



Determinación de los indicadores ambientales asociados al proyecto de diversificación de parcelas productivas de arroz seco, frijol y maíz, con recuperación de semillas ancestrales dentro de la jurisdicción de Cornare.

Nataly Pinzón Quintero

Informe de práctica para optar al título de Ingeniero Ambiental

Tutor

Camilo Andrés Valderrama Benítez, Estudiante de maestría en ingeniería ambiental

Universidad de Antioquia
Facultad de Ingeniería
Ingeniería Ambiental
Medellín, Antioquia, Colombia
2022

Cita	(Pinzón Quintero, 2022)
Referencia	Pinzón Quintero, N. (2022). <i>Determinación de los indicadores ambientales asociados al proyecto de diversificación de parcelas productivas de arroz seco, frijol y maíz, con recuperación de semillas ancestrales dentro de la jurisdicción de Cornare</i> . [Trabajo de grado profesional]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
Estilo APA 7 (2020)	



Centro de documentación Ingeniería (CENDOI)

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

Rector: Jhon Jairo Arboleda Céspedes.

Decano Facultad de Ingeniería: Jesús Francisco Vargas Bonilla.

Jefe Escuela Ambiental: Diana Catalina Rodríguez Loaza.

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mi hija Sara, que fue el principal motor para culminar mi carrera profesional, a mi pareja que siempre me ha estado apoyándome incondicionalmente y a mis padres que me ayudaron en todo este proceso.

Tabla de contenido

Resumen	7
Abstract	8
Introducción	9
1 Objetivos	11
1.1 Objetivo general.	11
1.2 Objetivos específicos	11
2 Marco teórico	12
3 Metodología	14
4 Resultados	16
5 Conclusiones	22
6 Referencias.....	23
7 Anexos	25

Lista de tablas

Tabla 1 Toneladas de CO2 eq / ha evitadas	17
Tabla 2 Indicadores ambientales - Línea estratégica Ecosistemas y sus Servicios	17
Tabla 3 Indicadores Ambientales - Línea estratégica Desarrollo Agropecuario Resiliente	19
Tabla 4 Indicador Ambiental - Línea estratégica Competitividad regional e impulso a nuevas economías.....	20

Siglas, acrónimos y abreviaturas

AMVA	Área Metropolitana del Valle de Aburrá
BPA	Buenas Prácticas Agrícolas
CH₄	Metano
CO₂	Dióxido de carbono
COP 21	Conferencia Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
Cornare	Corporación Autónoma Regional de las cuencas de los ríos Nare y Negro
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
GEI	Gases de Efecto Invernadero
HFC	Hidrofluorocarbonos
HC	Huella de Carbono
IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático
MADS	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
N₂O	Óxido nitroso
OECD	Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico
O₃	Ozono
PAI	Plan de Acción Institucional De Cornare
PICCA	Plan Integral de Cambio Climático de Antioquia
PND	Plan Nacional de Desarrollo
SF₆	Azufre
SIAME	Sistema de Información Ambiental Minero Energético

Resumen

El proyecto de diversificación de parcelas productivas de arroz seco, frijol y maíz, con recuperación de semillas ancestrales se ha venido implementando desde el 2017 en 13 Municipios pertenecientes a la jurisdicción de Cornare. Este proyecto nace como medida de adaptación y resiliencia al cambio climático, además, como aporte a la seguridad alimentaria y al bienestar económico y social de la población. Sin embargo, a pesar que el proyecto cuenta con indicadores de gestión, no cuenta con indicadores ambientales, por lo cual se tiene la necesidad de determinar los indicadores ambientales más relevantes para el proyecto. Con el objetivo de establecer estos indicadores, se realizó en primer lugar una búsqueda de literatura sobre emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) asociados a los cultivos de arroz bajo riego y arroz seco bajo buenas prácticas agrícolas (BPA), con el fin de determinar la Huella de Carbono (HC) de ambos cultivos; para el cultivo de arroz bajo riego se encontró que las emisiones GEI son de 6,06 t de CO₂ eq / ha y para el cultivo de arroz seco cultivado BPA se obtuvo una emisión de 0,8 t de CO₂ eq / ha, a partir de estos resultados se hizo una comparación y estimado de las emisiones evitadas al producir arroz seco dentro de la jurisdicción de Cornare, por último se tuvo como referencia el Plan de Acción Institucional de Cornare (PAI) y el Plan Integral de Cambio Climático de Antioquia (PICCA), donde se establecieron 10 indicadores ambientales.

Palabras clave: indicadores ambientales, GEI, arroz seco, arroz bajo riego, cambio climático

Abstract

The project of diversification of productive plots of dry rice, beans and corn, with recovery of ancestral seeds has been implemented since 2017 in 13 municipalities belonging to the jurisdiction of Cornare, this project was born as a measure of adaptation and resilience to climate change, in addition, as a contribution to food security and economic and social welfare of the population. However, despite the fact that the project has management indicators, there is a great lack of environmental indicators, so there is a need to determine the most appropriate environmental indicators for the project. In order to establish these indicators, a literature search was first conducted on Greenhouse Gas (GHG) emissions associated with irrigated rice and rainfed rice crops under Good Agricultural Practices (GAP), in order to determine the Carbon Footprint (CF) of both crops; For the irrigated rice crop, GHG emissions were found to be 6.06 t of CO₂ eq/ha and for the dry rice crop grown under GAP, emissions of 0.8 t of CO₂ eq/ha were obtained. Based on these results, a comparison and estimate was made of the emissions avoided by producing dry rice within Cornare's jurisdiction; finally, Cornare's Institutional Action Plan (PAI) and the Comprehensive Climate Change Plan of Antioquia (PICCA) were used as a reference, where 10 environmental indicators were established.

Keywords: environmental indicators, GHG, dry rice, irrigated rice, climate change

Introducción

El cambio climático según lo define el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático conocidos por las siglas en inglés IPCC es una variabilidad en el clima con el tiempo, que está influenciada ya sea por medios naturales o por actividades antropogénicas, estas actividades pueden ser indirectas o directas ya sea por el cambio del uso del suelo, quema de combustibles fósiles, deforestación y producción agrícola entre otros que aumentan el contenido de GEI en la atmósfera terrestre (IPCC, 2019).

Las consecuencias negativas del cambio climático se hacen cada vez más notorias y reales, para todo el mundo, en las últimas cuatro décadas se ha presentado de manera consecutiva un aumento de temperatura año tras año. En el año 2020 se registró un incremento de la temperatura promedio global en 1.2 °C, valor el cual está por encima de los niveles registrados en los preindustriales (1850-1900), poniendo en alerta a todos los gobiernos para tomar medidas de adaptación y mitigación del clima (IPCC, 2021).

A pesar de que Colombia es una de los países que menos emite GEI, es altamente vulnerable a los impactos que causa el cambio climático, tales como sequías prolongadas, aumento de los días lluviosos, inundaciones y ascenso en el nivel del mar entre otros (IDEAM, 2017), lo que puede ocasionar pérdidas humanas, de biodiversidad y alta vulnerabilidad en el crecimiento económico entre otros (IPCC, 2019), lo cual supone un gran reto para los gobiernos regionales y locales, como para la sociedad en general, por tal motivo Colombia ha adquirido compromisos encaminados a darle cumplimiento en la meta propuesta en el Acuerdo de París en el año 2015, el cual busca limitar el calentamiento mundial por debajo de 2 °C, en relación con los niveles preindustriales reportados entre la época de 1850-1900 (García et al, 2016).

El sector de la agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra es el segundo sector que más emite GEI en el país, aportando un 26% del total, según el último inventario de GEI realizado (inventario), dentro de este sector se encuentra el cultivo de arroz, el cual ocupa un área de aproximadamente 609.783 hectáreas sembradas en Colombia, siendo este responsable de aproximadamente 16.331.058 toneladas de CO₂ eq en el año 2019 (Medina, 2020), para un porcentaje de 6,3% de las emisiones nacionales en comparación con el último inventario departamental y nacional de GEI de Colombia, (IDEAM, 2016).

Es por eso que en el Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2018-2022 “Pacto por Colombia, Pacto por la Equidad”, en el pacto IV por la sostenibilidad busca producir conservando y conservar produciendo, en el cual tiene como meta reducir el 51% de las emisiones de efecto invernadero para el 2030, por tal motivo la Corporación Autónoma Regional de la Cuencas de los Ríos Negro y Nare (CORNARE) , realiza una alineación de los programas, estrategias y proyectos definidos en el Plan de Acción Institucional 2020-2023 (PAI) con las líneas, objetivos y acciones del PND, Cornare tiene como meta la gestión territorial y sectorial para la reducción del 7% de toneladas GEI dentro de su territorio, por medio de los diferentes proyectos institucionales como lo es el proyecto de diversificación de parcelas productivas de arroz seco, fríjol y maíz, con recuperación de semillas (Cornare, 2020).

1 Objetivos

1.1 Objetivo general

Determinar los indicadores ambientales asociados al proyecto de diversificación de parcelas productivas de arroz seco, frijol y maíz, con recuperación de semillas ancestrales dentro de la jurisdicción de Cornare.

1.2 Objetivos específicos

Desarrollar una búsqueda bibliográfica sobre los indicadores ambientales asociados a las emisiones GEI en cultivos de arroz tradicional (bajo inundación).

Seleccionar los indicadores ambientales más significativos de acuerdo al Plan de Acción Institucional de Cornare (PAI) y el PICCA.

Identificar estrategias de manejo y mitigación que ayuden a dar cumplimiento a los indicadores establecidos.

2 Marco teórico

El Acuerdo de París, es un tratado internacional que se adoptó en 2015 por 197 países durante la Conferencia Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático (COP 21). Este Acuerdo cuenta con un compromiso jurídico vinculante, que plantea desafíos al largo plazo, el cual tiene como objetivo global mantener la temperatura por debajo de los 2°C y no sobrepasar los 1.5 °C, para darle cumplimiento a este objetivo se plantea la meta global de mitigación encaminada a buscar el equilibrio entre las emisiones antrópicas y la capacidad de captura de los sumideros naturales (García et al, 2016).

Para poder lograr la meta de mantener la temperatura por debajo de los 2°C y o sobrepasar los 1.5°C, es necesario entender que son los GEI, que según el IPCC, los definen como componentes gaseosos de la atmósfera ya sea de origen antropogénico o natural, que tiene la capacidad de emitir y absorber diferentes longitudes dentro del rango del infrarrojo, que causan el efecto invernadero debido a esta propiedad (IPCC, 2018), entre estos gases se encuentran el vapor de agua (H₂O), el dióxido de carbono (CO₂), el óxido nitroso (N₂O), el metano (CH₄), el ozono (O₃), los halocarbonos u otras sustancias que contienen cloro y bromo, y contemplados en el Protocolo de Montreal. Además del CO₂, N₂O y CH₄, el Protocolo de Kyoto contempla los gases de efecto invernadero hexafluoruro de azufre (SF₆), los hidrofluorocarbonos (HFC) y los perfluorocarbonos (PFC) (IPCC, 2019).

También es necesario contar con indicadores ambientales ya que nos brinda parámetros o valores derivado de parámetros que señalan, describen o proporcionan información del estado medio ambiental o fenómeno, que sirven como herramientas para la toma de decisiones según lo define La Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OECD) (OECD, 2003).

Un indicador ambiental que ayuda en la cuantificación e inventario de GEI, es la Huella de Carbono la cual se define como la medida mediante la cual se cuantifican las emisiones de GEI de una actividad antropogénico, que puede estar asociada o no a una actividad productiva, la cual se expresa en unidades de CO₂ eq. (WWF, 2018), este indicador es importante para ayudar a determinar el impacto que una persona, organización, proyecto o actividad le causa al medio ambiente, además de estimar su contribución al cambio climático y adelantar acciones de mitigación para disminuir sus emisiones.

Para poder establecer los indicadores ambientales más pertinentes para el proyecto de diversificación de parcelas productivas de arroz seco, frijol y maíz con recuperación de semillas ancestrales dentro de la jurisdicción de Cornare es necesario tener en cuenta tanto el PICCA como el PIA de Cornare, en donde el PICCA es una herramienta de planificación de orden departamental, que sirve de guía para dar respuesta a los desafíos del cambio climático en el territorio y coordinar las acciones territoriales e intersectoriales de mitigación y adaptación, reconociendo las particularidades de las nueve subregiones del Departamento. Se formuló entre noviembre de 2017 y junio de 2018, a través de un convenio de cooperación internacional suscrito entre la Gobernación de Antioquia y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), esta herramienta de planificación se realizó en articulación con las tres corporaciones autónomas regionales de Antioquia y el Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA), además de contar con 5 líneas estratégicas (PICCA).

De igual forma el PAI de Cornare es otra herramienta de planificación del territorio, la cual busca la interacción de los diferentes actores del territorio que están estrechamente relacionados con el ambiente para lo cual este PAI cuenta con seis líneas estratégicas las cuales responden a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (Cornare, 2020)

3 Metodología

Fase 1: Se realizó una revisión de literatura de las emisiones de GEI asociados al cultivo de arroz bajo riego y el cultivo de arroz seco BPA, haciendo una comparación entre ambos cultivos con la información encontrada y con ayuda de la Herramienta de cálculo para la elaboración de los inventarios de emisiones de GEI en las ciudades de Colombia. Para lo cual se realizó una búsqueda en las siguientes bases de datos Science Direct, revista de ciencia & tecnología agropecuaria (CTA), Ingeniería y región, repositorio de la Universidad Javeriana de Colombia, repositorios de Agrosavia, FAO; donde las palabras claves utilizadas para la realización de la búsqueda fueron arroz bajo riego, arroz seco, emisiones, GEI y cambio climático, las unidades funcionales que se encontraron fueron kg CO₂eq / ha, toneladas (t) de CO₂ eq, gigagramos (Gg) CO₂ eq y kg CO₂ / t.

La búsqueda se realizó entre los meses de septiembre y octubre, donde posteriormente se construyó una base de datos en Excel que contiene la siguiente información: país, continente, año de obtención de los datos, año de publicación, nombre del artículo y emisión de GEI expresadas en kg de CO₂ eq. Al no encontrar información consistente sobre el porcentaje y departamentos que abastecen al departamento de Antioquia de arroz bajo riego y seco, se tiene en cuenta el promedio de 15 departamentos de los cuales se tiene registro para de arroz bajo riego, donde se tiene en cuenta el ciclo de vida del cultivo de arroz desde la cuna hasta la puerta de la finca (preparación del terreno, siembra, control de malezas, plagas y enfermedades, aplicación de , fertilizantes, riego, maquinaria involucrada en el proceso y cosecha), este promedio de GEI emitidos por los cultivos de arroz bajo riego se hace en Kg de CO₂ eq / ha, adicionalmente se hace un promedio entre la distancia (km) de cada departamento y el municipio de Santuario el cual se toma como referencia dentro de la jurisdicción de Cornare y se procede a multiplicar los el promedio en km por el factor de emisión para un camión (1 km = 0.1046 kg de CO₂) según la Metodología del GHG Protocol del IPCC (Rodríguez et al, 2020), para el arroz seco se utiliza la herramienta del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) y el factor de emisión encontrado en el Sistema de Información Ambiental Minero Energético (SIAME), las emisiones de GEI emitidos por los cultivos de arroz seco se hace en Kg de CO₂ eq / ha. No se tienen en cuenta los GEI producidos en el proceso de empaquetado de arroz.

Fase 2: Teniendo en cuenta las diferentes líneas estratégicas del PICCA se empieza a analizar los objetivos, acciones e indicadores de mitigación y adaptación de cada una de las líneas estratégicas, examinando el cumplimiento o no de estos en el proyecto de arroz seco, además de tener presente los objetivos del PAI en el establecimiento de los indicadores ambientales del proyecto de diversificación de parcelas productivas de arroz seco, frijol y maíz, con recuperación de semillas ancestrales dentro de la jurisdicción de Cornare.

Fase 3: De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis de las fases 1 y 2 se determinaron las posibles acciones y estrategias de manejo y mitigación que ayuden a dar cumplimiento a los indicadores establecidos como recomendaciones.

4 Resultados

Mediante la búsqueda de literatura se pudo evidenciar que los principales factores que influyen en aumentar o disminuir las emisiones de GEI en los cultivos de arroz bajo riego y arroz seco son la aplicación de fertilizantes nitrogenados y cal, uso de combustibles fósiles como lo evidencia (Rodríguez et al. 2015). Se encontró que tanto para cultivos de arroz bajo riego como arroz seco las emisiones de metano se ven influenciadas por la temperatura del suelo, tipo de suelo y sistema de manejo, mientras que las emisiones de CO₂ se ven influenciadas por el nivel de inundación del cultivo y elevación en la zona (Medina, 2020). Para países como Japón, China pertenecientes al continente Asiático se encontraron gran número de estudios mientras que para Colombia hay muy pocos estudios sobre la cuantificación de GEI en cultivos de arroz, al no encontrar información consistente sobre el porcentaje y departamentos que abastecen al departamento de Antioquia de arroz bajo riego y seco, se tuvo en cuenta el promedio de 15 departamentos de los cuales se tiene registro para estimar las emisiones de GEI asociados al cultivo de arroz bajo riego asociados a la preparación del suelo, siembra, control de maleza, plagas y enfermedades, aplicación de fertilizante, riego y cosecha son 5,8 t CO₂ eq / ha (Manrique et al, 2021), mientras que para el transporte se realizó un promedio entre la distancia entre cada departamento y el municipio de Santuario Antioquia el cual se toma como punto de referencia dentro de la jurisdicción de Cornare y se procedió a multiplicar el promedio en km por el factor de emisión para un camión (1 km = 0.1046 kg de CO₂) según la Metodología del GHG Protocol del IPCC (Rodríguez et al, 2020), dio como resultado una emisión de 0,05 t de CO₂ eq / ha, para un total de emisión asociadas al cultivo de arroz bajo riego de 5,86 t de CO₂ eq / ha.

Para el cultivo de arroz seco cultivado BPA en la jurisdicción de Cornare y contemplando los mismos parámetros, además se tuvo en cuenta los kWh al año que requiere una maquina trilladora para trillar 50 kg de arroz que es el rendimiento promedio por ha cosechado, se encontró que las emisiones de GEI asociados son aproximadamente de 0,8 t de CO₂ eq / ha, que representa el 15,01% de las emisiones del cultivo de arroz bajo riego, con lo cual se hizo una comparación y un estimado de las emisiones evitadas al producir el arroz seco dentro de la jurisdicción de Cornare de aproximadamente 4,98 t CO₂ eq / ha lo que equivale para el año 2021 un 219,14 t CO₂ eq / ha (Tabla 1)

Tabla 1*Toneladas de CO₂ eq / ha evitadas*

Año	Ha	T CO ₂ eq / ha evitadas
2020	48	239,07
2021	44	219,15

Al tener presente los objetivos y metas que se plantean en el PAI de Cornare y pensando en ayudar a dar cumplimiento a estos con el proyecto de arroz seco se identifica la homogeneidad de los objetivos con 3 de las 5 líneas estratégicas del PICCA.

Tabla 2*Indicadores ambientales - Línea estratégica Ecosistemas y sus Servicios.*

Indicador	Unidad	Cantidad	Línea estratégica del PICCA	Medida
Número de tutores por hectárea evitados (debido al cambio de fríjol voluble por arbustivo)	Tutores	4000	Ecosistemas y sus Servicios	Deforestación evitada
Conservación de bosque nativo (al no utilizar tutor)	ha	4	Ecosistemas y sus servicios	Deforestación evitada
Cantidad de Carbono almacenado en el bosque nativo conservado (al no utilizar tutor) *	t/ ha/ año	132,1	Ecosistemas y sus servicios	Deforestación Evitada
CO ₂ eq que no se emite, al conservar el bosque nativo	t CO ₂ eq /año	485	Ecosistemas y sus servicios	Deforestación Evitada

*La cantidad de carbono almacenad en el bosque nativo se toma de la *Fuente* :(Phillips et al. IDEAM 2011).

De acuerdo al PICCA a la línea estratégica Ecosistemas y sus Servicios como medida de la deforestación evitada se encontró que para el proyecto de diversificación de parcelas

productivas de arroz seco, frijol y maíz, con recuperación de semillas ancestrales cumple cuatro indicadores ambientales los cuales son: Número de tutores por hectárea evitados (debido al cambio de frijol voluble por arbustivo (Bosque y alimentos, 2020), conservación de bosque nativo al no utilizar tutor, dado que para el establecimiento del cultivo de frijol voluble, se necesita la utilización de tutores de madera (comúnmente utilizados por los agricultores), los cuales sirven de soporte para el frijol, al cambiar de utilizar frijol voluble por frijol arbustivo, desaparece la necesidad de la utilización de tutores, cantidad de carbono almacenado en el bosque nativo conservado (al no utilizar tutor) y CO₂ eq que no se emite (Tabla 2), al conservar el bosque nativo (Phillips et al. IDEAM, 2011).

Tabla 3*Indicadores Ambientales - Línea estratégica Desarrollo Agropecuario Resiliente*

Indicador	Unidad	Cantidad	Línea estratégica del PICCA	Medida
Productividad por hectárea por cultivo de arroz, en las zonas potenciales identificadas que recibieron asistencia técnica integral.	Kg	50	Desarrollo agropecuario resiliente	Estrategia de adaptación para cultivos transitorios
Número de hectáreas de cultivos transitorios/ municipio con asistencia técnica integral.	ha	8	Desarrollo agropecuario resiliente	Estrategia de adaptación para cultivos transitorios
Número de hectáreas de cultivos transitorios con modificación de calendarios de siembra.	ha	96	Desarrollo agropecuario resiliente	Estrategia de adaptación para cultivos transitorios
Número de hectáreas establecidas con productos agropecuarios sostenibles y adaptados al clima anualmente.	ha	96	Desarrollo agropecuario resiliente	Estrategia de adaptación para cultivos transitorios

De acuerdo al PICCA a la línea estratégica Desarrollo Agropecuario Resiliente con las medidas de desarrollo agropecuario y en la estrategia de adaptación para cultivos transitorios, se encontró que para la medida de desarrollo agropecuario el proyecto cumple con un indicador el cual es número de hectáreas establecidas con productos agropecuarios sostenibles y adaptados al clima anualmente, en la medida de estrategia de adaptación para cultivos transitorios cumple con cuatro indicadores ambientales los cuales son: Productividad por hectárea por cultivo de arroz, en las zonas potenciales identificadas que recibieron asistencia técnica integral, número de hectáreas de cultivos transitorios/ municipio con asistencia técnica integral, productividad por hectárea por

cultivo de arroz, en las zonas potenciales identificadas que recibieron asistencia técnica integral (Tabla 3). Los datos de los indicadores ambientales se recopilaron de la información suministrada por los técnicos del proyecto de arroz.

Tabla 4

Indicador Ambiental - Línea estratégica Competitividad regional e impulso a nuevas economías

Indicador	Unidad	Cantidad	Línea estratégica del PICCA	Medida
Número de UPA con acceso a maquinaria y Nuevas tecnologías	UPA	2350	Competitividad regional e impulso a nuevas economías	Impulsar un sector agropecuario competitivo, productivo y resiliente
Máquinas trilladoras entregadas	MT	200	Competitividad regional e impulso a nuevas economías	Impulsar un sector agropecuario competitivo, productivo y resiliente

De acuerdo al PICCA a la línea Estratégica Competitividad Regional e Impulso a Nuevas Economías con la medida de impulsar un sector agropecuario competitivo, productivo y resiliente y en la estrategia de adaptación para cultivos transitorios, el proyecto cumple con dos indicadores los cuales son: Número de UPA con acceso a maquinaria y nuevas tecnologías y máquinas trilladoras entregados (Tabla 4).

- **Recomendaciones:**

Se hace necesario contar con información acerca del número de personas que son beneficiarias del proyecto de arroz tanto directa como indirectamente para contar con un indicador de total de familias impactadas en el territorio.

Se recomienda cambiar el abono de gallinaza utilizado en algunos municipios por falta del abono mejor agro el cual es entregado entre los insumos del proyecto a los beneficiarios por abonos a base de estiércol de vaca como se ha implementado Además, se puede utilizar la cascarilla de arroz como material orgánico para hacer compostaje, que ayude a la regeneración de la tierra para el cultivo.

Es necesario contemplar fenómenos climáticos como el ENSO, que puede tener afectaciones sobre el cultivo de arroz, especialmente en la fase Niño en los primeros dos meses donde el cultivo necesita precipitaciones constante, durante este periodo de sequía es necesario contemplar la utilización de reservorios o un tanque de almacenamiento de aguas lluvias para los meses de sequía.

5 Conclusiones

Se precisa tener claridad sobre la procedencia del arroz que surte al oriente antioqueño y municipios de influencia del proyecto de arroz seco para tener un estimado más preciso de los GEI que se están dejando de emitir al producirse dentro de la jurisdicción de Cornare, pues al no encontrar este dato en la literatura ni en las organizaciones o asociaciones arroceras, se realizó un promedio de emisión de GEI de los 154 departamentos productores de arroz bajo riego, cabe resaltar que también es necesario conocer la procedencia del arroz que abastece al oriente Antioqueño para saber exactamente la emisión de GEI causados por el transporte y no hacer una estimación. Se determinaron 10 indicadores ambientales de acuerdo tanto al PAI y PICCA, pero es pertinente que sean incluidos dentro del PAI de Cornare o por lo menos los más relevantes dentro de las metas del PAI, con el fin, que el proyecto de arroz seco contribuya con el cumplimiento de las metas institucionales. Además, el cumplimiento de 3 de las 5 líneas de acción del PICCA, demuestra que se pueden seguir implementando proyectos de sistemas agroclimáticos como el proyecto de arroz que contribuyan a la mitigación de GEI dentro de la jurisdicción de Cornare y al impulso del desarrollo de los campesinos.

6 Referencias

- Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los ríos Negro y Nare [Cornare]. (2020). *Plan de Acción Institucional 2020-2013*. Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los ríos Negro y Nare.
- García, A. C., Vallejo, L. G., Higgings, L. M., & Escobar, M. E. (2016). *El Acuerdo de París. Así actuará Colombia frente al cambio climático*. 1 ed. WWF-Colombia. Cali, Colombia. 52 pp. Recuperado de: <https://bit.ly/2V6brNl>.
- IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA. (2016). *Inventario nacional y departamental de Gases Efecto Invernadero – Colombia. Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático*. IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA, FMAM. Bogotá D.C., Colombia.
- IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA. 2017. Resumen ejecutivo Tercera Comunicación Nacional De Colombia a La Convención Marco De Las Naciones Unidas Sobre Cambio Climático (CMNUCC). Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático. IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA, FMAM. Bogotá D.C., Colombia.
- IPCC. (2021). *Climate Change 2021 The Physical Science Basis Summary for Policymakers*. Obtenido de <https://bit.ly/3gR6Ndy>.
- IPCC. (2019). *Land–climate interactions. In: Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems*. Obtenido de <https://bit.ly/38sgZ7X>.
- IPCC, 2013: Glosario [Planton, S. (ed.)]. En: *Cambio Climático 2013. Bases físicas. Contribución del Grupo de trabajo I al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático* [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex y P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Nueva York, NY, Estados Unidos de América.
- Manrique, L. D., Torres, T. F., Gómez, P. L., Moreno, Q. H & Sánchez, P. A. (2021). *Intensidad de emisiones por unidad de producción para la producción de arroz en Colombia*. Grupo de Cambio Global – Subdirección de estudios Ambientales (SEA) – IDEAM .
- Medina, R. Y. (2020). *Distribución espacial, factores y tasas de emisión de gases efecto invernadero (CH4, CO2) emitidos a la atmosfera por parte de cultivos de arroz en Colombia en el 2019*. [Trabajo de grado profesional]. Univerisidad Javeriana, Bogotá D.C, Colombia.

- Organisation for Economic Co-Operation and Development [OECD]. (2003). *OECD Environmental Indicators Development, measurement and use*. OECD. Obtenido de <https://www.oecd.org/env/indicators-modelling-outlooks/24993546.pdf>
- Phillips, J. F., Duque, A. J., Yepes, A. P., Cabrera, K. R., García, M. C., Navarrete, D. A., Álvarez, E & Cárdenas, D. (2011). *Estimación de las reservas actuales (2010) de carbono almacenadas en la biomasa aérea en bosques naturales de Colombia. Estratificación, alometría y métodos analíticos*. Instituto de Hidrología, Meteorología, y Estudios Ambientales -IDEAM-. Bogotá D.C., Colombia. 68 pp.
- Rodríguez, J., Ruiz, M., & Meneses, A. (2020) Revisión de los factores de emisión en las metodologías de huella de carbono en Colombia. *ESPACIOS*, 41(47), 74-84. <https://doi.org/hct2>