como productos de cacao- caña de azúcar desarrollan una huella negativa muy similar a la analizada en el arroz en este estudio (0,7 a 1,3 tCO<sub>2</sub> e/ha al año).

Asimismo, los fertilizantes nitrogenados son los que más contribuyeron en la emisión de gases de efecto invernadero, generados un 66% total, a diferencia con el uso de combustibles con mochila motor y maquinaria.

No se presentaron diferencias significativas durante el análisis de la producción del cultivo de arroz y en las emisiones de gases de efecto invernadero generadas por el uso de combustibles y aplicación de fertilizantes con el tipo de tenencia de tierra según cuadro N°3. Es decir, el análisis de la Huella de carbono en la producción de arroz no es diferente en lotes manejados por arrendatarios o propietarios. Sin embargo, generan una leve menor emisión de CO<sub>2</sub> los

arrendatarios a comparación de los propietarios (13721.5 kg CO<sub>2</sub> /ha por ciclo vs. 9259.3 kg CO<sub>2</sub> /ha por ciclo), esto podría deberse al contraste de costos, ya que esto que inviertan menos en los costos para labores e insumo en el cultivo manejado por los arrendatarios.

La cantidad de emisiones de la maquinaria todo terreno con combustible diésel además de ser una de las principales causas para el cambio climático, este impacta el bienestar y genera problemas de salud de la comunidad aledaña a la ciudad en estudio. Se encuentran antecedentes que vinculan a las emisiones diésel con el desarrollo de problemas respiratorios, así como con la complicación de los síntomas de asma, bronquitis crónica y otros problemas de salud estos relacionados con la respiración. En su mayoría el daño proviene de la inhalación de partículas de hollín de carbono (PMS) y de gases como los óxidos de nitrógeno y el ozono que son perjudiciales para los pulmones, la nariz, la garganta y el sistema cardiopulmonar (el sistema que se encarga de transportar la sangre desde y hacia el corazón y los pulmones).

El proceso con mayor impacto tiene en 0.01Toneladas por hectárea de CO<sub>2</sub>eq/ ha en referencia a los procesos de siembra 10746.2 kg CO<sub>2</sub> /ha por ciclo esto debido a la aplicación de fertilizantes como Jifasol, Hydro y Foliar\*20.

Se presenta un punto referencial para evaluar de manera ordenada las acciones de mitigación frente al cambio climático en el sector de agricultura. A partir de este análisis desarrollado, se podrá identificar por ciclo y anual el cambio en las emisiones de gases de efecto invernadero emitidas en el sector de producción de Arroz.

Se rechaza la hipótesis **H<sub>1</sub>** aceptando **H<sub>0</sub>** esto debido a que si sobrepasa los valores estimados. Llegando a la conclusión que el proceso de producción de arroz es un generador de GEI a lo largo de su proceso productivo debido a las diferentes actividades que realizan.

## **V. Conclusiones**

## Conclusiones

**Primera.** Con base en los resultados obtenidos por la aplicación de la metodología del IPCC 2006 seguidos durante todo el proceso del cultivo de arroz en las 10 hectáreas comenzando el 02 de enero del 2018 finalizando en cosecha 29 de abril del 2018 se evaluó el proceso y actividad susceptibles a generar impactos, la preparación del terreno, aplicación de diversos tipos de fertilizantes para la estimación de la huella de carbono en un cultivo de arroz se puede concluir:

**Segunda.** El impacto total generado por el conjunto de 10 hectáreas productivas mediante la estimación de la Huella de carbono por el proceso del cultivo de arroz en ex Bosques inundables en el distrito de Posic, Rioja es de 34 880.1 kg CO<sub>2</sub> eq/ en 10 ha.

**Tercera.** El impacto total generado por el conjunto de 10 hectáreas productivas mediante la estimación de la Huella de carbono por el proceso del cultivo de arroz en ex Bosques inundables en el distrito de Posic-Rioja por uso de combustible es de 11891.31 kg de CO<sub>2</sub> eq/en 10 ha ciclo. El impacto total generado por el conjunto de 10 hectáreas productivas mediante la estimación de la Huella de carbono por el proceso del cultivo de arroz en ex Bosques inundables en el distrito de Posic-Rioja por aplicación de fertilizantes es de 22990.52kg de CO<sub>2</sub> eq/en 10 ciclo.CO<sub>2</sub> eq/ha ciclo.

**Cuarta.** El tipo de fertilizante con mayor índice de kg COe/ha ciclo según el cuadro N°19 es el Fertilizante Foliar\* 20 con un 46% respecto al Jifasol, estas emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O las cuales pueden ser controladas durante el proceso con una menor aplicación de los mismos.

**Quinta.** El proceso de mayor impacto tiene en 0.01Toneladas por hectárea de CO<sub>2</sub>eq/ ha en referencia a los procesos de siembra 10746.2 kg CO<sub>2</sub> /ha por ciclo esto debido a la aplicación de fertilizantes como Jifasol, Hydro y Foliar\*20.

**Sexta.** Se presenta un punto referencial para evaluar de manera ordenada las acciones de mitigación frente al cambio climático en el sector de agricultura. A



partir de este análisis desarrollado, se podrá identificar por ciclo y anual el cambio en las emisiones de gases de efecto invernadero emitidas en el sector de producción de Arroz.

## **VI. Recomendaciones**

## **Recomendaciones**

**Primera.** Utilizar biocombustibles y uso de biofertilizantes para reducir el impacto al medio ambiente, además reemplazar el diésel por productos como el biodiesel para uso de maquinaria todo terreno.

**Segunda.** El proyecto de estimación de huella de carbono en sistema de producción servirá de base para estudiantes, investigadores que requieran proseguir con estimaciones, procesos de cultivos, producción, comercialización entre otros.

**Tercera.** Impulsar el desarrollo de investigaciones que permitan identificar en los sistemas de producción agroforestales la fijación de carbono, generando de esta manera información de línea base para futuras negociación por pago de servicios ambientales.

**Cuarta.** La agricultura actual es caracterizada por el uso de combustibles fósiles, los cuales son considerados necesarios para el sistema de producción arroz desde la aplicación de fertilizantes, transporte y la descarga de productos desde y hacia los lotes de arroz entre otros, incrementando la alteración de la calidad de aire. Es por ello que se debe desarrollar campañas de buenas prácticas para la aplicación de fertilizantes nitrogenados no solo en el distrito de Posic sino ampliando el rango de coberturas para que se tenga una disminución efectiva de la emisión de los GEI en los cultivos de arroz.

## **VII. Referencia**

1. Albornoz A, Huella de carbono del café (*Coffea arabica*) en Empresa Asociativa Campesina Aruco en Cópán, Honduras para el año 2016-2017. [en línea]2017, [fecha de consulta: 15 agosto del 2017] Disponible en: <<https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6031/1/IAD-2017-002.pdf>>
2. Amaia, A. Huella de carbono de los cereales: Análisis de la emisión de gases de efecto invernadero en el sector agroalimentario. [En línea] 2012. [fecha de consulta: 20 oct-2017]. Disponible en internet: <<https://www.factorco2.com/comun/docs/68Huella%20de%20carbono%20de%20los%20cereales.pdf>>
3. Andrade,J y Segura,M. Huella de carbono del sistema de producción de arroz (*Oryza sativa*) en el municipio de Campoalegre, Huila, Colombia [en línea]2014, [fecha de consulta: 10 agosto del 2017]Disponible en : <<http://www.scielo.org.co/pdf/ccta/v15n1/v15n1a04.pdf>>
4. Arango Ramírez, A., Carmona, L. G. & Romero, S. A. (2014). Análisis de ciclo de vida en el sector agrícola: el caso del municipio de Viotá, Cundinamarca (Colombia). *Ambiente y Desarrollo*, pp. 117-131. <http://dx.doi.org/10.11144/Javeriana.AyD18-35.acvs>
5. CAMBIO CLIMATICO. Chile. Capítulo 11
6. Concha J, Alegre, J y Pocomuchay, V. (2007), Determinación de las reservas de carbono en la biomasa aérea de sistemas agroforestales de *theobroma cacao* l. en el departamento de San Martín, Perú.
7. ESPINDOLA, Cesar y VALDERRAMA, José. Huella del carbono. Parte 1: Conceptos, Métodos de estimación y complejidades Metodológicas, 2012.Vol.23 (1)

Disponible en:

<http://www.scielo.cl/pdf/infotec/v23n1/art17.pdf>

8. IBAÑEZ, Daniel. Efectos del cambio climático en las actividades agrarias y forestales. [En línea]. 2011. [Citado 20 oct-2012]. Disponible en internet: <http://web.ua.es/es/revista-geographos-giecryal/documentos/articulos/efectos-delcambio-climatico-en-las-actividades-agrarias-yforestales.pdf>: 1309623399772
9. INGENIERIA Y REGION. Vol 11-Junio,2014  
Disponible en:  
[https://www.usco.edu.co/archivosUsuarios/12/publicacion\\_pagina\\_web/facultad\\_ingenieria/revista\\_ingenieria\\_y\\_region/ingenieria\\_y\\_region\\_11.pdf](https://www.usco.edu.co/archivosUsuarios/12/publicacion_pagina_web/facultad_ingenieria/revista_ingenieria_y_region/ingenieria_y_region_11.pdf) ISSN:1657-6985
10. INTRUDUCCION A LAS DIRECTRICES DE 2006, Capitulo 1:  
Disponible en:  
[http://www.ipccnggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/1\\_Volume1/V1\\_1\\_Ch1\\_Introduction.pdf](http://www.ipccnggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/1_Volume1/V1_1_Ch1_Introduction.pdf)
11. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Cambio climático y biodiversidad. [En línea] Unidad de Apoyo Técnico del Grupo de Trabajo II del IPCC, 2002. [Fecha de consulta: 8 de setiembre de 2016]  
Disponible en:  
<https://www.ipcc.ch/pdf/technical-papers/climate-changesbiodiversity-sp.pdf> ISBN: 92-9169-104-7
12. IPCC. Capítulo 11. Emisiones de N<sub>2</sub>O de los suelos gestionados y emisiones de CO<sub>2</sub> derivadas de la aplicación de cal y urea.  
Disponible en:  
[http://www.ipccnggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/4\\_Volume4/V4\\_1\\_1\\_Ch11\\_N2O&CO2.pdf](http://www.ipccnggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/4_Volume4/V4_1_1_Ch11_N2O&CO2.pdf)
13. IPCC. Capítulo 3. Combustión Móvil. Página web: [http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/2\\_Volume2/V2\\_3\\_Ch3\\_Mobile\\_Combustion.pdf](http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/2_Volume2/V2_3_Ch3_Mobile_Combustion.pdf)
14. MARTINEZ, Cesar y DEGIOVANNI, Víctor. Producción Eco-Eficiente del arroz en América Latina, 2010. 513 pp.  
ISBN: 9785786941037

15. PANEL DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL CAMBIO CLIMÁTICO-PNUMA. ¿La solución natural? El papel de los ecosistemas en la mitigación del cambio climático-Evaluación rápida del PNUMA [en línea]. 2009, pp. 39. [Fecha de Consulta: 23 de noviembre del 2016].
16. RAMIREZ, Lenin, Estimación de Huella Hídrica y de Carbono en los cultivos comunitarios de Quínoa (*Chenopodium quinoa wild*) correspondientes a la zona central de los andes ecuatorianos, 2017.  
ISSN: 2519-7398
17. RUGNITZ Tito, Marcos; CHACÓN León, Mario y PORRO, Roberto. Guía para la determinación de carbono en pequeñas propiedades rurales [en línea]. Perú: Centro Mundial Agroforestal (ICRAF); Consorcio Iniciativa Amazónica (IA). 2009, pp.92. [Consulta: 24 de Setiembre del 2016]. ISBN: 978-9095-254-9.
18. SENAMHI. Boletín Hidrometeorológico de San Martín. Dirección zonal 9 [en línea]. San Martín-Perú. 2018, pp.19. [Consulta: 10 de enero del 2018].
19. UMAÑA, Jhon. Huella de Carbono en los sistemas de producción agrícola dominantes en el Municipio de Falan, Tolima [en línea] 2012, <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/12390/UmanaArboledaJohnAlexander2012.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
20. YAKOV, Quinteros y FERNANDO, Roca A. Ecología, Uso y conservación de los aguajales en el alto mayo, San Martín. Un estudio sobre las Concentración de *Mauritia Fleuxosa* en la selva peruana, 2016. pp. 265-282  
ISBN: 9789588889917
21. WOODS HOLE RESEARCH CENTER (WHRC). 2012. Carbon storage in tropical vegetation: New map to help developing nations track deforestation, report on emissions. [On línea] Journal PHYSorg < <http://www.physorg.com/news/2012-01carbon-storage-tropicalvegetation-nations.html>.> [citado 25 de junio 2012]
22. ZUÑIGA L, I. y CRESPO DA, E. Meteorología y climatología [en línea]. Universidad Nacional de Educación Ambiental: Uned. 2010, pp.262. [Consulta: 24 de agosto del 2016]. ISBN: 9878436260076.

## **VIII. Anexos**



Anexo 1: Fotos del proceso de cultivo de arroz

Imagen N°1. Identificación de las parcelas a estudiar durante el proceso de cultivo de arroz.



Imagen N°2. Colocación de estacas en cada esquina de la hectárea de arroz asimismo realizando las coordenadas de la parcela.



Imagen N°3. Colocación de estacas en cada esquina de la hectárea de arroz asimismo realizando las coordenadas de la parcela.



Imagen N°4. Colocación de estacas en cada esquina de la hectárea de arroz asimismo realizando las coordenadas de la parcela.





Imagen N°5. Delimitación de parcelas de arroz.



Imagen N°6. Delimitación de parcelas de arroz.





Imagen N°7. Delimitación de parcelas de arroz.



Imagen N°8. Preparación del cultivo de arroz, identificación de maquinaria todo terreno, tipo, tractor (Case 280-USA).





Imagen N°9. Siembras de plántulas de arroz en las parcelas en el Distrito de Posic, Rioja-San Martin.



Imagen N°10. Siembras de plántulas de arroz en las parcelas en el Distrito de Posic, Rioja-San Martin.





Imagen N°11. Parcela sembrada en su totalidad



Imagen N°12. Parcela sembrada en su totalidad





Imagen N°13. Realizando las encuestas semiestructuradas durante la fase de preparación de terreno



Imagen N°14. Realizando las encuestas semiestructuradas durante la fase reproductiva de arroz.





Imagen N°15. Realizando las encuestas semiestructuradas durante la fase reproductiva de arroz.



Imagen N°16. Cosechadora de arroz, identificación de maquinaria todo terreno, tipo, tractor (Case internacional 9230-USA).





Imagen N°17. Cosechadora de arroz, identificación de maquinaria todo terreno, tipo, tractor (Case internacional 9230-USA).



Imagen N°18. Personal realizando la cosecha de arroz.



Imagen N°19. Personal realizando la cosecha de arroz.



Anexo 2. Encuesta para arrendatarios y operarios

## Encuesta

Proyecto: ANALISIS DEL IMPACTO POR CAMBIO DE USO DE SUELO POR EL CULTIVO DE ARROZ EN EX BOSQUES INUNDABLES USANDO LA HUELLA DE CARBONO EN EL DISTRITO DE POSIC, RIOJA, SAN MARTIN

Ubicación de la Parcela:

- 1. Región : \_\_\_\_\_
- 2. Provincia : \_\_\_\_\_
- 3. Distrito : \_\_\_\_\_
- 4. Centro Poblado : \_\_\_\_\_
- 5. Fecha : \_\_\_\_\_
- 6. Nombre de la parcela : \_\_\_\_\_
- 7. Área del cultivo : \_\_\_\_\_ (m<sup>2</sup>)
- 8. Nombre del propietario : \_\_\_\_\_
- 9. Tiempo que lleva con la propiedad : \_\_\_\_\_
- 10. Tipo de tenencia con la tierra :

Arrendatario	
Ocupación	
Propietario	
Invasión	
Otros	

Recopilación de datos en las labores durante el sistema de producción de arroz.

1.- ¿Qué tipo de estrategia ha utilizado usted para el establecimiento de su parcela?  
(tala/quema/otros)

2.- ¿Cómo realiza la actividad de preparación del terreno?

Manual

Mecánica

4.- ¿Cuántas personas tiene a su cargo durante la preparación del terreno?

5.- ¿cuantas veces al día utiliza máquina para la preparación del terreno?

6.- ¿Qué tipo de combustible utiliza?

Biodiesel

Diesel

Gasolina

7.- ¿Cuánta es la cantidad que utiliza (litros o galones)?

8.- ¿Cuánto tiempo se demora en ir de las parcelas de arroz al molino?

9.- ¿Cuál es rendimiento por hectárea/ por ciclo de su cosecha de arroz?

10.- ¿cuánto es la cantidad de semillas en Kg utiliza?

11.- ¿asiste a cursos de capacitación sobre el manejo del sistema de producción de arroz?

### **Fertilización:**

12.- ¿Qué actividades realiza usted para el cuidado de su parcela?

13.- ¿Qué herramientas utiliza usted para el cuidado de su parcela?

14.- ¿Qué tipo de fertilizante utiliza?

15.- ¿Cuántos fertilizantes utiliza para el cultivo de arroz?

16.- ¿Cuál es la cantidad que aplica por ciclo? (Kg/tiempo (kg total)

17.- ¿Por cuánto tiempo aplica la fertilización durante el sistema de producción de arroz?

18.- ¿Cómo aplica o cuál es su método de aplicación?

19.- ¿Qué tipo de combustible utiliza en la aplicación de la fertilización?

20.- ¿Cuantas personas tiene a su cargo para la aplicación de fertilizantes?

### **Transporte**

21.- ¿Cómo transporta el cultivo de su parcela al molino?

22.- ¿Qué tipo de vehículo utiliza para el transporte de su cultivo?  
(Marca/año/Potencia/distancia; km/h)

23.- ¿Cuál es el tiempo que dura el transporte de la parcela al molino?

24.- ¿Cuál es la distancia recorrida de la parcela al molino?

25.- ¿Qué tipo de combustible utilizan para el transporte?

26.- ¿Cuánto es el combustible utilizado para el transporte del cultivo?

27.- ¿Qué tipo de transporte utiliza el personal a su parcela para su cultivo?

28.- ¿Qué tipo de vehículo utilizan?

29.- ¿Qué tipo de combustible utilizan?

30.- ¿Cuánto es el combustible utilizado para el transporte del personal?

Cuál es el consumo total en el proceso de producción de su cultivo de arroz

Gasolina\_\_\_\_\_ /mes

Diésel\_\_\_\_\_ /mes

### Anexo 3. Hoja de Campo

HOJA DE CAMPO		
<b>Ubicación de Parcelas:</b>		
<b>Hora:</b>	_____	
<b>Descripción del punto:</b>	_____ _____	
<b>UBICACIÓN:</b>	<b>Distrito:</b>	Posic _____
	<b>Provincia:</b>	Rioja _____
	<b>Departamento:</b>	San Martin _____
<b>COORDENADAS U.T.M.</b>		
<b>Norte:</b>	<input type="text"/>	
<b>Este:</b>	<input type="text"/>	
<b>Altitud:</b>	<input type="text"/> m.s.n.m.	

#### Anexo 4. Matriz de Consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADORES
<p><b>Problema General:</b> ¿Cuánto es el impacto en Kg CO<sub>2</sub>e/en 10 hectáreas generados por el proceso de cultivo de arroz en Posic-Rioja?</p>	<p><b>Objetivo General:</b> Calcular el impacto generado mediante la estimación de la huella de carbono por el proceso del cultivo de arroz en ex Bosques inundables en el Distrito de Posic, Rioja, San Martin</p>	<p><b>Hipótesis General</b> La Huella de Carbono generada por el proceso de cultivo de arroz en Posic es de al menos 28440.2 CO<sub>2</sub>e/en 10 hectáreas por ciclo.</p>	<p>Cultivo de arroz</p>	<p>Preparación del suelo Siembra Maduración Cosecha</p>	Tipo
					Cantidad de Dosis
					Tipo de Fertilizantes
					Maquinaria
<p><b>Problema Específico:</b> ¿Cuánto es el impacto en Kg CO<sub>2</sub>e/en 10 hectáreas generadas por la fase de fertilización en el proceso de cultivo de arroz?</p> <p>¿Cuánto es el impacto en Kg CO<sub>2</sub>e/en 10 hectáreas generadas por el fase de uso de combustibles en el proceso de cultivo de arroz?</p>	<p><b>Objetivo Específico:</b> Determinar el impacto generado estimando la Huella de Carbono por el uso de Combustibles en el proceso del cultivo de arroz en el Distrito de Posic, Rioja, San Martin</p> <p>Determinar el impacto generado estimando la Huella de Carbono de la fertilización en el proceso del cultivo de arroz en el Distrito de Posic, Rioja, San Martin.</p>	<p><b>Hipótesis específica</b> La huella de carbono generada por el cultivo de arroz en la fase de fertilización es de al menos 20563 kg CO<sub>2</sub>e/ en 10 hectáreas por ciclo.</p> <p>La huella de carbono generada por el cultivo de arroz durante el uso de combustibles es de al menos 10459 kg Ton CO<sub>2</sub>e/ en 10 hectáreas por ciclo.</p>	<p>Análisis del impacto por el cambio de uso de suelo por el cultivo de arroz en bosques inundables</p>	<p>Identificar y cuantificar usando la huella de carbono</p>	<p>CO<sub>2</sub> CH<sub>4</sub> N<sub>2</sub>O</p>

## Anexo 5. Validación de Instrumento



**SOLICITUD:** Validación de instrumento de recojo de información.

Sr.: Yakov Mario Quinteros .....

Yo, Astrid Delgado Lopez..... identificado con DNI No. 76727363..... alumno(a) de la EAP de Ing. Ambiental....., a usted con el debido respeto me presento y le manifiesto:

Que siendo requisito indispensable el recojo de datos necesarios para la tesis que vengo elaborando titulada: "Análisis del impacto por cambio de uso de suelo por el cultivo de arroz en ex bosques inundables usando la huella de carbono en el distrito de Posic, Rioja, San Martín", solicito a Ud. Se sirva validar el instrumento que le adjunto bajo los criterios académicos correspondientes. Para este efecto adjunto los siguientes documentos:

- Instrumento
- Ficha de evaluación
- Matriz de operacionalización de variables

Por tanto:

A usted, ruego acceder mi petición.

Lima, ....03. ....abril..... de 2017



**Astrid Delgado Lopez**  
NOMBRES Y APELLIDOS  
FIRMA



## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

**I. DATOS GENERALES**

- I.1. Apellidos y Nombres: Yacov Mario Quinteros.....  
 I.2. Cargo e institución donde labora:.....  
 I.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Encuesta.....  
 I.4. Autor(A) de Instrumento: Astrid Delgado Lopez.....

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.													X
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													X
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.													X
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													X
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.													X
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.													X
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.													X

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

<b>X</b>

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :**

<b>94</b> %
-------------

Lima, ..... 3 de abril ..... del 2017

  
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 41147993 ... Telf.: 991652330 ...

**SOLICITUD:** Validación de instrumento  
de recojo de información.

Sr.: Carlos Advincedo Zambrano

Yo, Astrid Delgado Lopez identificado con DNI  
No. 6724367 alumno(a) de la EAP de Ing. Ambiental a usted con el debido  
respeto me presento y le manifiesto:

Que siendo requisito indispensable el recojo de datos necesarios para la tesis que vengo  
elaborando titulada: Análisis del Impacto Ambiental de Dos de Mayo por Cultivos en ex-bogues inundados usando  
solicito a Ud. Se sirva validar el instrumento que le adjuntó bajo los criterios académicos  
correspondientes. Para este efecto adjunto los siguientes documentos:

- Instrumento
- Ficha de evaluación
- Matriz de operacionalización de variables

Por tanto:

A usted, ruego acceder mi petición.

Lima, 05 Noviembre de 2017

  
Astrid Delgado Lopez.  
NOMBRES Y APELLIDOS  
FIRMA

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**

**I. DATOS GENERALES**

- 1.1. Apellidos y Nombres: Adriana Zambrano Colos Paucar  
 1.2. Cargo e institución donde labora: Especialista Ambiental de la Gerencia de Gestión Ambiental  
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Existe  
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Dr. D. Delgado Lopez

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE										MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE						
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100							
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.																	X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.																		X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.																	X			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.																		X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales																		X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.																		X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.																		X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.																	X			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.																		X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.																		X		

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación	<input type="checkbox"/>
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación	<input type="checkbox"/>

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :**

89 %

Lima, ..... del 2014

  
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE  
 C.R.: 197 905  
 DNI No. 74388031 Telf: .....

## Anexo 6. Promedio de Validación

*Tabla 19 Promedio en porcentaje de validación*

<b>Profesionales</b>	<b>Valoración (%)</b>
Yacov Mario Quinteros	94
Paulino Advinula Zambrano	89
Promedio de validación	91.5