



UNIVERSIDAD PARA LA COOPERACION INTERNACIONAL  
(UCI)

GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE ARROZ EN IBAGUE COLOMBIA, BAJO EL  
ENFOQUE UNA SALUD

TANIA JETSY PALOMINO ROA

PROYECTO FINAL DE GRADUACION PRESENTADO COMO REQUISITO  
PARCIAL PARA OPTAR POR EL TITULO DE MAGISTER EN GERENCIA DE  
PROGRAMAS SANITARIOS EN INOCUIDAD DE ALIMENTOS

Medellín, Colombia

Septiembre de 2021

Hoja de aprobación

UNIVERSIDAD PARA LA COOPERACION INTERNACIONAL  
(UCI)

Este Proyecto Final de Graduación fue aprobado por la Universidad como  
Requisito parcial para optar al grado de  
Magister en Gerencia de Programas Sanitarios en Inocuidad de Alimentos

---

Ing. Javier Picado Elizondo  
TUTOR

---

MSc. Giannina Lavagni  
LECTOR

---

Tania Jetsy Palomino Roa  
SUSTENTANTE

## Dedicatoria y agradecimientos

Dedicada a mi hijo, a mi esposo y a mis padres.

Agradecimientos especiales:

A Dios por darme la oportunidad de realizar esta maestría, la cual enriquece mis conocimientos como profesional.

A mis padres, quienes siempre han estado para apoyarme.

A mi esposo por su paciencia, ayuda, comprensión y apoyo incondicional.

Al Ing. Javier Picado Elizondo MIA y el Dr. Felix Cañet Prades, por la guía y orientación recibida en la elaboración de esta tesis.

## Contenido

<b>Hoja de aprobación</b> .....	<b>ii</b>
<b>Dedicatoria y agradecimientos</b> .....	<b>iii</b>
<b>Contenido</b> .....	<b>iv</b>
<b>RESUMEN EJECUTIVO</b> .....	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>viii</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<b>ix</b>
<b>LISTA DE CUADROS</b> .....	<b>x</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS</b> .....	<b>xi</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>13</b>
1.1 Antecedentes .....	13
1.2 Problemática .....	15
1.3 Justificación.....	18
1.4 Objetivos .....	20
1.4.1 Objetivo General .....	20
1.4.2 Objetivos Específicos.....	20
<b>2 MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>21</b>
2.1 Inocuidad Alimentaria y el enfoque Una Salud .....	21
2.2 Organización Mundial del Comercio (OMC) y las tres hermanas .....	22
2.2.1 Organización mundial de sanidad animal (OIE) .....	23
2.2.2 Convención internacional de protección fitosanitaria CIPF .....	24
2.2.3 Comisión del Codex Alimentarius (CCA) .....	25
2.3 Los ODS y el enfoque Una Salud .....	25
2.4 Límites planetarios.....	26
2.5 Desestabilización planetaria.....	30
2.6 Impactos del sistema alimentario en la desestabilización planetaria.....	32
2.6.1 La producción agrícola desde la visión de Una Salud .....	32
2.6.1.1 Gestión del agua.....	32
2.6.1.2 Uso de biocidas .....	33
2.6.1.3 Uso de fertilizantes .....	34
2.6.1.4 Biodiversidad en la agricultura .....	35

2.7 Sistemas agroalimentarios en el siglo XXI: Cinco perspectivas distintas.....	38
2.8 Políticas públicas en Colombia para afrontar los retos de los sistemas agroalimentarios. ....	39
2.9 Modelo ahorrar para crecer .....	41
2.10 Agricultura regenerativa.....	43
<b>3. METODOLOGÍA .....</b>	<b>45</b>
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>47</b>
4.1 Impacto de la producción de arroz sobre los límites planetarios locales.....	47
4.1.1 Integridad de la biosfera .....	47
4.1.2 Impacto de las aplicaciones de fertilizantes sintéticos en las transgresiones a los ciclos del nitrógeno (N <sub>2</sub> ) y el fósforo(P).....	50
4.1.2.1 Análisis de casos (aplicación de fertilizantes) .....	52
4.1.2.2 Límite planetario para nitrógeno y fósforo .....	54
4.1.2.3 Comparación de los rendimientos entre países arroceros y aplicación de insumos externos.....	55
4.1.3 Evaluación de la aplicación de pesticidas.....	57
4.1.3.1 Análisis de casos (aplicación de pesticidas).....	58
4.1.3.2 Límite planetario para pesticidas .....	63
4.1.3.3 Monitoreo de residuos de pesticidas .....	66
4.1.3.4 Pesticidas y medio ambiente.....	67
4.1.4 El cambio de uso de suelos y la producción de arroz .....	68
4.1.4.1 Evolución de la superficie cultivada .....	70
4.1.4.2 Rendimientos en la producción de arroz en Colombia.....	72
4.1.5 Consumo de agua dulce.....	73
4.1.5.1 Rendimiento según el sistema de riego.....	74
4.1.6 Impactos de la producción de arroz sobre otros indicadores de cambio global en Colombia .....	76
4.1.6.1 Cambio climático .....	76
4.1.6.2 Agotamiento del ozono estratosférico.....	78
4.2 Transgresión de límites planetarios y una buena vida para todos.....	79
4.3 Estrategia para la gestión sostenible de la producción de arroz en Colombia, bajo el enfoque Una Salud .....	83
4.3.1 Ruta para la gestión sostenible de la producción de arroz en Colombia...	83

4.3.2 Sistema holístico, Enfoque Una Salud y su relación con los ODS .....	87
4.3.3 Políticas públicas vigentes en Colombia (ACFC) enfocadas en la producción agrícola con impacto en los límites planetarios y el cumplimiento de los ODS .....	89
4.3.4 Inocuidad – Enfoque Una Salud.....	91
<b>5. CONCLUSIONES .....</b>	<b>94</b>
<b>6. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>99</b>
<b>7. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>102</b>
<b>8. ANEXOS .....</b>	<b>110</b>
Anexo 1. Chárter del proyecto de investigación.....	110
Anexo 2: Datos uso de fertilizantes.....	113
Anexo 3: Datos uso de insecticidas .....	116
Anexo 4: Datos uso de fungicidas.....	119
Anexo 5: Datos uso de herbicidas.....	122
Anexo 6 Ecotoxicidad de pesticidas.....	125

## RESUMEN EJECUTIVO

El enfoque Una salud humana, animal, vegetal y de los ecosistemas, transforma el pensamiento y forma de actuar en un solo propósito superior “un mundo, Una Salud”. Partiendo de esto, la investigación que se presenta a continuación, se realizó con una visión integral, que comprende los Objetivos de Desarrollo Sostenible, los límites planetarios y los indicadores sociales.

Esta investigación consiste en identificar las externalidades de la producción arroceras en Colombia, específicamente en la zona de Ibagué, que inciden en el cambio global, la transgresión de los límites planetarios, los niveles de uso de agroquímicos (fertilizantes sintéticos y pesticidas), analizar la política pública existente e identificar como se puede conectar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), con los límites planetarios y los indicadores sociales en la producción de arroz y actividades de agricultura.

Para el desarrollo de la investigación se tuvo en cuenta datos estadísticos disponibles, los cuales fueron analizados con datos de estudio de casos con agricultores de la zona.

A partir de la revisión de datos estadísticos de consumo a nivel mundial disponibles en diversos sitios web como Our World in Data (<https://ourworldindata.org/>) y FAOSTAT (<http://www.fao.org/faostat/es/#country>), se evidenció que Colombia posee altos consumos de nitrógeno (N<sub>2</sub>) (kg/ha). En el análisis de casos realizado con 6 agricultores en cuanto a aplicación de fertilizantes sintéticos, presentan un resultado promedio de 56.79 kg/ha, siendo esta zona de alto riesgo para el límite planetario que se ha establecido en 55 kg/ha.

Para el caso de fósforo (P), se evidencia 2 casos de aplicación en cantidades que representan alto riesgo para el límite planetario definido en 7.5 kg/ha, un caso en zona de riesgo creciente y 3 casos en zona segura, presentando un resultado promedio de 4.62 kg/ha siendo esta zona de riesgo creciente.

En cuanto a pesticidas, los datos estadísticos, indican que Colombia aplica 9.9 kg/ha. Al realizar análisis de casos con 8 agricultores de arroz de Ibagué, se evidencia que la cantidad máxima aplicada es de 8.0 kg ia/ha, presentando casos con resultados hasta de 1.4 kg ia/ha. Los cálculos con base en área sembrada y kilogramos de pesticidas muestran que Colombia puede estar aplicando hasta 13.1 kg/ha, lo que indica una aplicación en zona de alto riesgo para el límite planetario el cual ha sido establecido en 6.5 kg ia/ha.

El arroz es un cultivo fundamental y realizando su producción desde el enfoque Una Salud es posible lograr equilibrio con la seguridad alimentaria, una buena calidad de vida para todos dentro de la “rosquilla o donut” y los límites planetarios.

Palabras clave: Biodiversidad, sistemas agroalimentarios, límites planetarios

## ABSTRACT

The approach One human, animal, plant and ecosystem health, transforms the thinking and way of acting in a single higher purpose "one world, One Health". Based on this, the research presented below was carried out with a comprehensive vision, which includes the Sustainable Development Goals, planetary limits and social indicators.

This research consists of identifying the externalities of rice production in Colombia, specifically in the Ibagué area, which affect global change, the transgression of planetary limits, the levels of use of agrochemicals (synthetic fertilizers and pesticides), analyze the existing public policy and identify how the Sustainable Development Goals (SDGs) can be connected with planetary limits and social indicators in rice production and agriculture activities.

For the development of the research, available statistical data was taken into account, which were analyzed with data from case studies with farmers in the área. Based on the review of statistical data on consumption worldwide available on various websites such as Our World in Data (<https://ourworldindata.org/>) and FAOSTAT (<http://www.fao.org/faostat/es/#country>), it was evidenced that Colombia has high nitrogen (N<sub>2</sub>) consumptions (kg / ha). In the analysis of cases carried out with 6 farmers regarding the application of synthetic fertilizers, they present an average result of 56.79 kg / ha, this area being of high risk for the planetary limit that has been established at 55 kg / ha.

In the case of phosphorus (P), there are 2 cases of application in quantities that represent high risk for the planetary limit defined in 7.5 kg / ha, one case in an area of increasing risk and 3 cases in a safe area, presenting an average result of 4.62 kg / ha, this area being of increasing risk.

Regarding pesticides, statistical data indicate that Colombia applies 9.9 kg / ha. When analyzing cases with 8 rice farmers from Ibagué, it is evident that the maximum amount applied is 8.0 kg ai / ha, presenting cases with results of up to 1.4 kg ai / ha. Calculations based on planted area and kilograms of pesticides show that Colombia may be applying up to 13.1 kg / ha, which indicates an application in a high-risk area for the planetary limit which has been established at 6.5 kg ai / ha

Rice is a fundamental crop and by producing its production from the One Health approach, it is possible to achieve balance with food security, a good quality of life for all within the "donut or donut" and the planetary limits.

Keywords: Biodiversity, agri-food systems, planetary limits

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Contribución de la agricultura como impulsor de la transgresión de los límites planetarios .....	14
Figura 2. Resistencia a los antimicrobianos y pesticidas .....	15
Figura 3. Participación (en %) por área sembrada de cultivos de cereales en el área rural dispersa .....	17
Figura 4. Participación (en %) área cosechada (ha) por tipo de cultivo .....	17
Figura 5. El donut de los límites sociales y planetarios.....	30
Figura 6. Crecimiento población rural y urbana en Colombia .....	48
Figura 7. Tipo de semilla sembrada en Colombia para el cultivo de arroz .....	49
Figura 8. Aplicación de nitrógeno en kilogramos por hectárea en países de objeto de análisis.....	50
Figura 9. Aplicación de fósforo en kilogramos por hectárea en países de objeto de análisis.....	51
Figura 10. Uso de fertilizantes (kg/ha) en Ibagué (resultado análisis de casos) ....	53
Figura 11. Ton arroz producidas / fertilizantes aplicados .....	56
Figura 12. Uso de pesticidas kg/ha en Colombia (resultados análisis de casos en cantidad de ingredientes activos) .....	58
Figura 13. Toneladas de pesticidas aplicados en Colombia (en cantidad de ingredientes activos) .....	65
Figura 14. Uso de la tierra por kilogramo de producto alimenticio a nivel mundial	69
Figura 15. Producción de cereales en Colombia .....	71
Figura 16. Producción de arroz en Colombia.....	71
Figura 17. Rendimientos de arroz mecanizado, principales departamentos arroceros en Colombia.....	72
Figura 18. Requerimiento de agua por tonelada de producto alimenticio .....	73
Figura 19. Emisiones globales de gases efecto invernadero de la producción de alimentos .....	76
Figura 20. Alimentos, emisiones de gases efecto invernadero a lo largo de la cadena de suministro .....	77
Figura 21. Emisiones de óxido nitroso por sector, Colombia 2016.....	79
Figura 22. Cuantificando el Donut (déficit y sobre impulso) .....	80
Figura 23. Transgresión de límites planetarios Colombia .....	81
Figura 24. Transgresión de límites planetarios, comparativo de países .....	81
Figura 25. Modelo de gestión de sistema integral .....	88
Figura 26. Aplicación del Modelo de gestión de sistema integral en cultivos de arroz.....	89

## LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Límites planetarios propuestos y variables de control asociadas .....	26
Cuadro 2. Retos que se plantean a los sistemas agroalimentarios .....	38
Cuadro 3. Problemas planteados en política pública ACFC .....	40
Cuadro 4 Límite planetario para la aplicación de nitrógeno y fósforo (kg/ha) .....	54
Cuadro 5. Producción de arroz – uso de fertilizantes .....	55
Cuadro 6. Uso de pesticidas en países objeto de estudio .....	57
Cuadro 7. Evaluación de insecticidas aplicados en el análisis de casos.....	59
Cuadro 8. Evaluación de fungicidas aplicados en análisis de casos .....	60
Cuadro 9. Evaluación de herbicidas aplicados en análisis de casos .....	62
Cuadro 10. Límite planetario para pesticidas (kg/ia/ha) .....	64
Cuadro 11. Pesticidas teóricos aplicados en Colombia año 2019 .....	65
Cuadro 12. Comparativo pesticidas aplicados kg/ia/ha.....	65
Cuadro 13. LMR pesticidas y contaminantes para arroz (legislación colombiana) 67	
Cuadro 14. Relación clasificación de alimentos y uso de tierra .....	69
Cuadro 15. Consumo de agua - estudio de casos.....	73
Cuadro 16. Rendimientos de arroz según sistema de riego .....	75
Cuadro 17. Estrategia para la gestión sostenible de la producción de arroz en Colombia, bajo el enfoque Una Salud.....	84
Cuadro 18. Aplicación de estrategia bajo el enfoque Una Salud.....	86
Cuadro 19. Resultado monitoreo riesgos químicos, INVIMA 2020.....	91

## LISTA DE ABREVIATURAS

ACFC: Agricultura Campesina, Familiar y Comunitaria  
Acosemillas: Asociación Colombiana de semillas y biotecnología  
ADR: Agencia de Desarrollo Rural  
CCA: Comisión del Codex Alimentarius  
CFC: clorofluorocarbonos  
CIPF: Convención internacional de protección fitosanitaria  
CORPOICA: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria  
CTI: Ciencia, Tecnología e Innovación  
DANE: Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas  
DQ: Democratic Quality (calidad democrática)  
ED: Education (educación)  
EM: Employment (empleo)  
EM: Evaluación de los Ecosistemas del Milenio  
EN: Access to Energy (acceso a la energía)  
EQ: Equality (igualdad)  
FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura  
GEI: Gases Efecto Invernadero  
ICA: Instituto Colombiano Agropecuario  
IN: Income (ingresos)  
INVIMA: Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos  
LE: Healthy Life Expect (esperanza de vida saludable)  
LMR: Límite máximo residual  
LP: Límite planetario  
LS: Life Satisfaction (satisfacción de vida)  
NIMF: Normas Internacionales para Medidas Fitosanitarias  
UN: Nutrition (nutrición)  
ODS: Objetivos de Desarrollo Sostenible  
OIE: Organización mundial de sanidad animal

OMC: Organización Mundial del Comercio  
OMS: Organización Mundial de la Salud  
PNUMA: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente  
RAM: Resistencia a los Antimicrobianos  
SA: Sanitation (saneamiento)  
SAO: Sustancias que agotan la capa de ozono  
SENA: Servicio Nacional de Aprendizaje  
SIFA: Sistema Inteligente de Fertilización Arrocera  
SPG: Sistema participativo de garantías  
SS: Social Support (apoyo social).

## **1. INTRODUCCIÓN**

### **1.1 Antecedentes**

El enfoque Una Salud: humana, animal, vegetal y de los ecosistemas

La salud de los animales, las personas, las plantas y el medio ambiente están interrelacionadas. Una Salud es un enfoque integrado que reconoce esta relación fundamental y garantiza que los especialistas de múltiples sectores trabajen juntos para hacer frente a las amenazas para la salud de los animales, los seres humanos, las plantas y el medio ambiente. La repercusión y respuesta mundial a la pandemia por la COVID-19, enfermedad causada por el coronavirus conocido como SARS-Cov-2, ha generado una crisis sanitaria causada por la transmisión del virus de animales a personas, lo que se conoce como zoonosis, pone de relieve la necesidad de una acción coordinada entre los diferentes sectores con miras a proteger la salud y prevenir perturbaciones en los sistemas alimentarios. (FAO, 2021).

La combinación de los componentes físicos y biológicos de un entorno constituyen lo que denominamos ecosistema, estos organismos forman conjuntos complejos de relaciones y funcionan como una unidad en su interacción con el medio ambiente físico. Desde la disponibilidad de agua y alimentos suficientes hasta la regulación de los vectores de enfermedades, las plagas y los agentes patógenos, la salud y el bienestar humanos dependen de estos servicios y condiciones del medio ambiente natural. En la base de todos los servicios de los ecosistemas se encuentra la biodiversidad.

Desde la perspectiva de la prosperidad humana (Brundtland, 1987), la sostenibilidad se refiere a “la satisfacción de las necesidades del presente sin comprometer las necesidades de las futuras generaciones”, de donde se derivan los conceptos de Sostenibilidad Económica, Política y Social, estos principios adquieren una especial connotación a nivel mundial a partir del año 2015, cuando la Asamblea General de las Naciones Unidas adoptó una Agenda Universal para el Desarrollo Sostenible,



En la Figura 2, se presentan los impactos, que en la producción agrícola pudieran estar relacionados con el uso de pesticidas en los sistemas de producción agrícolas.

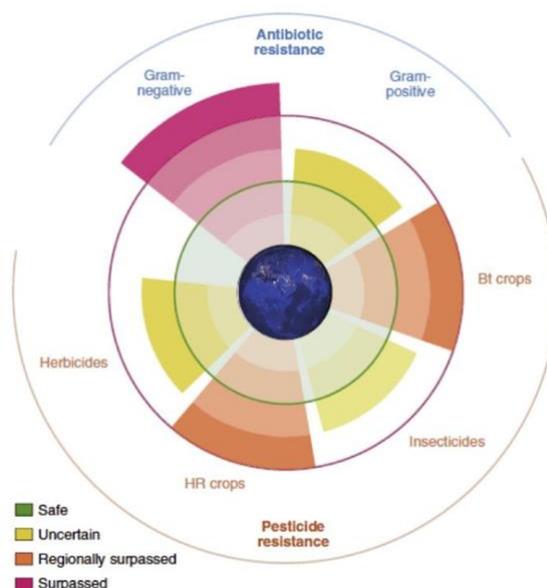


Figura 2. Resistencia a los antimicrobianos y pesticidas  
Fuente: Tomada y adaptada de (Jørgensen, y otros, 2018).

De la Figura 2, es importante mencionar que se identifican diferentes zonas, las cuales son a salvo (Safe), incierta (Uncertain), superado regionalmente (Regionally surpassed) y superado (Surpassed). Se presenta la información pertinente a antibióticos (texto color azul) y pesticidas (texto color marrón). Los cultivos HR son transgénicos con genes de resistencia a herbicidas. Por su parte, los cultivos BT son transgénicos con genes de resistencia a insecticidas (Jørgensen, y otros, 2018).

## 1.2 Problemática

El sistema alimentario es en gran parte el causante del desequilibrio que se manifiesta en todos los elementos, este sistema además del cambio en los límites planetarios, ha tenido como efectos colaterales la reducción de la biodiversidad de la dieta alimentaria, la introducción de alimentos súper/ultra procesados, la disminución de la densidad de nutrientes de los alimentos que se consumen lo cual se ha manifestado en enfermedades no transmisibles como la obesidad, trastornos

cardiovasculares y las alergias, lo que hace que la gestión de la inocuidad de alimentos vaya más allá de lo clásico, garantizar el control de los peligros físicos, químicos y biológicos que puedan afectar negativamente la salud humana y animal, para entrar en la gestión de inocuidad alimentaria como un todo que incluya disponibilidad, acceso, utilización biológica y estabilidad, integradas en los sistemas regenerativos de producción de alimentos y la prevención de la zoonosis.

Esta problemática mundial (límites planetarios, aumento de demanda de alimentos, agotamiento de recursos, entre otros), está siendo abordado desde los ODS, donde se busca la seguridad alimentaria (disponibilidad), agua potable, saneamiento, modalidades de consumo y producción sostenible, medidas para combatir el cambio climático, utilizar en forma sostenible los océanos, gestionar sosteniblemente los bosques, entre otros.

Colombia es un país con alta disponibilidad de recursos naturales, por lo cual permite que se tenga una amplia gama de alimentos obtenidos de la producción primaria. El Tercer Censo Nacional Agropecuario fue por su complejidad el mayor ejercicio estadístico a nivel nacional en la historia del Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE). Este ejercicio censal proporciona información estadística, georreferenciada o de ubicación satelital y actualizada del sector agropecuario del país.

En la Figura 3 se muestra la participación de los diferentes cultivos de cereales en el área rural. El arroz tiene un 37.6% de participación, siendo el cultivo de mayor extensión, seguido del maíz amarillo 32%, maíz blanco 21% y otros cereales con 9.4%.

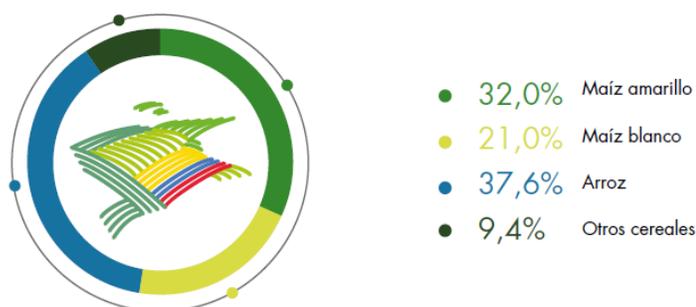


Figura 3. Participación (en %) por área sembrada de cultivos de cereales en el área rural dispersa  
Fuente: (DANE, 2014)

El arroz representa el 53.5% del total de la producción del grupo de cereales en Colombia, tal como se muestra en la Figura 4, siendo el cultivo predominante que a su vez a través del tiempo ha crecido en extensión cultivada (hectáreas), respondiendo a la necesidad de alimentar una población cada vez mayor.

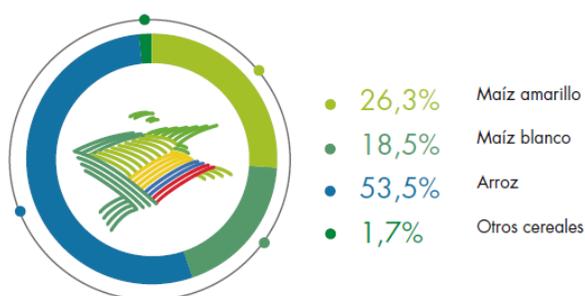


Figura 4. Participación (en %) área cosechada (ha) por tipo de cultivo  
Fuente: (DANE, 2014)

Por otra parte, según estadísticas de la Federación Nacional de Arroceros, (FEDEARROZ) la superficie cultivada en este cereal ha evolucionado los últimos 20 años; el área cultivada de arroz en Colombia, pasó de 447.553 (ha) a 596.414 (ha), es decir, se cuenta con un aumento de 148.861 hectáreas (33%), lo que a su vez ha requerido cambio de uso de suelos, aumento de consumo de agua dulce, consumo de fertilizantes sintéticos, pesticidas; pero también ha sido una actividad generadora de empleo y ha garantizado la disponibilidad de alimentos. (FEDEARROZ, 2021).

### **1.3 Justificación**

Mantener la producción de arroz dentro de los límites planetarios representa para Colombia un gran aporte al equilibrio de los ecosistemas. Se cuenta con evidencia que este es el cultivo de mayor importancia en cuanto al grupo de cereales, por lo tanto, enfocar las acciones en aras del mantenimiento de los límites dentro del espacio seguro, es el camino al equilibrio que permitirá garantizar una vida digna en las generaciones presentes y futuras.

Las necesidades básicas de todos los seres humanos deben ser satisfechas de una forma sostenible y equilibrada, derechos básicos como acceso a la alimentación deben prevalecer para las generaciones presentes y futuras. El actual reto está en dar una mirada hacia el cambio global, no solamente actuar con enfoque en la calidad de vida actual. Es necesario visualizar el impacto que nuestras actividades presentes, tienen en el mundo y que tanto este permitirá que futuras generaciones sigan teniendo disponibilidad de recursos de tal forma que se garantice la seguridad alimentaria.

Nuestra realidad debe ser enfocada en lograr el desarrollo regenerativo, como una etapa superior al cumplimiento de los ODS, velar por el acceso a una alimentación suficiente y nutritiva debe prevalecer como principio en toda la industria, así mismo se debe garantizar la seguridad de los alimentos para establecer equilibrio entre acceso, disponibilidad, inocuidad, nutrición y salud. Este enfoque debe ser parte del presente, pero debe permanecer en el tiempo, siendo este el reto más grande “garantizar la sostenibilidad del mundo (terrenos, recursos naturales, disponibilidad de alimentos, inocuidad, nutrientes, salud) permitiendo que las generaciones futuras cuenten con una vida digna”.

La agricultura constituye una de las actividades con mayor aporte en todo el mundo al deterioro de recursos naturales (afectación de suelos, contaminación y agotamiento de aguas, contaminación química por uso de fertilizantes, pesticidas,

herbicidas, entre otros), lo que no significa que esta actividad deba ser disminuida o eliminada, puesto que es la misma actividad la que garantiza la seguridad alimentaria en todo el mundo (en tiempo pasado, presente y futuro).

Colombia, cuenta con una alta riqueza en biodiversidad, fauna, flora, océanos, valles, montañas, bosques, desiertos y muchas riquezas puede transformarse en un país regenerativo, con la agricultura como motor del cambio, razón por la que se seleccionó para esta tesis la producción arrocera por ser el cultivo de mayor extensión en el país, el cual aporta para la seguridad alimentaria y con prácticas adecuadas es posible continuar produciendo bajo en el enfoque Una Salud.

Se considera identificar los impactos sobre los límites planetarios, identificando la aplicación de pesticidas y fertilizantes y la relación que esto puede tener con la salud de las personas y los ecosistemas, y así determinar cuál es el impacto de la producción de arroz en el bienestar y satisfacción de vida de la población.

El desarrollo de este proyecto final de investigación (PFG) se justifica, dado que busca identificar la realidad de las prácticas de agricultura en cultivos de arroz y así suministrar herramientas que permitan garantizar una gestión holística de la seguridad alimentaria, considerando la necesidad de integrar la salud humana, animal, vegetal y de los ecosistemas en la producción de arroz.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo General**

Evaluar las externalidades de la producción arrocera de Colombia que inciden en el cambio global, mediante la identificación de las prácticas actuales con impacto en los límites planetarios, con el fin de proponer acciones para gestionar estas externalidades bajo el enfoque Una Salud.

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

Identificar el estado actual de transgresión de los límites planetarios en la producción de arroz en la zona de Ibagué Colombia.

Comparar el uso y aplicación de agroquímicos en cultivos de arroz en Ibagué, Colombia con otras zonas productivas a nivel mundial.

Evaluar las políticas públicas vigentes en Colombia enfocadas en la producción agrícola con impacto en los límites planetarios y el cumplimiento de los Objetivos para el Desarrollo Sostenible.

Analizar la relación ODS, límites planetarios e indicadores sociales para proponer el sistema de gestión de las externalidades bajo el enfoque Una Salud.

## **2 MARCO TEÓRICO**

### **2.1 Inocuidad Alimentaria y el enfoque Una Salud**

La inocuidad se refiere a la garantía que un alimento no causará daño al momento de su consumo. Es una condición necesaria para que haya seguridad alimentaria, pero es un solo aspecto de esta, puesto que no valdría de nada tener alimentos inocuos si no existen en cantidad suficiente o si la población no tiene acceso a los mismos (FAO, 2021).

#### Alimentos no inocuos

Los alimentos no inocuos imponen a las sociedades un precio elevado y pluridimensional en forma de enfermedades, muertes, pérdidas económicas y degradación ambiental.

Cada año, más de 600 millones de personas enferman y 420 000 mueren como consecuencia de enfermedades transmitidas por los alimentos relacionadas con el consumo de alimentos contaminados por bacterias, parásitos, toxinas y productos químicos. A escala mundial, los alimentos no inocuos son causa de la pérdida de unos 33 millones de años de vida sana, orden de magnitud equiparable al de grandes enfermedades infecciosas como el VIH/sida, la malaria o la tuberculosis. (FAO, 2020).

#### Repercusiones ambientales de los alimentos no inocuos

Garantizar la inocuidad de los alimentos tiene costos ambientales en la medida en que los alimentos se cultivan, transportan, almacenan y comercializan. Son factores de esa repercusión la transferencia al medio ambiente de la resistencia a los antimicrobianos, las tecnologías de elaboración y conservación que hacen un uso intensivo de la energía, el uso generalizado de los plásticos y el daño que causan los micro plásticos a los suelos, el agua y los alimentos. Las pérdidas y el

desperdicio de alimentos, incluida la destrucción de alimentos no inocuos que se han retirado o confiscado y de alimentos fraudulentos, son fuente de gases de efecto invernadero. (FAO, 2020)

### La inocuidad de los alimentos y los Objetivos de Desarrollo Sostenible

A falta de inocuidad de los alimentos no puede haber seguridad alimentaria, que es una de las piedras angulares de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Asegurar la inocuidad de los alimentos supone evitar costos sociales, económicos y ambientales.

Para aplicar la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible es imprescindible prestar mayor atención a la inocuidad de los alimentos. Debe entenderse mejor y promoverse la pertinencia de la inocuidad de los alimentos para la sociedad, el desarrollo económico y los sistemas alimentarios sostenibles. (FAO, 2020).

### La inocuidad de los alimentos y los sistemas alimentarios

Deberán transformarse los sistemas alimentarios para cumplir los ODS. En el ámbito de la producción, los factores que pueden afectar a la inocuidad de los alimentos son la variabilidad del clima y los fenómenos meteorológicos extremos, la intensificación de la producción agrícola y la incipiente resistencia a los antimicrobianos. Los avances tecnológicos, la ciencia y la innovación impulsan cambios en la elaboración de alimentos, la adición de valor y el embalaje que deben partir de consideraciones exhaustivas de la cuestión de la inocuidad de los alimentos. (FAO, 2020).

## **2.2 Organización Mundial del Comercio (OMC) y las tres hermanas**

Según la Organización Mundial del Comercio, OMC, En el Acuerdo sobre la Aplicación de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias se reconocen tres organizaciones de normalización:

- La Comisión FAO/OMS del Codex Alimentarius, para la inocuidad de los alimentos.
- La Oficina Internacional de Epizootias, para la salud de los animales (OIE).
- La secretaría de la FAO para la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria, para la preservación de la salud de las plantas (CI.PF).

El Acuerdo estipula también que los gobiernos pueden acordar referirse a cualquier otra organización o acuerdo internacional abiertos a todos los Miembros de la OMC.

### **2.2.1 Organización mundial de sanidad animal (OIE)**

La necesidad de combatir contra las enfermedades de los animales a nivel mundial constituyó el motivo por el cual se creó la Oficina Internacional de Epizootias gracias al Acuerdo internacional firmado el 25 de enero de 1924. En mayo de 2003 la Oficina se convirtió en la Organización Mundial de Sanidad Animal, pero conserva su acrónimo histórico (OIE, 2021).

La OIE es la organización intergubernamental encargada de mejorar la sanidad animal en el mundo.

La OIE tiene por misiones principales:

- Garantizar la transparencia de la situación zoonosológica en el mundo.
- Recopilar, analizar y difundir la información científica veterinaria.
- Asesorar y estimular la solidaridad internacional para el control de las enfermedades animales.
- Garantizar la seguridad sanitaria del comercio mundial mediante la elaboración de reglas sanitarias aplicables a los intercambios internacionales de animales y productos de origen animal.
- Mejorar el marco jurídico y de los recursos de los servicios veterinarios.
- Garantizar mejor la seguridad de los alimentos de origen animal y mejorar

el bienestar animal usando bases científicas.

La OIE ha creado las Comisiones Especializadas, las cuales elabora y revisan las normas internacionales que emite, estas comisiones están formadas por especialistas reconocidos a nivel internacional, los cuales utilizan la información científica actual para estudiar los problemas de epidemiología, prevención y control de las enfermedades de los animales para emitir estos códigos internacionales (OIE, 2021).

En la actualidad existen cuatro comisiones:

- Comisión de Normas Sanitarias para los Animales Terrestres ("Comisión del Código").
- Comisión de Normas Sanitarias para los Animales Acuáticos ("Comisión para los Animales Acuáticos").
- Comisión Científica para las enfermedades de los Animales ("Comisión Científica").
- Comisión de Normas Biológicas ("Comisión de Laboratorios").

### **2.2.2 Convención internacional de protección fitosanitaria CIPF**

La Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF) es un tratado intergubernamental firmado por más de 180 países, cuyo objetivo es proteger los recursos vegetales del mundo contra la propagación y la introducción de plagas, y promover el comercio seguro. La Convención introdujo las Normas Internacionales para Medidas Fitosanitarias (NIMF) como su principal herramienta para lograr sus objetivos, convirtiéndola en la única organización global de establecimiento de normas para la sanidad vegetal (CIPF, 2021).

La CIPF tiene como objetivos:

- Proteger la agricultura sostenible y mejorar la seguridad alimentaria mundial.

- Proteger el medio ambiente, los bosques y la biodiversidad.
- Facilitar el desarrollo económico y comercial.

### **2.2.3 Comisión del Codex Alimentarius (CCA)**

El Codex Alimentarius, cuyo nombre significa "código sobre alimentos", es la compilación de todas las Normas, Códigos de Prácticas, Directrices y Recomendaciones de la Comisión del Codex Alimentarius. La Comisión, que es el órgano internacional de más alto nivel en materia de normas alimentarias, es un órgano subsidiario de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS).

El Codex Alimentarius incluye disposiciones de naturaleza recomendatoria en forma de códigos de prácticas, directrices y otras medidas recomendadas, destinadas a garantizar la inocuidad de los alimentos a través de publicaciones que sirven de guía y fomentan la elaboración y el establecimiento de definiciones y requisitos aplicables a los alimentos para facilitar su armonización y, de esta forma, facilitar, igualmente, el comercio internacional (Codex Alimentarius, 2021).

La CCA tiene alcance sobre alimentación humana, animal, pesticidas y medicamentos veterinarios, resistencia antimicrobiana, biotecnología, contaminantes, nutrición y etiquetado (Codex Alimentarius, 2021).

## **2.3 Los ODS y el enfoque Una Salud**

Los ODS reconocen que todos los actores responsables (en el gobierno, la sociedad civil, los organismos de desarrollo y el sector privado) desempeñan un papel importante si queremos sortear los desafíos urgentes en los ámbitos ambiental, social y económico.

Asimismo, los ODS representan el primer intento mundial de capturar la sensación y la indivisibilidad de los desafíos compartidos. La crisis climática, los conflictos

irresolubles, el enorme aumento de las necesidades humanitarias, la pérdida de la biodiversidad y las enfermedades contagiosas se encuentran entre los desafíos interrelacionados que no se pueden resolver de manera aislada. Superar uno de los desafíos implica abordarlos a todos. Los ODS reconocen este aspecto y se centran en la pobreza, la injusticia, la inseguridad y la degradación ambiental que vinculan los desafíos de la actualidad y son la causa de ellos.

El enfoque Una Salud, identifica como la salud de los animales, las personas, las plantas y el medio ambiente están interrelacionadas. Una Salud es un enfoque integrado que reconoce esta relación fundamental y garantiza que los especialistas de múltiples sectores trabajen juntos para hacer frente a las amenazas para la salud de los animales, los seres humanos, las plantas y el medio ambiente. (FAO, 2021).

Garantizar el enfoque “Una salud” es esencial para lograr progresos con vistas a anticipar, prevenir, detectar y controlar las enfermedades que se propagan entre los animales y los seres humanos, hacer frente a la resistencia a los antimicrobianos (RAM), asegurar la inocuidad de los alimentos, prevenir las amenazas para la salud humana y animal relacionadas con el medio ambiente. (FAO, 2021).

## 2.4 Límites planetarios

El concepto de límites planetarios presenta un conjunto de nueve límites planetarios dentro de los cuales la humanidad puede continuar desarrollándose y prosperando para las generaciones venideras. En el Cuadro 1 se presentan dichos límites planetarios con sus variables de control.

Cuadro 1. Límites planetarios propuestos y variables de control asociadas

<b>Proceso del sistema terrestre</b>	<b>Variables de control</b>
<b>1.Cambio climático</b>	
Se refiere a todos los cambios provocados por el ser humano e incluye todos los factores que afectan el equilibrio energético. Gases como el dióxido de carbono, el metano y el óxido nitroso se liberan al aire, ingresan a la atmósfera y	Dióxido de carbono atmosférico Concentración partes por millón

amplifican el efecto invernadero natural, atrapando más calor dentro de la atmósfera.	
<b>2. Cambio en la integridad de la biósfera</b>	
Una disminución en el número y la variedad de especies vivas daña la integridad de los ecosistemas y acelera la extinción de especies. Al hacerlo, aumenta el riesgo de cambios abruptos e irreversibles en los ecosistemas, reduciendo su resiliencia y socavando su capacidad para proporcionar alimentos, combustible, fibra y sustentar la vida.	Tasa de extinción de especies por millón especies por año
<b>3. Agotamiento del ozono estratosférico</b>	
La capa de ozono estratosférico de la Tierra filtra la radiación ultravioleta del sol. Algunas sustancias químicas fabricadas por el hombre, como los clorofluorocarbonos (CFC), si se liberan, ingresarán a la estratosfera y agotarán la capa de ozono, exponiendo la tierra y sus habitantes a los dañinos rayos ultravioleta del sol	Concentración de ozono en el estratosfera, en unidades Dobson
<b>4. Acidificación oceánica</b>	
La disminución del pH (causada por el dióxido de carbono que se disuelve en los océanos) del agua superficial reduce la disponibilidad de iones carbonato que son un bloque de construcción esencial utilizado por muchas especies marinas para la formación de conchas y esqueletos. Esto dificulta a los organismos como los corales, los mariscos y el plancton crecer y sobrevivir, poniendo así en peligro el ecosistema oceánico y su cadena alimentaria.	Saturación media de aragonito (calcio carbonato) en la superficie del océano, como un porcentaje de niveles preindustriales
<b>5. Flujos biogeoquímicos</b>	
Abarca la influencia humana en los flujos biogeoquímicos en general. (el suelo y los sedimentos, la atmósfera, la hidrosfera y la biosfera). El nitrógeno y el fósforo reactivos se utilizan ampliamente en fertilizantes agrícolas, pero solo una pequeña proporción de lo que se aplica. es realmente absorbido por los cultivos. La mayor parte del exceso se escurre a ríos, lagos y océanos, donde provoca la proliferación de algas que convierte el agua en verde. Estas floraciones pueden ser tóxicas y matan a otras formas de vida acuática al privarlas de oxígeno	Fósforo aplicado a la tierra como fertilizante, en millones de toneladas por año Nitrógeno reactivo aplicado a la tierra como fertilizante, en millones de toneladas por año
<b>6. Cambio del sistema terrestre</b>	

Convertir tierras para uso humano, como convertir bosques y humedales en ciudades, tierras de cultivo y carreteras, agota el carbono de la tierra, destruye los hábitats de vida silvestre y socava el papel de la tierra en el ciclo continuo del agua.	Área de tierra boscosa como proporción de tierra cubierta de bosques antes de la modificación
<b>7. Uso de agua dulce</b>	
El agua es esencial para la vida y es ampliamente utilizada por la agricultura, la industria y los hogares. Extracciones excesivas de agua pueden dañar o incluso secar lagos, ríos y acuíferos, dañando ecosistemas y alterando el ciclo hidrológico. y clima	Consumo de agua azul, cúbico kilómetros por año
<b>8. Carga de aerosoles atmosféricos</b>	
Las micropartículas o aerosoles emitidos al aire, como humo, polvo y gases contaminantes, pueden dañar la vida de los organismos. Además, interactúan con el vapor de agua en el aire y, por lo tanto, afectan la formación de nubes. Cuando se emite en grandes volúmenes de estos aerosoles pueden alterar significativamente los patrones regionales de lluvia, incluido el cambio de tiempo y ubicación de lluvias monzónicas en regiones tropicales	Aún no se ha definido ninguna variable de control global
<b>9. Introducción de entidades novedosas</b>	
Cuando los compuestos tóxicos, como los contaminantes orgánicos sintéticos y los metales pesados, se liberan en la biosfera, pueden persistir durante mucho tiempo con efectos que pueden ser irreversibles y cuando se acumulan en el tejido de los seres vivos incluidas aves y mamíferos, reducen la fertilidad y causan daño genético, poniendo en peligro los ecosistemas terrestres y en los océanos.	Aún no se ha definido ninguna variable de control global

Fuente: Adaptado de (Raworth, 2017)

De acuerdo con (Steffen, y otros, 2015) y como se detalla en el Cuadro 1, actualmente los ciclos biogeoquímicos del fósforo (P) y el nitrógeno (N<sub>2</sub>) y la integridad de la biosfera (por su componente relacionado con la pérdida de diversidad genética) se encuentran en una zona de alto riesgo en la que podrían interferir con el sistema planetario. En la zona de riesgo medio se sugiere que se encuentran el cambio climático y el cambio de uso del suelo de bosques boreales, templados y tropicales. Por su parte, se encontrarían en una zona de operatividad

segura la extracción de agua dulce (aunque con gran heterogeneidad regional), el agotamiento de la capa de ozono y casi en el límite la acidificación oceánica. Aún no se han podido delimitar los umbrales para la contaminación atmosférica por aerosoles, la introducción de sustancias químicas y organismos sintéticos, y la diversidad funcional de especies (Steffen, y otros, 2015).

Algunos de los límites planetarios tienen expresiones regionales muy marcadas que sesgan su valor de operatividad. Por ejemplo, en cuanto a extracción de agua que excede la capacidad de sus cuencas, sobresalen la India, la porción noreste de China, Oriente Próximo, la Europa mediterránea, la costa oeste de Estados Unidos y el Valle de México.

(Steffen, y otros, 2015) han sugerido la existencia de dos sistemas que tienen, por sí mismos, la capacidad de mover al sistema planetario a un nuevo estado. Estos sistemas son la integridad de la biosfera (genes y especies) y el cambio climático, pues regulan la magnitud y el flujo de energía y materiales de toda la biosfera y su respuesta ante cambios abruptos. Actualmente, ambos sistemas se encuentran fuera de los umbrales de operatividad segura.

Por otra parte, el modelo propuesto inicialmente en forma de “donut” por (Raworth, 2012) combina los límites planetarios en su parte exterior, con once dimensiones de los límites sociales (indicadores sociales), como se indica en la Figura 5, creando entre ambos un espacio seguro y justo en el que la humanidad puede desarrollarse.



Figura 5. El donut de los límites sociales y planetarios  
Fuente: Tomado de (Raworth, 2012)

Trasladarse hacia el espacio seguro exige una equidad mayor entre países y dentro de cada país en la utilización de recursos naturales y mayor eficiencia al transformar esos recursos para satisfacer las necesidades humanas.

## 2.5 Desestabilización planetaria

De acuerdo con el informe sobre desarrollo humano, nos encontramos en un momento sin precedentes en la historia de la humanidad y de nuestro planeta. Se han encendido luces de alarma respecto de nuestras sociedades y el mundo. La pandemia de COVID-19 es la consecuencia más reciente y aterradora de unos desequilibrios generalizados. Las interacciones entre los seres humanos, la fauna y flora silvestres provocarían cada vez con mayor frecuencia la aparición de patógenos y otros riesgos emergentes con los que no estamos familiarizados. Numerosos expertos creen que estamos en medio o al borde de una extinción masiva de especies, la sexta en la historia del planeta y la primera causada por un único organismo: el ser humano. (PNUD, 2020).

La presión sobre el planeta refleja la tensión que soportan muchas de nuestras sociedades. Los desequilibrios planetarios (los cambios del planeta que son peligrosos para las personas y para todas las formas de vida) y los desequilibrios sociales se agravan mutuamente.

Los límites del sistema de la Tierra trazan un espacio operativo seguro para la humanidad, cuantifican los cambios ambientales causados por el ser humano que corren el riesgo de desestabilizar las dinámicas del sistema a largo plazo. El cambio climático y la pérdida de integridad de la biodiversidad constituyen límites básicos estrechamente vinculados entre sí, y en la actualidad las actividades humanas los están empujando hacia una zona de alto riesgo. Si la humanidad traspasa los límites planetarios en exceso o durante demasiado tiempo, podría perturbar los sistemas que hacen posible la vida en el planeta, lo que supondría un riesgo sustancial para la vida humana tal como la conocemos. (PNUD, 2020).

Las actividades humanas también han desestabilizado el sistema de la Tierra y nuestras sociedades mediante la formación de redes más homogéneas y conectadas. Toda la vida, incluida la humanidad, consta de redes de agentes que interactúan entre sí. Sin embargo, la estabilidad de esas redes depende de un modo fundamental de la diversidad (heterogeneidad) o la falta de ella (homogeneidad) en su seno, así como de la fortaleza de sus conexiones. A pesar de que una red más homogénea y más sólidamente conectada puede resistir bien pequeñas perturbaciones, es más susceptible de sufrir un colapso total. (PNUD, 2020).

La mitad de la superficie terrestre productiva del planeta está dedicada a actividades agropecuarias, dominadas por un número reducido de cultivos estables y unas pocas especies animales domesticadas. Tres cuartas partes de los cultivos y el 35% de la producción agrícola dependen de manera crucial de los polinizadores naturales, que con frecuencia son vulnerables a nuestros pesticidas. La transmisión de especies invasoras entre continentes está homogenizando la vida. La destrucción constante de los hábitats naturales restantes por el ser humano y

nuestra extracción e intercambio de especies silvestres como bienes económicos desencadenan nuevas amenazas en las frágiles redes que hemos creado. Teniendo en cuenta la actual inestabilidad climática subyacente al sistema de la Tierra y nuestros esfuerzos por erosionar la estabilidad de sus redes, hemos de afrontar la posibilidad de que nuestras acciones provoquen un punto de inflexión global. (PNUD, 2020).

## **2.6 Impactos del sistema alimentario en la desestabilización planetaria**

La desestabilización planetaria, vista desde los límites planetarios tiene relación con los sistemas alimentarios en su actividad de agricultura. El uso de fertilizantes sintéticos ha provocado perturbación del ciclo biogeoquímico del nitrógeno, siendo éste un elemento esencial y del cual depende la agricultura.

La agricultura es la actividad a la que más personas se dedican en el mundo. A pesar de ello, los agricultores de las zonas rurales se ven afectados de manera desproporcionada por la pérdida de agrobiodiversidad, especialmente la que afecta a la diversidad microbiana del suelo. Más de 1.300 millones de personas viven en tierras agrícolas degradadas con fertilidad limitada y más de la mitad de estas tierras en todo el mundo se han visto afectadas de forma moderada o grave por la degradación de la tierra y la desertificación. Los agricultores más pobres, cuando quedan atrapados en un círculo vicioso, se ven obligados a utilizar cantidades crecientes de pesticidas y fertilizantes químicos, lo que degrada aún más la diversidad microbiana y, a su vez, socava la productividad de los cultivos a largo plazo y exige más insumos, causando de esta manera una mayor degradación. (PNUD, 2020).

### **2.6.1 La producción agrícola desde la visión de Una Salud**

#### **2.6.1.1 Gestión del agua**

Hay 3.200 millones de personas que viven en zonas agrícolas con niveles de altos a muy altos de déficit hídrico (que afectan a la agricultura de secano) o de escasez

de agua (que afecta a la agricultura de regadío); de ellas, 1 200 millones aproximadamente, una sexta parte de la población mundial viven en zonas agrícolas con graves limitaciones del abastecimiento de agua. (FAO, 2020).

El aumento de la demanda del agua se encuentra directamente relacionado con el crecimiento demográfico, los niveles de ingresos y urbanización que conllevan a un incremento de actividades industriales que demandan el recurso hídrico.

El agua en el centro de la producción primaria

La agricultura realiza en torno al 70% de las extracciones mundiales de agua, pero aproximadamente el 90% corresponde a países de ingresos y medios bajos. El aumento de la escasez de agua dulce y la creciente competencia, especialmente en las regiones áridas y semiáridas, constituyen una seria limitación para la producción agrícola. La agricultura de secano es la principal fuente de producción mundial: representa más del 80% de la tierra cultivada y el 60% de la producción mundial de cultivos. (FAO, 2020).

Los principales contribuyentes agrícolas a la contaminación del agua (y objeto principal de control) son los nutrientes, pesticidas, sales, sedimentos, carbono orgánico, patógenos, metales pesados y residuos de medicamentos.

El uso de fertilizantes químicos y estiércol animal para aportar nutrientes (nitrógeno, fósforo y potasio) a las tierras de cultivo ha aumentado notablemente en los últimos decenios. La aplicación de fertilizantes sintéticos solubles genera un exceso de nitrógeno y fósforo que no es utilizado por los cultivos en crecimiento, este puede perderse por escorrentía y, con ello, afectar la calidad del agua. (FAO, 2020).

#### 2.6.1.2 Uso de biocidas

Dentro de las entidades extrañas han adquirido especial importancia los biocidas que están siendo más utilizados en la agricultura, incluyen una amplia gama de

insecticidas, herbicidas y antimicrobianos (antibióticos y fungicidas). Desde 1990, el uso a escala mundial de biocidas se ha incrementado en un 80%; no obstante, en el último decenio su uso se ha estabilizado. Las cinco vías más importantes a través de las cuales los biocidas llegan a los recursos naturales son el arrastre a través de la escorrentía superficial, la desviación de la superficie prevista cuando se pulverizan, la lixiviación a través del perfil del suelo, el derrame, y el arrastre por la erosión del suelo.

El uso de biocidas ha permitido la expansión de la agricultura. Sin embargo, cuando se emplean de manera no adecuada, pueden contaminar el agua con sustancias tóxicas que afectan a los seres humanos y al ambiente, así mismo los niveles crecientes de resistencia limitan las oportunidades a largo plazo de beneficiarse de los antibióticos y plaguicidas, tal como fue evidenciado en la figura 2 donde se presenta variables superadas regionalmente (Jørgensen, y otros, 2018).

#### 2.6.1.3 Uso de fertilizantes

Los nutrientes que necesitan las plantas se toman del aire y del suelo, si el suministro de nutrientes en el suelo es amplio, los cultivos probablemente crecerán mejor y producirán mayores rendimientos. Sin embargo, si aún solo uno de los nutrientes necesarios es escaso, el crecimiento de las plantas es limitado y los rendimientos de los cultivos son reducidos. En consecuencia, a fin de obtener altos rendimientos, los fertilizantes son necesarios para proveer a los cultivos con los nutrientes del suelo que están faltando. (Asociación Internacional de la industria de los fertilizantes, 2002).

Los macronutrientes se necesitan en grandes cantidades, si el suelo es deficiente en uno o más de ellos. Los micronutrientes o microelementos son requeridos sólo en cantidades mínimas para el crecimiento correcto de las plantas y tienen que ser agregados en cantidades muy pequeñas cuando no pueden ser provistos por el suelo.

Dentro del grupo de los macronutrientes, necesarios para el crecimiento de las plantas en grandes cantidades, los nutrientes primarios son nitrógeno, fósforo y potasio.

El Nitrógeno ( $N_2$ ) es el motor del crecimiento de la planta, suple de uno a cuatro por ciento del extracto seco de la planta, está involucrado en todos los procesos principales de desarrollo de las plantas y en la elaboración del rendimiento. Un buen suministro de nitrógeno para la planta es importante también por la absorción de los otros nutrientes. (Asociación Internacional de la industria de los fertilizantes, 2002).

El fósforo (P), que suple de 0,1 a 0,4 por ciento del extracto seco de la planta, juega un papel importante en la transferencia de energía. Por eso es esencial para la fotosíntesis y para otros procesos químico-fisiológicos. (Asociación Internacional de la industria de los fertilizantes, 2002).

#### 2.6.1.4 Biodiversidad en la agricultura

Biodiversidad es la variabilidad entre los organismos vivos y los complejos ecológicos de los que forman parte, incluyendo la diversidad entre las especies (diversidad genética), entre las especies y los ecosistemas y la biodiversidad funcional, que incluye a todas las formas de vida.

##### Biodiversidad de los ecosistemas

La diversidad de los ecosistemas agrícolas es en parte el resultado de ambas tierras agrícolas como no agrícolas y los usos del agua. Ejemplos de los agroecosistemas incluyen los arrozales, los sistemas de pastoreo, los sistemas de acuicultura, y de los sistemas de cultivo y de los ecosistemas más amplios en el que estos se basan. Los elementos de estos sistemas pueden combinarse para formar sistemas mixtos.

##### Biodiversidad de especies

La diversidad de las plantas y de los animales utilizados en la agricultura se debió

a la gestión humana de la biodiversidad para la alimentación, la nutrición y la medicina. Por ejemplo, del ganado domesticado se incluyen ganado bovino, ovino, gallinas y cabras. Ejemplos de especies de cultivo incluyen trigo, plátano, col, la patata dulce, los frutos secos y la tierra. (Secretaría del convenio sobre la diversidad biológica , 2008).

### Biodiversidad genética

La diversidad genética es la variación de los genes de todos los individuos dentro de una especie, que determina el carácter único de cada persona, o de la población, dentro de una especie. La expresión de ADN en los rasgos, como la capacidad de tolerar la sequía o las heladas, facilita la adaptación a las condiciones cambiantes. La diversidad dentro de las especies es en parte el resultado de la selección por parte de los agricultores en función de ciertos rasgos específicos para satisfacer las condiciones ambientales y de otro tipo. Por ejemplo, muchas variedades de maíz, se han desarrollado sobre la base de características como el sabor, el tamaño, el color y la productividad. Muchos de ellos se mantienen ahora como poblaciones completamente distintas dentro de la agricultura. (Secretaría del convenio sobre la diversidad biológica , 2008).

Muchas prácticas modernas y enfoques a la intensificación dirigidas a lograr altos rendimientos han dado lugar a una simplificación de los componentes de los sistemas agrícolas, la biodiversidad y los sistemas de producción ecológicamente inestables. Estos incluyen el uso de monocultivos, con reducción de la diversidad de cultivos y la eliminación de la rotación o sucesión de cultivos, el uso de variedades de alto rendimiento y los híbridos con la pérdida de variedades tradicionales y la diversidad junto con una alta necesidad de insumos de fertilizantes inorgánicos, el control de las malas hierbas, las plagas y las enfermedades, la aplicación de biocidas (herbicidas, insecticidas y antimicrobianos), más que de los métodos mecánicos o biológicos.

El cambio de uso de suelo a gran escala, incluyendo el drenaje de la tierra y de transformación de los humedales que también ha causado una pérdida significativa de la diversidad biológica. La homogenización de la agricultura con el paisaje, la eliminación de los espacios naturales, incluidos los setos, arboledas y los humedales, a fin de lograr mayor escala de las unidades de producción a gran escala para la producción mecanizada ha llevado también a la disminución de la biodiversidad y los servicios ecológicos.

A pesar de la fundamental importancia de la diversidad biológica y los servicios de los ecosistemas para el funcionamiento de la tierra y de la sociedad humana, las actividades humanas están conduciendo a la pérdida de biodiversidad a un ritmo sin precedentes, hasta 1000 veces de la tasa natural de pérdida de especies; y pese a la importancia específica de la diversidad de cultivos y ganado, y de la diversidad biológica agrícola por asociación, los avances en la producción agrícola en las últimas décadas se han logrado en gran medida sin una consideración muy importante respecto a la erosión de la biodiversidad. (Secretaría del convenio sobre la diversidad biológica , 2008).

El mayor impulsor de la pérdida de la biodiversidad terrestre en los últimos 50 años ha sido la conversión de hábitat, en gran parte debido a la conversión de los paisajes naturales y seminaturales a la agricultura. La carga de nutrientes, especialmente de nitrógeno y fósforo, que en gran parte se derivan de fertilizantes sintéticos y los efluentes agrícolas, es uno de los mayores impulsores del cambio en los ecosistemas terrestres, de agua dulce y los ecosistemas costeros. El cambio climático se prevé que se convertirá en uno de los principales impulsores de la pérdida de la biodiversidad, así como un grave desafío para la agricultura, cuya respuesta, de adaptación, se basará en la diversidad genética de cultivos y de ganado y de los servicios proporcionados por otros componentes de la diversidad biológica agrícola. (Secretaría del convenio sobre la diversidad biológica , 2008).

## 2.7 Sistemas agroalimentarios en el siglo XXI: Cinco perspectivas distintas.

En la investigación de (Muller A, 2018) midiendo lo que importa en la agricultura y los sistemas alimentarios, se enuncia “Las agendas nacional e internacional de los sistemas eco agroalimentarios están cargadas de retos: alimentar a 10.000 millones de personas de aquí a 2050, garantizar la seguridad alimentaria en todas sus dimensiones, emplear a más de 1.500 millones de personas, desarrollar las sociedades rurales y reducir las repercusiones importantes en el clima, los ecosistemas y el medio ambiente. Sin embargo, no existe consenso respecto a cómo evaluar dichos sistemas de forma integral. Más bien parece que nos encontramos ante la parábola de “los ciegos y el elefante”, y que distintas perspectivas de expertos (el agrónomo, el ambientalista, el sociólogo, el economista y el experto en salud) compiten por obtener atención”. (Muller A, 2018).

Cuadro 2. Retos que se plantean a los sistemas agroalimentarios

<b>Perspectiva</b>	<b>Características</b>
<b>Perspectiva del agrónomo</b>	<p>Alimentar a una población cada vez mayor.            2050: Se estima una población de 10.000 millones de personas            Elevadas tasas de crecimiento poblacional            Producción insuficiente de alimentos            El agrónomo busca duplicar la producción de alimentos, mayores rendimientos y menos recursos</p>
<b>Perspectiva del ambientalista</b>	<p>Salvar el planeta            La agricultura es el principal impulsor de la pérdida de biodiversidad            Consumo de agua dulce            Enfoques hacia la conservación de los ecosistemas y el desarrollo sostenible            Transgresión del límite planetario diversidad genética y ciclos del nitrógeno y fósforo</p>
<b>Perspectiva del sociólogo</b>	<p>Medios de vida rurales sostenibles y equidad social            Los hogares más pobres son los que más dependen de la agricultura            Transformación rural hacia los sistemas agroalimentarios            Las políticas se han orientado a combatir el hambre y la pobreza por separado (no se ha tratado los dos problemas juntos)</p>
<b>Perspectiva del</b>	<p>Mercados eficientes para que la comida sea barata            Bienestar enfocado en capital producido sin atención sobre el</p>

<b>economista</b>	capital natural Las políticas alimentarias se enfocan en comida barata
<b>Perspectiva del especialista en salud</b>	Una alimentación sana Aumento de enfermedades no transmisibles Sistemas alimentarios que aporten alimentos nutritivos e inocuos

Fuente: Adaptado de (Muller A, 2018)

De acuerdo con lo enunciado en el Cuadro 2, los sistemas agroalimentarios enfrentan desafíos tales como aumento de población y hambre, transición demográfica, productividad agrícola, adversidad ambiental, perspectivas de abastecimiento futuro de alimentos y acceso a innovación y tecnología.

Se presentan diferentes perspectivas de acuerdo con los campos de acción, se identifica como factor común el bienestar, de la población, del planeta, de las condiciones sociales, entre otros.

Durante décadas las actividades agrícolas se han desarrollado con prácticas que contribuyen a problemas ambientales, esto se ha visto en los cambios del uso de la tierra, contaminación de aguas, agotamiento de agua dulce, emisiones de gases efecto invernadero, entre otros.

Los desafíos actuales a los que se enfrentan los sistemas alimentarios y agrícolas mundiales son más complejos y están relacionados entre sí. Las soluciones que mitigan el impacto del cambio climático son a menudo las que hacen que la agricultura sea más eficiente, mejorando los medios de subsistencia y aumentando la seguridad alimentaria.

## **2.8 Políticas públicas en Colombia para afrontar los retos de los sistemas agroalimentarios.**

Colombia aprobó el 29 de diciembre de 2017, la resolución 464, por la cual se adoptan lineamientos estratégicos de política pública para la Agricultura Campesina, Familiar y Comunitaria (ACFC), dicha política cuenta con 10 ejes

estructurales, los cuales son:

Extensión rural y fortalecimiento de capacidades, bienes públicos rurales, acceso y tenencia de la tierra, incentivos y financiamiento, sistemas productivos sostenibles, circuitos cortos de comercialización, mercadeo social, diversificación no agropecuaria, incidencia y participación, sistemas de información (Ministerio de agricultura y desarrollo rural, 2017).

De acuerdo con lo anterior, la búsqueda de sistemas productivos sostenibles, el objetivo de este eje es incentivar, apoyar y fortalecer el uso de saberes y prácticas agroecológicas para la creación y recreación de sistemas productivos sostenibles y territorios resilientes. Entre estos se destacan los sistemas de base agroecológica, los modelos agroforestales y los silvopastoriles, entre otros. Los lineamientos propuestos giran alrededor de:

Promoción de prácticas y saberes agroecológicos, Sistemas Participativos de Garantías (SPG) y fortalecimiento del uso y conservación de las semillas del agricultor (criollas y nativas).

Las problemáticas asociadas a la necesidad de promover las prácticas y saberes agroecológicos se pueden sintetizar en los elementos como se detalla en el Cuadro 3, problemas planteados en política pública ACFC:

Cuadro 3. Problemas planteados en política pública ACFC

Elemento que considera la resolución	Resumen del problema
1) El alto precio de los insumos sintéticos y químicos (y en algunos casos los orgánicos) aumenta los costos de producción, afectando los ingresos y por consiguiente la calidad de vida de las familias y comunidades de la ACFC	Altos costos de producción
2) El uso intensivo y extensivo de agroquímicos representa un alto riesgo para la salud tanto de los productores como de los consumidores urbanos y rurales (ONU, 2017)	Uso de agroquímicos
3) El uso intensivo e inadecuado de pesticidas y	Uso de pesticidas y

fertilizantes químicos y sintéticos afecta la biodiversidad y contamina el aire, suelo y fuentes hídricas (superficiales y subterráneas)	fertilizantes
4) Hay un creciente riesgo de seguridad alimentaria y un debilitamiento de la economía campesina, familiar y comunitaria por cuenta de la disminución de la biodiversidad en los sistemas agroalimentarios	Disminución de la biodiversidad en los sistemas agroalimentarios
5) Incremento de la vulnerabilidad en los sistemas agroalimentarios frente a los efectos del cambio climático	Cambio climático
6) Pérdida progresiva en las comunidades rurales de las prácticas y saberes ancestrales que contribuyen al manejo sostenible de los agroecosistemas.	Manejo sostenible de agro ecosistemas

Fuente: Elaboración propia adaptado de (Ministerio de agricultura y desarrollo rural, 2017)

Estrategia: Promover y facilitar el uso de prácticas y saberes agroecológicos en los sistemas de producción de la ACFC, incluyendo acciones de formación, ciencia, tecnología e innovación (CTI) agropecuaria, extensión rural participativa, y producción de insumos orgánicos; contribuyendo así al mejoramiento de la salud de las familias, de las comunidades, y del ambiente; a la prevención y mitigación de los impactos del cambio climático; al fortalecimiento de la seguridad alimentaria y nutricional; y a la conservación de la agrobiodiversidad.

Esta estrategia es liderada por la Dirección de Innovación, Desarrollo Tecnológico y Protección Sanitaria y la Dirección de Capacidades Productivas y Generación de Ingresos, y tiene una activa participación de la Agencia de Desarrollo Rural (ADR), Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA), el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), el Ministerio de Educación Nacional, Prosperidad Social y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, entre otros actores.

La política pública enuncia la identificación de problemas y plantea propuestas de solución para los mismos.

## **2.9 Modelo ahorrar para crecer**

La producción agrícola debe ser fomentada mediante un enfoque ecosistémico, se

requiere de un cambio pragmático, para detener el cambio global.

Para alimentar a una población mundial cada vez más numerosa no hay más opción que intensificar la producción agrícola. La Revolución Verde permitió mejorar las condiciones de seguridad alimentaria, sin embargo, ha llevado a condiciones de afectación y agotamiento de recursos naturales.

La demanda de alimentos es directamente proporcional con el crecimiento de la población mundial, para poder satisfacer esta demanda y que sea sostenible en el tiempo es necesaria una mirada desde todas las perspectivas. Se requiere implementar estrategias para detener el cambio global, detener la transgresión de los límites planetarios y garantizar óptimas condiciones de vida, dentro del marco ambiental, social y económico.

El modelo ahorrar para crecer propuesto por la FAO, expone la situación presentada frente a los sistemas de explotación agrícola, la salud del suelo, cultivos y variedades, la gestión del agua, la protección fitosanitaria y las políticas e instituciones.

Según el modelo, la intensificación de la producción agrícola se basará en sistemas agrícolas que ofrezcan a los productores y a la sociedad en general una variedad de beneficios socioeconómicos, ambientales y relacionados con la productividad. La agricultura debe, volver a sus raíces redescubriendo la importancia de los suelos sanos, aprovechando las fuentes naturales de nutrientes para las plantas y empleando los fertilizantes minerales de manera racional. Los agricultores necesitarán un conjunto genéticamente diverso de variedades mejoradas de cultivos que sean adecuadas para múltiples agroecosistemas y prácticas agrícolas y resistentes al cambio climático. La intensificación sostenible requiere tecnologías de irrigación más inteligentes, de precisión, y prácticas agrícolas que utilicen enfoques ecosistémicos para conservar el agua. Los pesticidas matan las plagas, pero también a los enemigos naturales de las mismas, y su uso excesivo puede

dañar a los agricultores, los consumidores y el medio ambiente. La primera línea de defensa es un agroecosistema sano. Para alentar a los pequeños productores a adoptar la intensificación sostenible de la producción agrícola es necesario introducir cambios fundamentales en las políticas e instituciones de desarrollo agrícola. (FAO, 2011).

La mejora sostenible del rendimiento en las actuales tierras de cultivo constituye la esencia del modelo “Ahorrar para crecer” de intensificación de la producción agrícola de la FAO. Este modelo pretende superar los desafíos convergentes de hoy en día, esto es, aumentar la productividad de los cultivos y asegurar la seguridad alimentaria y nutricional para todos y, a su vez, reducir la demanda de recursos naturales por parte del sector agrícola, sus efectos negativos en el medio ambiente y su significativa contribución al cambio climático. Pruebas sólidas han demostrado que las prácticas agrícolas que conservan los recursos naturales también aumentan la productividad agrícola y mejoran el flujo de los servicios ecosistémicos.

El enfoque “Ahorrar para crecer” reconoce que la seguridad alimentaria dependerá tanto de que se garantice la sostenibilidad como de que se aumente la productividad agrícola. Pretende alcanzar ambos objetivos mediante el fomento de tecnologías y prácticas agrícolas que protegen el medio ambiente, hacen un uso más eficaz de los recursos naturales, reducen el impulso del cambio climático, contribuyen a los medios de vida en las zonas rurales y benefician la salud humana. (FAO, 2016).

### **2.10 Agricultura regenerativa**

La agricultura regenerativa reúne y concilia dos de los desafíos cruciales que enfrenta el mundo: el de producir alimentos adecuados y nutritivos, por un lado, y el de restaurar ecosistemas deteriorados por la actividad humana. “Hoy se escuchan cuestionamientos a la agricultura, pero no podemos dejarla de lado porque es esencial para la nutrición de la humanidad y la necesitamos. La agricultura tiene que

ser una solución, de ninguna manera puede ser un problema”. (Lal, 2021).

Los principios fundamentales de la agricultura regenerativa, según explicó (Lal, 2021), son los relacionados con la conservación de los recursos e incluyen la siembra directa, la reutilización de los residuos de las cosechas como abono natural, el empleo de cultivos de coberturas, el manejo integrado de nutrientes y de plagas, la rotación de cultivos y la integración de la agricultura con los bosques y la ganadería.

Se trata de una forma de producir que, a través de buenas prácticas, puede cumplir su misión de alimentar a la creciente población mundial al tiempo que no deteriora los suelos y, por el contrario, contribuye a su salud y a su recuperación.

La agricultura regenerativa aumenta la fertilidad del suelo y la capacidad de producción con el paso del tiempo, proporciona importantes beneficios a largo plazo para los agricultores, al liberarlos de la degradación de la tierra. Los agricultores ahorran dinero al gastar menos en la compra de insumos químicos y ven cómo aumenta la productividad de los cultivos (PNUD, 2020).

Esta agricultura genera beneficios tales como el aumento de la diversidad de los ingresos de los agricultores, una mejora de la nutrición, un aumento de la resiliencia frente al cambio climático, un incremento del secuestro de carbono y una mayor biodiversidad; proporcionan una alternativa a las prácticas agrícolas actuales más comunes, que favorecen el uso de pesticidas y fertilizantes con elevada composición química, el monocultivo, una diversidad genética de semillas simplificada, equipos mecanizados que impiden el crecimiento de los árboles, así como la labranza intensiva y otras prácticas que reducen la salud y la fertilidad microbianas del suelo (PNUD, 2020).

### 3. METODOLOGÍA

Para sustentar esta tesis se utilizó como referencia el sistema de producción de arroz en la zona de Ibagué, Colombia, dicho análisis se aborda con información suministrada por agricultores (entrevistas remotas); se realiza recolección de datos respecto a los pesticidas y fertilizantes utilizados, así como la cantidad de agua utilizada. Durante la presentación de resultados y por confidencialidad de la información, los agricultores serán identificados con las primeras letras del abecedario en mayúscula. La región de análisis de casos es Ibagué, perteneciente a la región centro del país, donde se cuenta con cultivos de mayor rendimiento en comparación con otras regiones.

Para identificar el estado actual de consumos de fertilizantes y pesticidas, la investigación se aborda desde el análisis de información disponible en bases de datos. Se realiza comparación de Colombia con otros países; la selección de estos, se realiza con base en la ubicación geográfica de Colombia, con dirección a sur América, por lo cual se determina investigar datos específicos de Ecuador, Perú y Brasil. Adicional a estos países, se toma como objeto de investigación países asiáticos conocidos como los más grandes productores de arroz en el mundo, siendo estos India, Indonesia y Bangladesh.

El estudio se aborda identificando el volumen de producción de cereales en millones de toneladas, haciendo énfasis en el volumen de producción de arroz, el cual constituye la mayor área de cultivo en Colombia. Para estos datos estadísticos se tomará como referencia la información disponible en la herramienta Our World in Data (<https://ourworldindata.org/>).

A través de la herramienta enunciada, se realizará la investigación de datos de aplicación de nitrógeno, fósforo y pesticidas, en cada uno de los países relacionados con la producción y esto tendrá como resultado el análisis del uso de fertilizantes y pesticidas por cada tonelada de arroz producida en las diferentes geografías en

estudio.

Se realizará revisión del estudio publicado por (Raworth, 2012) un espacio seguro y justo para la humanidad, validando los mismos con el estudio de los datos individuales de los países objeto de estudio, a través de la herramienta una buena vida para todos dentro de los límites planetarios, comparaciones de países que relaciona la satisfacción de las necesidades básicas de todas las personas con dichos límites (<https://goodlife.leeds.ac.uk/>).

Para establecer la propuesta del paso de la evaluación a la acción, se tiene en cuenta la relación de los límites planetarios, los indicadores sociales y los ODS y como todos estos se pueden articular con el fin de fortalecer el enfoque Una Salud en la agricultura.

## **4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Los resultados serán analizados considerando la revisión bibliográfica, estadísticas y análisis de casos pertinente a los límites planetarios, y como los cultivos de arroz tienen influencia en los mismos. De igual forma se analizará como las actividades desarrolladas en los cultivos de arroz pueden impactar dichos límites.

### **4.1 Impacto de la producción de arroz sobre los límites planetarios locales**

#### **4.1.1 Integridad de la biosfera**

En Colombia se promueve el uso de semillas certificadas por medio de la Asociación Colombiana de Semillas y biotecnología, Acosemillas, organización que promueve el mejoramiento vegetal, argumentando la importancia de este en el crecimiento poblacional, el cambio climático, los recursos limitados (producir más alimentos con los mismos recursos), las nuevas plagas y la competencia de mercados.

Como se muestra en la Figura 6, entre el año 1990 y el año 2018 la población en Colombia paso de 34.2 millones de habitantes a 49.4 millones, este crecimiento poblacional del 44% evidencia la necesidad de alimentar más personas con los mismos recursos.

Para el año 1990 según muestra la figura 16, la producción de arroz en Colombia, se encontraba en 2.12 millones de toneladas, para el año 2018, la producción de arroz se encontraba 3.32 millones de toneladas.

Lo anterior indica un crecimiento para el año 2018, respecto al año 1990, de un 44% en población y un 56% de área cultivada de arroz.

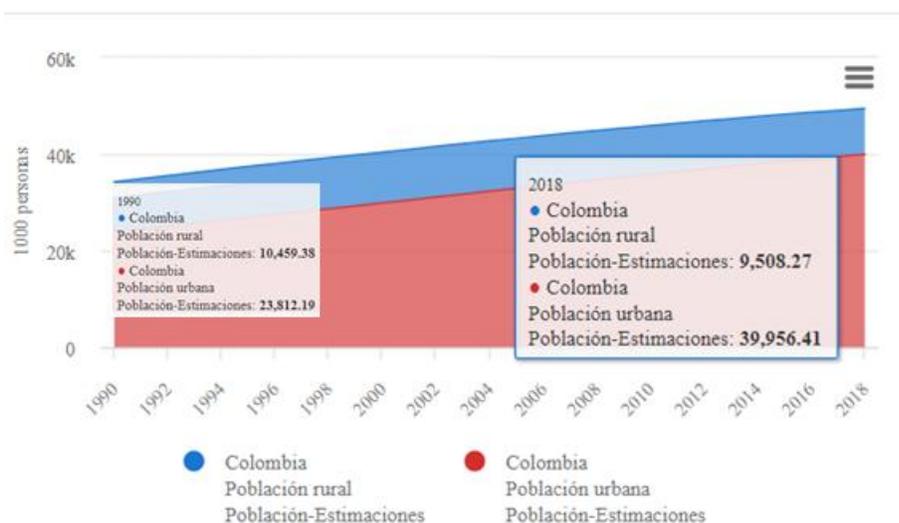


Figura 6. Crecimiento población rural y urbana en Colombia  
Fuente: Tomado de (FAOSTAT, 2021)

La producción de semilla certificada es un proceso de control de generaciones, cumpliendo los requisitos específicos mínimos de calidad que establece el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), como autoridad fitosanitaria, para cada especie y categoría de semillas para que el agricultor tenga un material con la calidad genética, física, fisiológica y fitosanitaria permitida, la cual debe ser declarada por el productor de semillas debidamente registrado.

Por medio de la resolución 3168 de 2015 el ICA reglamenta y controla la producción, importación y exportación de semillas producto del mejoramiento genético para la comercialización y siembra en el país, así como el registro de las unidades de evaluación agronómica y/o unidades de investigación en fitomejoramiento cuyo alcance es a personas naturales o jurídicas que se dediquen a la producción, exportación, comercialización y/o importación de semillas para siembra en el país, obtenidas a través de métodos de mejoramiento genético convencional y no convencional, así como a las actividades que desarrollan las unidades de evaluación agronómica y/o unidades de investigación en fitomejoramiento. (ICA, 2015).

Hasta la fecha, la oferta de semilla es de variedades desarrolladas por empresas nacionales y es cultivada principalmente en departamentos como: Casanare, Tolima, Meta y Huila.

Durante el 2019, según se indica en la Figura 7, la tasa de uso de semilla certificada en arroz estuvo cerca del 15% y la siembra de semilla ilegal de arroz pasó a ser del 85%, lo que le ha generado al sector bajo rendimiento, mayores costos y pérdida de competitividad (ICA, 2019).

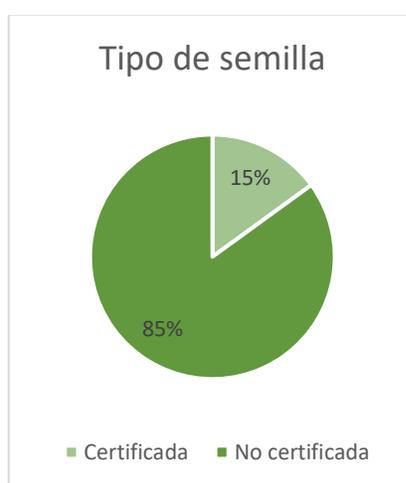


Figura 7. Tipo de semilla sembrada en Colombia para el cultivo de arroz  
Fuente: Adaptada con datos de (ICA, 2019)

Con base en lo anterior es posible determinar que:

- En Colombia Acosemillas y FEDEARROZ, suministran las denominadas semillas certificadas (garantiza hasta un 40% más en la producción, disminuye el costo en aplicación de insumos, contribuye a la alta calidad fitosanitaria, genera empleo, competitividad y prosperidad en el campo), las cuales tienen grandes beneficios como control de plagas, mayores rendimientos, menor costo de producción por el bajo uso de insumos requeridos para el cultivo; pese a ello, las estadísticas indican que solo el 15% del área cultivada hace uso de dichas semillas.

- En Colombia, la tendencia al uso de semillas no certificadas, tiene como fundamento el alto costo de las mismas. El cambio global que estamos experimentando lleva muchos años generándose, lo que ahora demanda una solución para poder continuar con la producción de alimentos. Hacer uso de las semillas originales de nuestro país (lo que el ICA califica como no certificadas) representa una serie de problemas productivos; han sido muchos años de deterioro de suelos y de plagas pasando de cosecha a cosecha, lo que nos lleva a entender que en este punto de nuestro país si es importante el uso de semillas certificadas. Esto ofrece equilibrio ante el uso excesivo de pesticidas y fertilizantes, puede ofrecer mejor calidad de producto en molinería (producto terminado) y se garantiza la disponibilidad de este cereal.

#### 4.1.2 Impacto de las aplicaciones de fertilizantes sintéticos en las transgresiones a los ciclos del nitrógeno (N<sub>2</sub>) y el fósforo(P).

En las Figuras 8 y 9 se muestra los resultados de la aplicación de fertilizantes en Colombia en comparación con otros países productores de arroz.

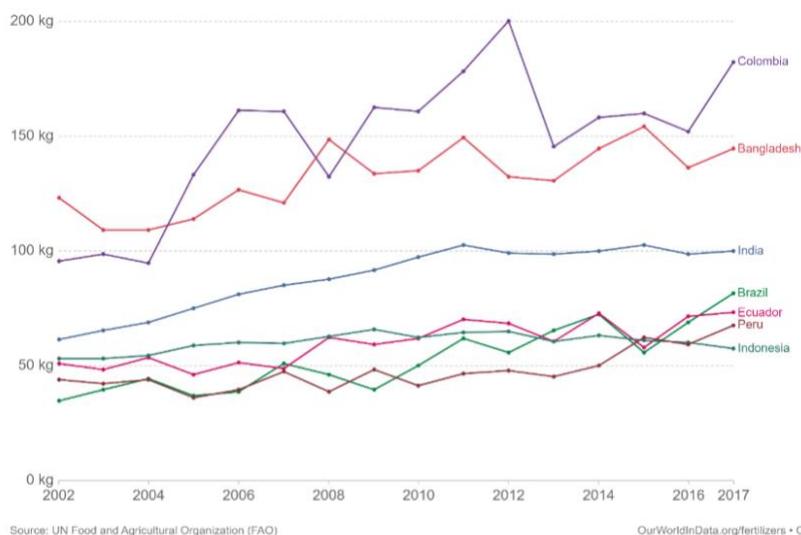


Figura 8. Aplicación de nitrógeno en kilogramos por hectárea en países de objeto de análisis  
Fuente: Tomado de (Ritchie & Roser, 2013)

De acuerdo con la información de la Figura 8, los datos estadísticos disponibles muestran a Colombia como el país con mayor uso de nitrógeno (kg/ha), superando incluso a países como Ecuador y Perú los cuales se encuentran ubicados en la misma área geográfica.

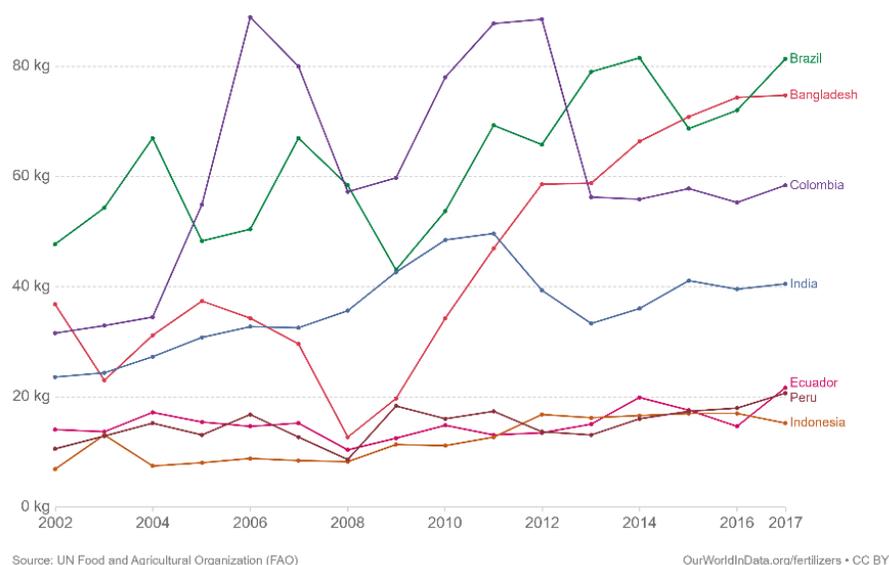


Figura 9. Aplicación de fósforo en kilogramos por hectárea en países de objeto de análisis  
Fuente: Tomado de (Ritchie & Roser, 2013)

La Figura 9 muestra los kg/ha de fósforo aplicados, según los datos estadísticos disponibles, en este caso, Colombia es superado únicamente por Brasil y Bangladesh; el uso de fósforo es superior a países como Ecuador y Perú.

De acuerdo con las Figuras 8 y 9 se evalúa la condición del país que puede generar estos resultados (los datos presentados son de agricultura total en Colombia y se realiza énfasis en datos de arroz por ser el cultivo de mayor área cultivada en el país), para ello se tiene en cuenta los fundamentos técnicos para la nutrición del arroz enunciados por FEDEARROZ, entre los que se encuentran el análisis de suelos con el fin de determinar las características de los mismos en nutrientes, se determina el clima que se tendrá durante la siembra y cosecha, así como la selección de la variedad (semilla), de acuerdo con las condiciones climáticas

previstas.

La absorción de nutrientes en el suelo presenta variaciones por las condiciones climáticas, la humedad del suelo (capacidad de retención), el tipo de riego, la aireación y el nivel de pH (acidez o alcalinidad). Factores como materia orgánica, humedad, temperatura, radiación, pH y concentración son determinantes en la disponibilidad de nutrientes y por ello los requerimientos nutricionales presentan variación de tal forma que los cultivos puedan responder favorablemente de acuerdo con las condiciones de suelos, recursos y climáticas (Castilla & Tirado, 2019) .

En Colombia existen estudios que promueven el uso racional de fertilizantes y para el caso específico de arroz, se ha desarrollado el programa Sistema Inteligente de Fertilización Arrocera (SIFA), como herramienta disponible para los agricultores en la cual, con información de ubicación, variedad de semilla, periodo de siembra y resultados de análisis de suelo, arroja el cálculo de fertilizantes a utilizar (Castilla , Rodríguez, & Cote, 2018).

Lo anterior demuestra que existe conocimiento y gestión para garantizar un uso consciente de fertilizantes en estos cultivos, luego los resultados donde se evidencia mayor aplicación de nitrógeno pueden estar condicionados por los factores enunciados o por prácticas culturales, donde a pesar de existir herramientas de cálculo y recomendaciones, continuamos con las prácticas de agricultura que históricamente se han llevado a cabo.

#### 4.1.2.1 Análisis de casos (aplicación de fertilizantes)

Los casos presentando corresponden a cultivos de la región centro del país (Municipio Ibagué, ubicado en el departamento del Tolima) donde se cuenta con los más altos rendimientos en producción de arroz con el fin de identificar el uso de fertilizantes en la región.

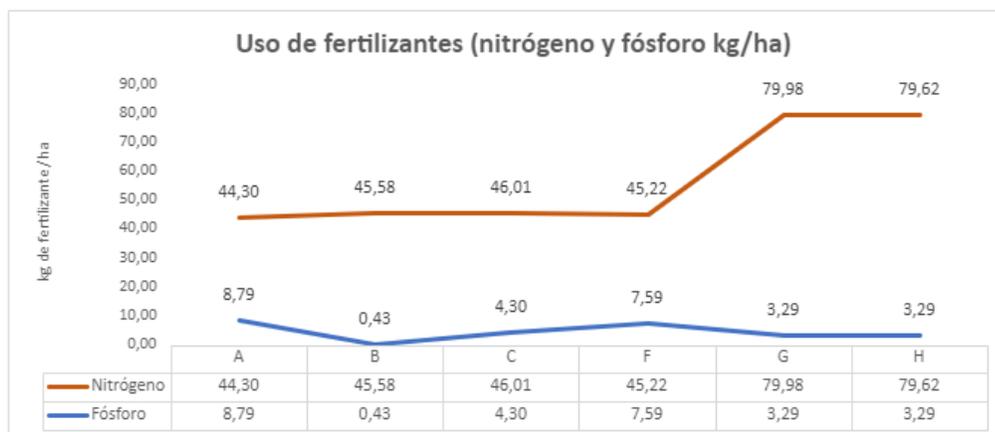


Figura 10. Uso de fertilizantes (kg/ha) en Ibagué (resultado análisis de casos)  
Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de análisis de casos, agricultores

En el Anexo 2 se presenta la información origen que permitió realizar los cálculos de kg/ha utilizados de nitrógeno y fósforo. Los cálculos fueron realizados teniendo en cuenta la cantidad de fertilizante aplicado por cada hectárea de cultivo (cantidad de fertilizante aplicado por porcentaje de nitrógeno y fósforo de acuerdo con información de fichas técnicas).

Para analizar esta información se tiene en cuenta el estudio realizado por (Gaspar & Granobles , 2019) donde realizan estudio de la evolución de características del suelo de la zona donde se encuentran ubicados los agricultores objeto del análisis de casos y concluyen que la zona presenta una fertilidad moderada a baja, los suelos tienen tendencia a acidez ocasionado por el uso de fertilizantes nitrogenados, así mismo concluyen se ha presentado pérdida de la materia orgánica del suelo y por tanto se ha visto afectada la calidad de los mismos.

El estudio realizado por (Gaspar & Granobles , 2019) presenta las características de los suelos y su evolución en el tiempo, al asociar el dato de estudio de casos de aplicación de fertilizantes sintéticos con este estudio, es posible confirmar que se requiere el uso de nutrientes para garantizar la productividad en la región. Las variaciones en cantidades de fertilizantes están asociadas a las características específicas de los suelos.

#### 4.1.2.2 Límite planetario para nitrógeno y fósforo

En el Cuadro 4 se presenta los datos de límite planetario respecto al resultado obtenido del análisis de casos realizado con agricultores.

Cuadro 4 Límite planetario para la aplicación de nitrógeno y fósforo (kg/ha)

Ciclo biogeoquímico	Estado	Valor	Análisis de casos						PROMEDIO
			A	B	C	F	G	H	
Nitrógeno	Seguro	<41							
	Riesgo creciente	41-55	44,3	45,6	46	45,2	80	79,6	56,79
	Alto riesgo	>55							
Fósforo	Seguro	<4,1							
	Riesgo creciente	4,1-7,5	8,79	0,43	4,30	7,59	3,29	3,29	4,62
	Alto riesgo	>7,5							

Fuente: Elaboración propia y datos de (Steffen, y otros, 2015)

Para el caso del nitrógeno se ha establecido como estado seguro aplicaciones inferiores a 41 kg/ha, como estado en riesgo creciente aplicación entre 41 y 55 kg/ha y como estado o zona de alto riesgo, aplicaciones superiores a 55 kg/ha. En el análisis de casos presentado en el Cuadro 4, los agricultores G y H realizan aplicaciones con valores en la zona de alto riesgo, siendo estos 80 y 79.6 kg/ha en los casos G y H respectivamente.

En 4 casos (A, B, C, F), se muestra aplicación de nitrógeno en cantidades que representan un riesgo creciente, y de no ejecutar un control adecuado, pueden llegar a la zona de alto riesgo.

Para el caso del fósforo se ha establecido como estado seguro aplicaciones inferiores a 4.1 kg/ha, como estado en riesgo creciente aplicación entre 4.1 y 7.5 kg/ha y como estado o zona de alto riesgo aplicaciones superiores a 7.5 kg/ha. según datos del Cuadro 4, los casos A y F aplican 8.79 y 7.59 kg/ha respectivamente, encontrándose estas cantidades en la zona identificada como alto

riesgo. El caso C, con 4.30 kg/ha se encuentra en riesgo creciente y los casos B, G y H, con 0.43, 3.29 y 3.29 kg/ha respectivamente se encuentran en zona segura.

Como parte de la información recolectada en el análisis de casos, se consulta las toneladas producidas por hectárea, siendo factor común entre 7 y 7.5 ton, con lo cual se identifica que no existe relación directa entre la cantidad de fertilizante utilizado y la productividad en los cultivos.

En los casos analizados se obtiene como información, que las cantidades de fertilizante utilizados, se realiza teniendo en cuenta el análisis de suelos, recomendaciones de fabricantes, condiciones climáticas y conocimiento de los terrenos.

#### 4.1.2.3 Comparación de los rendimientos entre países arroceros y aplicación de insumos externos

De acuerdo con la información disponible, en el Cuadro 5 se procede a realizar la consolidación de millones de toneladas de arroz producidas vs la cantidad de fertilizantes.

Cuadro 5. Producción de arroz – uso de fertilizantes

País	Producción de cereales (mil ton)	Producción de arroz (mil ton)	% de producción de arroz	Nitrógeno (kg/h)	Fósforo (kg/h)
India	257,53	172,58	67%	100,08	40,45
Brasil	111,83	11,75	10%	81,63	81,34
Indonesia	83,05	83,04	100%	57,54	15,31
Bangladesh*	40,46	56,42	100%	144,45	74,78
Perú	4,10	3,56	87%	67,82	20,61
Colombia	3,57	3,32	93%	182,50	58,36
Ecuador	2,18	1,35	62%	73,16	21,65

Fuente: Elaboración propia con datos de (Ritchie & Roser, 2013), (Ritchie & Roser, 2020)

De los países objeto de análisis, más del 85% del terreno dedicado a producción de cereales, se encuentra destinado a cultivos de arroz en Perú, Colombia, Indonesia

y Bangladesh.

Países como India y Ecuador, del terreno dedicado al cultivo de cereales, el 67% y 62% respectivamente, corresponden a cultivos de arroz.

Brasil se identifica como un gran productor de cereales, sin embargo, solo el 10% de su área dedicada a estos cultivos, corresponde a arroz.

En la Figura 11 se realiza la identificación de la producción de arroz en millones de toneladas, el país que más produce arroz al país que menos produce arroz. Así mismo se presenta en orden decreciente el uso de nitrógeno y fósforo en los diferentes países.

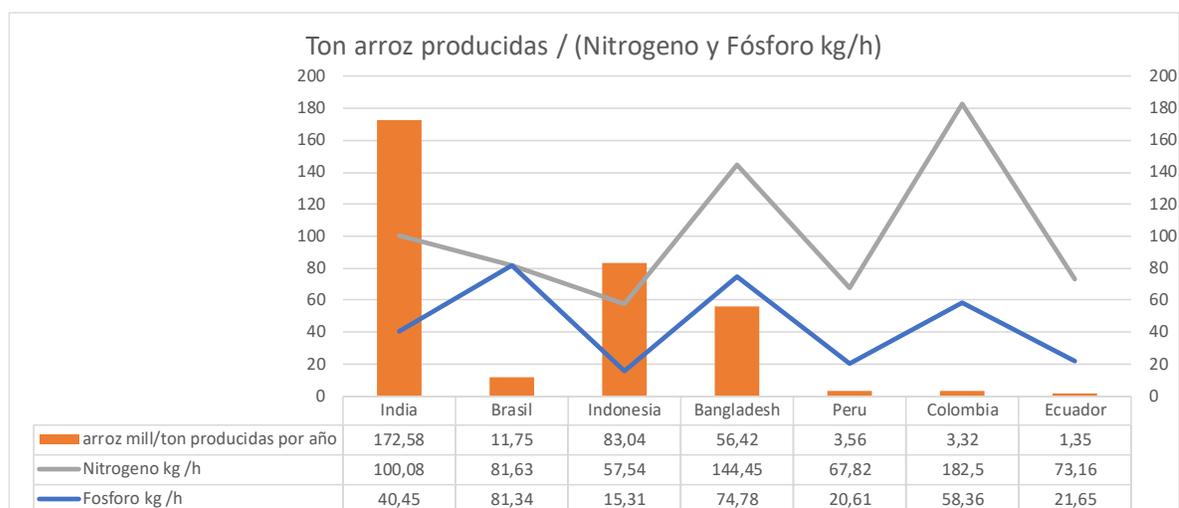


Figura 11. Ton arroz producidas / fertilizantes aplicados

Fuente: Elaboración propia con datos de (Ritchie & Roser, 2013), (Ritchie & Roser, 2020)

En la Figura 11 se evidencia, de los 7 países objeto de análisis, Colombia se encuentra en el lugar 6 en millones de toneladas producidas de arroz, en el lugar 1 en kilogramos de nitrógeno aplicados por hectárea y en el lugar 3 en kilogramos de fósforo aplicados por hectárea.

Indonesia que se identifica como el segundo país en volumen de producción, se ubica en el lugar 7 en uso de nitrógeno y fósforo, lo que indica que no existe relación

entre volumen de producción y uso de fertilizantes, dado que Colombia con poca producción utiliza gran cantidad de fertilizantes e Indonesia con alto volumen de producción utiliza poca cantidad de fertilizante. Así mismo, al analizar los datos del Cuadro 4, se tiene un caso con un total aplicado de 46.03 kg/ha de fertilizante y otro caso con 83 kg/ha de fertilizante y la productividad en los dos casos es de 7 y 7.5 ton/ha.

Lo anterior indica que Colombia tiene oportunidad en las prácticas de uso de fertilizantes; sin embargo, es de tener en cuenta que esto se encuentra directamente relacionado con las características de los suelos, clima, entre otros. Pese a ello, si es importante profundizar hasta que nivel estas características (suelo, clima), hacen que Colombia utilice mayor cantidad de fertilizantes, con el fin de determinar objetivamente si la causa es natural por los terrenos y ubicación geográfica o si obedece a prácticas de agricultura.

#### 4.1.3 Evaluación de la aplicación de pesticidas

Para identificar el uso de pesticidas se realiza análisis de información disponible, haciendo énfasis en países objeto de estudio de acuerdo con lo planteado en la metodología. En el Cuadro 6 se indica el resultado de datos estadísticos de uso de pesticidas en kilogramos por hectárea a nivel de países.

Cuadro 6. Uso de pesticidas en países objeto de estudio

País	Pesticidas (kg/ha)
Ecuador	13,9
Colombia	9,9
Brasil	6,0
Bangladesh	1,8
Perú	1,8
India	0,3
Indonesia	0,03

Fuente: Elaboración propia con datos de (Worldometer, 2017)

Con base en la información suministrada en el Cuadro 6, los datos estadísticos

existentes muestran a Ecuador como el país con mayor uso de kilogramos de plaguicida por hectárea cultivada, ocupando el segundo lugar Colombia con 9.9 kilogramos por hectárea, estando por encima de Brasil, Bangladesh, Perú, India e Indonesia.

#### 4.1.3.1 Análisis de casos (aplicación de pesticidas)

Con la información suministrada por los agricultores, se procede a realizar el cálculo de kilogramos de pesticidas aplicados por cada hectárea de cultivo. Para todos los casos se identificó la cantidad de insecticidas, fungicidas y herbicidas aplicados en sus terrenos, hallando el total de pesticidas aplicados. En los Anexos 3, 4 y 5 se muestra los datos de cálculos.

En la Figura 12 se presenta los resultados individuales obtenidos respecto a la cantidad de pesticidas aplicado.

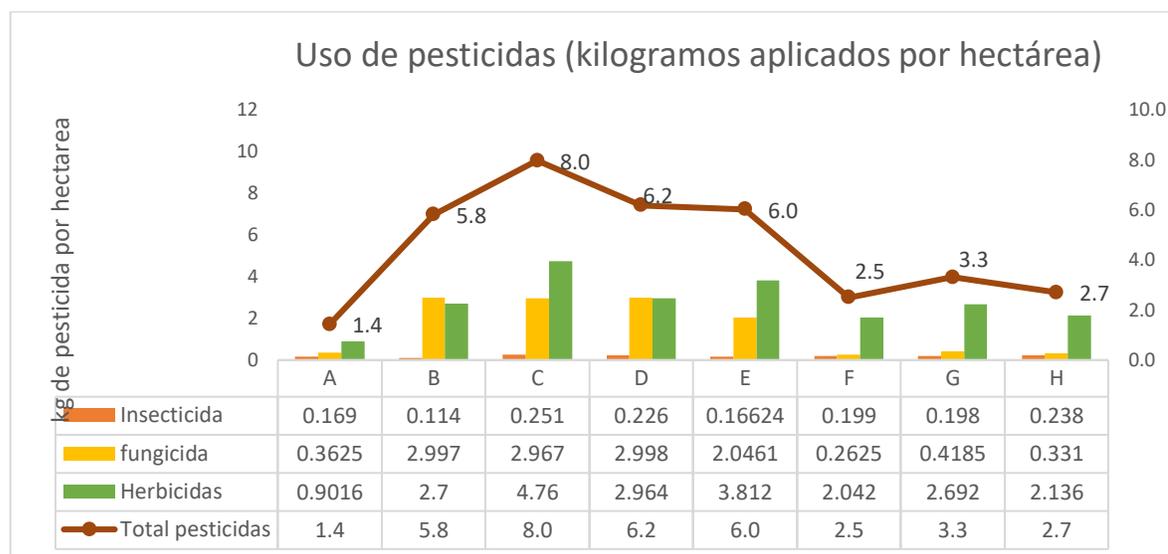


Figura 12. Uso de pesticidas kg/ha en Colombia (resultados análisis de casos en cantidad de ingredientes activos)

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de análisis de casos agricultores

De acuerdo con los datos individuales obtenidos en la Figura 12, se presenta variación en la cantidad de pesticidas aplicados, situación que, según información recibida por parte de los agricultores, obedece a que los pesticidas son aplicados

de acuerdo a un plan previamente establecido, pero también existen medidas correctivas.

Con el fin de identificar las aprobaciones en Colombia para el uso de los pesticidas identificados, se procede a realizar el análisis de estos en cuanto a su aprobación por parte del ICA, las declaraciones de sus fichas técnicas y la validación de aplicaciones respecto a las recomendaciones de los fabricantes.

Cuadro 7. Evaluación de insecticidas aplicados en el análisis de casos

Marca comercial e ingrediente activo	¿Aprobado para uso en Colombia?	¿Su ficha técnica declara uso en arroz?	¿Se utiliza con base en la recomendación de ficha técnica?	Observaciones
LORSBAN - Clorpirifos	Si - 1042	No	ND	Lo utiliza 1 de 8 agricultores
ACTARA - <i>thiametoxan</i> .	Si - 1986	Si	No	Dosis recomendada 100 g/ha 1 agricultor: 100 g/ha 2 agricultores: 120 g/ha 4 agricultores no lo usan
CERTUS- thiametoxan	Si - 1367	Si	No	Dosis recomendada 100 g/ha 1 agricultor: 100 g/ha 5 agricultores: 150 g/ha 2 agricultores no lo usan
Proteus - piretroide+neo nicotinoide	Si - 0313	Si	Si	Dosis recomendada 400 g/ha 3 agricultores: 300 g/ha 2 agricultores: 400 g/ha 3 agricultores no lo usan
ACERRADO <i>cypermethrin</i>	Si - 0473	Si	No	Dosis recomendada 250 g/ha 1 agricultor 400 g/ha 7 agricultores no lo usan
BINGO (Emamectin Benzoato + Acetamiprid)	Si - 1513	Si	Si	Dosis recomendada 150 g/ha 4 agricultores 150 g/ha 4 agricultores no lo usan

BOREY <i>lambda cyhalotrina</i>	Si - 0893	Si	No	Dosis recomendada 180 g/ha 1 agricultor 180 g/ha 4 agricultores 200 g/ha 3 agricultores no lo usan
EXALT- <i>spinetoram</i>	Si - 0528	Si	No	Dosis recomendada 50 g/ha 1 agricultor 100 g/ha 3 agricultores 200 g/ha 5 agricultores no lo usan
TRACER spinosad	Si - 2096	No	ND	El registro ICA y la ficha técnica no declaran uso en arroz Es utilizado por 4 de 8 agricultores

Fuente: Elaboración propia con datos de (ICA, 2021) y fichas técnicas de productos químicos

En el Cuadro 7 se identifica 9 sustancias insecticidas aplicadas en cultivos de arroz. Todas se encuentran aprobadas por el ICA, por tanto, se tiene certeza del uso de sustancias insecticidas aprobadas.

Los productos con principios activos clorpirifos y spinosad, cuentan con aprobación ICA, pese a ello no se cuenta con registro que dichas sustancias están permitidas para uso en arroz, así mismo las fichas técnicas no declaran dosis recomendada para cultivos de arroz.

Existen 5 sustancias donde al menos uno de los casos analizados muestra dosis aplicada por encima de las recomendaciones de los fabricantes de los productos.

Cuadro 8. Evaluación de fungicidas aplicados en análisis de casos

Marca comercial e ingrediente activo	¿Aprobado para uso en Colombia?	¿Su ficha técnica declara uso en arroz?	¿Se utiliza con base en la recomendación de ficha técnica?	Observaciones
Nativo-tebuconazole +trifloxystrobin	Si - 0249	Si	Si	Dosis recomendada 1l/ha 7 agricultor 1l/ha 1 agricultor no lo usa
EVITO T-tebuconazole-Fluoxastrobin	Si - 1644	Si	Si	Dosis recomendada 500 g/ha 4 agricultores 500 g/ha

				4 agricultores no lo usan
Dithane- mancozeb	Si – 0346	Si	Si	Dosis recomendada 3000 g/ha 3 agricultores 3000 g/ha 1 agricultor 2000 g/ha 4 agricultores no lo usan
Rally- myclobutanil	Si – 1383	Si	Si	Dosis recomendada 75 g/ha 4 agricultores 70 g/ha 1 agricultor 75 g/ha 3 agricultores no lo usan
BIM -tricyclazol	Si-0869	Si	No	Dosis recomendada 300 g/ha 2 agricultores 337.5 g/h 6 agricultores no lo usan
Kasugamicina - hidrocloreuro hidrato	Si - 0465	Si	Si	Dosis recomendada 1.5 l/ha 2 agricultores 1.5 l/ha 6 agricultores no lo usan
Taspa- propiconazol+ difenconazol	Si – 2259	Si	No	Dosis recomendada 250 g/ha 2 agricultores 300 g/ha 6 agricultores no lo usan
Seltima- pyraclostrobin	Si - 1682	Si	Si	Dosis recomendada 1l /ha 1 agricultor 1 l/ha 7 agricultores no lo usan
Timorex gold	No	Si	No	Dosis recomendada 800 g/ha 1 agricultor 1 l/ha 1 agricultor 700 g/ha 6 agricultores no lo usan
Amistar top- azoxystrobin	Si - 0297	Si	Si	Dosis recomendada 600 g/ha 1 agricultor 600 g/ha 7 agricultores no lo usan
Azimut - azoxystrobin + tebuconazole	Si - 0904	Si	Si	Dosis recomendada 800 g/ha 1 agricultor 700 g/ha 7 agricultores no lo usan

Fuente: Elaboración propia con datos de (ICA, 2021) y fichas técnicas de productos químicos

En el Cuadro 8 se identifican 11 sustancias fungicidas aplicadas en cultivos de arroz. De estas 11 sustancias, 10 se encuentran aprobadas por el ICA, y el producto timorex gold no se encuentra en el listado de dichas sustancias, se realiza la búsqueda con el registro de venta ICA No.6296 declarado en la ficha técnica y a pesar de ello no es posible ver su aprobación, este producto es aplicado por 2 agricultores según el análisis de casos.

El producto Taspas y BIM, es aplicado en 2 casos, en una dosis superior a la recomendación de ficha técnica, los demás productos se aplican según las dosis recomendadas por los fabricantes para el cultivo de arroz.

Cuadro 9. Evaluación de herbicidas aplicados en análisis de casos

Marca comercial e ingrediente activo	¿Aprobado para uso en Colombia?	¿Su ficha técnica declara uso en arroz?	¿Se utiliza con base en la recomendación de ficha técnica?	Observaciones
Clomazone	Si - 0328	Si	Si	Dosis recomendada 1.5 l/ha 3 agricultores 1.5 l/ha 1 agricultor 1.3 l/ha 1 agricultor 1 l/ha 3 agricultores no lo usan
Byspiribac 400 – byspiribac sodium	Si - 1311	Si	No	Dosis recomendada 125 g/ha 2 agricultores 125 g/ha 1 agricultor 150 g/ha 5 agricultores no lo usan
Papyrus- Pyrazosulfuro n-ethyl	Si – 0097	Si	Si	Dosis recomendada 500 g/ha 3 agricultores 500 g/ha 5 agricultores no lo usan
Nominee Bispyribac sodium	Si - 0277	Si	No	Dosis recomendada 125 g/ha 1 agricultores 200 g/ha 7 agricultores no lo usan
BONGO- Butaclor	Si- 2184	Si	Si	Dosis recomendada 3 l/ha 2 agricultores 3 l/ha 6 agricultores no lo usan
Clincher- cyhalofop butil ester	Si- 2034	Si	Si	Dosis recomendada 1.5 l/ha 2 agricultores 1.5 l/ha 2 agricultores 1 l/ha

				4 agricultores no lo usan
Propanil	Si-1855	Si	No	Dosis recomendada 4.3 l/ha 3 agricultores 4 l/ha 1 agricultor 6 l/ha 4 agricultores no lo usan
Picloram picloram	Si – 1642	Si	Si	Dosis recomendada 1 l/ha 3 agricultores 1 l/ha 2 agricultores 300 cc/ha 3 agricultores no lo usan
Triumph Penoxsulam	Si – 1078	Si	No	Dosis recomendada 170 cc/ha 2 agricultores 300 cc/ha 6 agricultores no lo usan
RONSTAR Oxadiazón	Si – 1146	Si	Si	Dosis recomendada 2.3 l/ha 1 agricultor 1.2 l/ha 7 agricultores no lo usan
FACET quinclorac	Si – 2617	Si	No	Dosis recomendada 650 g/ha 1 agricultor 2 l/ha 7 agricultores no lo usan

Fuente: Elaboración propia con datos de (ICA, 2021) y fichas técnicas de productos químicos

En el Cuadro 9 se identifican 11 sustancias herbicidas aplicadas en cultivos de arroz. Todas se encuentran aprobadas por el ICA, por tanto, se tiene confirmación del uso de sustancias herbicidas aprobadas.

Existen 5 sustancias donde al menos uno de los casos analizados muestra una dosis aplicada por encima de las recomendaciones de los fabricantes de los productos.

#### 4.1.3.2 Límite planetario para pesticidas

Asia es el continente con más consumo de pesticidas (Carvalho, 2017) con rangos entre 6,5 y 59,43 kg ia/ha/año. Valor que será tomado como referencia, para fijar el inicio de la zona de alto riesgo como límite planetario para nuestra investigación.

Cuadro 10. Límite planetario para pesticidas (kg/ia/ha)

Contaminación química	Estado	Valor	Muestreo en fincas								PROMEDIO
			A	B	C	D	E	F	G	H	
Pesticidas	Alto riesgo	>6,5	1.4	5.8	8.0	6.2	6.0	2.5	3.3	2.7	4.5

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de cálculos, información de agricultores y (Carvalho, 2017; Steffen, y otros, 2015)

Según el Cuadro 10, de los 8 casos analizados, el caso C se encuentra en zona de alto riesgo con una aplicación de 8 kg/ia/ha; así mismo el resultado de D y E es 6.2 kg/ia/ha y 6.0 kg/ia/ha respectivamente, siendo estos valores cercanos a la zona de alto riesgo.

Se presenta alta variación en la aplicación de kg/ia/ha de pesticidas aplicados, que va desde 1.4 kg/ia/ha hasta 8.0 kg/ia/ha, situación presentada por las particularidades de cada cultivo y manejos realizados con base en las recomendaciones de los agrónomos a cargo.

Se procede a realizar revisión de los datos disponibles de las cantidades de kilogramos de pesticidas aplicados en Colombia (para todos los cultivos), los cuales se muestran en la Figura 13 donde se indica se indica que para el año 2019, en Colombia se aplicaron 69.862 toneladas de pesticidas. Desde los años 2013 y hasta el 2019 existen variaciones que llegan incluso a doblar la cantidad de pesticidas entre un año y otro; el año 2019 presenta un aumento del 84% respecto a año 2018, el año 2015 presenta una disminución del 46% respecto al año 2014.

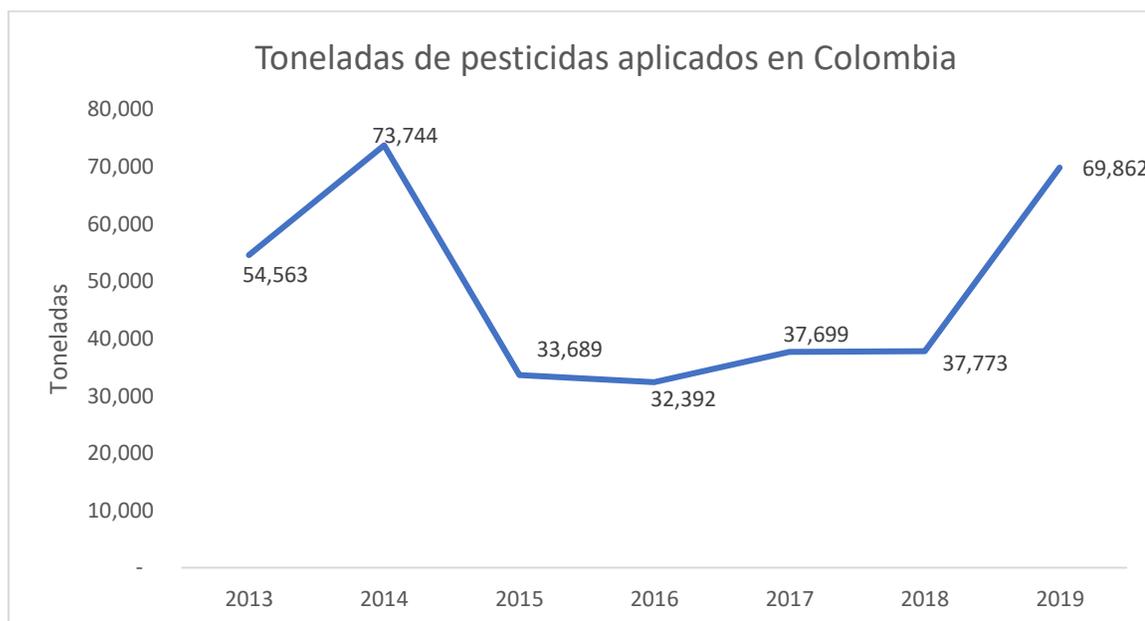


Figura 13. Toneladas de pesticidas aplicados en Colombia (en cantidad de ingredientes activos)  
Fuente: Elaboración propia con datos de (FAOSTAT, 2021)

Se realiza verificación del área sembrada (agricultura) en Colombia el año 2019, identificando datos según se enuncia en el Cuadro 11.

Cuadro 11. Pesticidas teóricos aplicados en Colombia año 2019

Área sembrada (hectáreas)	Total toneladas pesticidas aplicados	Total kilogramos pesticidas aplicados	Kg pesticida / área sembrada (ha)
5.311.977	69.862	69.862.000	13.1

Fuente: Elaboración propia con datos de (FAOSTAT, 2021) y (DANE, 2019)

En relación a los datos del Cuadro 11, por revisión bibliográfica se establece un teórico uso de 13.1 kg/ha de pesticidas en el año 2019 (cálculos en cantidad de ingredientes activos).

Cuadro 12. Comparativo pesticidas aplicados kg/ia/ha

Año	Fuente	Kg/ha	Observaciones
2017	Datos estadísticos	9.9	Estadísticas disponibles de Colombia
2019	Cálculo	13.1	Cálculo con base en área sembrada en Colombia y total de kg/ha de pesticidas aplicados en Colombia

2021	Análisis de casos	8.0	Cálculo máximo obtenido del análisis de casos (8 agricultores)
2021	Análisis de casos	1.4	Cálculo mínimo obtenido del análisis de casos (8 agricultores)
2021	Análisis de casos	4.5	Cálculo promedio obtenido del análisis de casos (8 agricultores)

Fuente: Elaboración propia con datos de (FAOSTAT, 2021), (Worldometer, 2017) y análisis de casos

De acuerdo con datos del Cuadro 12, para el año 2017 se registró, una aplicación de 9.9 kg/ia/ha de pesticidas, para el año 2019 teniendo como referencia los datos calculados la aplicación fue de 13.1 kg/ia/ha. Para los años 2020 y 2021 aún no se cuenta con datos estadísticos, por lo cual se toma como referencia el análisis de casos, donde el valor máximo fue de 8 kg/ia/ha. Los datos presentan altas variaciones y en todas ellas, los kilogramos aplicados por hectárea se encuentran en la zona de alto riesgo para el límite planetario que fue definido en 6.5 kg/ha.

Sin embargo, resulta de gran relevancia evaluar el dato mínimo y el dato promedio presentado en el Cuadro 12, obtenidos de los análisis de casos, donde los agricultores presentan óptimos rendimientos en sus producciones haciendo uso de pesticidas en cantidades que se encuentran por debajo de la zona de alto riesgo para el límite planetario.

Si bien es cierto los datos del año 2017 y 2019 del Cuadro 12 corresponden a todo Colombia y todos los cultivos, y los datos del año 2021 corresponden a una pequeña área del país y un solo cultivo, es posible identificar que a pesar de ser el arroz el cultivo de mayor extensión en Colombia, no es el causante del uso excesivo de pesticidas y esto conduce a evaluar la necesidad de implementar controles y apoyo desde las políticas públicas, con alcance no solo a los agricultores, sino hasta los fabricantes de pesticidas.

#### 4.1.3.3 Monitoreo de residuos de pesticidas

Dentro del marco de inocuidad alimentaria en productos agrícolas, el Instituto

Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos INVIMA, realiza el monitoreo de pesticidas, residuos de antibióticos y contaminantes.

Se realiza identificación de los requisitos establecidos actualmente en la legislación colombiana, según resolución 2906 del año 2007, vigente para monitoreo de Límites Máximos Residuales (LMR) de sustancias pesticidas. En el Cuadro 13 se indica las sustancias que deben ser monitoreadas para el producto arroz.

Cuadro 13. LMR pesticidas y contaminantes para arroz (legislación colombiana)

<b>Componente</b>	<b>LMR</b>	<b>Unidad</b>
Bentazona	0,1	mg/kg
Clorpirifos	0,5	mg/kg
Clorpirifos - metilo	0,1	mg/kg
Diflubenzuron	0,01	mg/kg
Diquat	10	mg/kg
Endosulfan	0,1	mg/kg
Fentin	0,1	mg/kg
Fipronil	0,01	mg/kg
Paraquat	10	mg/kg
Trifloxistrobin	5	mg/kg

Fuente: Elaboración propia con datos de (Ministerio de protección social, 2007)

Para el control de pesticidas, no hay evidencia de control dentro de un plan nacional. Se realiza verificación de los pesticidas con LMR establecidos vs el uso según el análisis de casos realizado, identificando que de todas las sustancias (fungicidas, herbicidas, insecticidas), únicamente se tiene LMR establecido para las sustancias Trifloxistrobin y clorpirifos. Las demás sustancias enunciadas en los Anexos 3, 4 y 5, no cuentan con LMR establecido de acuerdo a la regulación colombiana.

#### 4.1.3.4 Pesticidas y medio ambiente

El uso de pesticidas aumentó un 75% entre 2000 y 2017. La evaluación de la FAO y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) pronosticó que la contaminación del suelo y del medio ambiente seguiría empeorando a menos que hubiera un cambio en los modelos de producción y consumo y un mayor

compromiso político que respaldara la gestión sostenible y respetara plenamente la naturaleza. (FAO, 2021).

En el Anexo 6 se presenta los datos de ecotoxicidad identificados en los productos aplicados en los casos de estudio presentados. Puede existir afectación en especies acuáticas y terrestres, por lo cual se hace necesario integrar la visión Una salud para mantener el equilibrio de los ecosistemas. Es necesario garantizar la seguridad alimentaria, pero también asegurar que se mantiene la salud animal y vegetal que pueda verse impactada por actividades de agricultura.

#### **4.1.4 El cambio de uso de suelos y la producción de arroz**

El vínculo entre el cambio del sistema de tierras y la agricultura es claro y coherente. Las tierras de cultivo y los pastizales son uno de los biomas terrestres más grandes del planeta y ocupan alrededor del 40% de la superficie terrestre. Esto hace que la producción agrícola sea la forma de uso de la tierra más extensa del planeta. En los trópicos, se han creado nuevas tierras agrícolas a expensas de las selvas tropicales, la sabana y otros ecosistemas, y la expansión futura se despejará cada vez más. También hay una retroalimentación en la que las emisiones de metano y óxido nítrico de la agricultura conducen a reducciones en el rendimiento de los cultivos, por lo que la expansión agrícola puede requerir una mayor expansión. (Campbell, 2017).

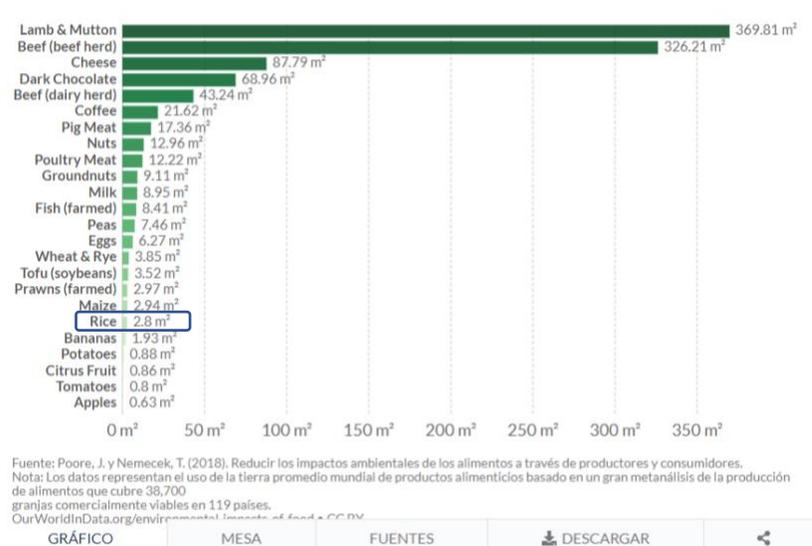


Figura 14. Uso de la tierra por kilogramo de producto alimenticio a nivel mundial  
Fuente: Tomado de (Ritchie & Roser, 2020)

En la Figura 14 se identifica que el área requerida para la producción de 1 kg de arroz, es de 2.8 m<sup>2</sup>, mientras que, para la producción de otros productos como trigo y centeno, soja y maíz el área requerida esta entre 2.94 m<sup>2</sup> hasta 3.85 m<sup>2</sup>.

Cuadro 14. Relación clasificación de alimentos y uso de tierra

Clasificación general	Tipo de alimento	Producto	Área requerida para producir 1 kg
1	Proteína animal	Huevos, leche, carne de ave, carne de cerdo, carne de res	Entre 6.27 m <sup>2</sup> hasta 369 m <sup>2</sup>
2	Cereales	Trigo y centeno	3.85 m <sup>2</sup>
		Soja	3.52 m <sup>2</sup>
		Maíz	2.94 m <sup>2</sup>
		Arroz	2.8 m <sup>2</sup>
3	Frutas, vegetales, tubérculos	Manzanas, tomates, frutas cítricas	Entre 0.8 m <sup>2</sup> y 1.93 m <sup>2</sup>

Fuente: elaboración propia con datos de (Ritchie & Roser, 2020)

Teniendo en cuenta la información disponible en el Cuadro 14, los alimentos con mayor demanda de uso de suelos para producir 1 kg son la proteína animal que requieren entre 3.27 m<sup>2</sup> hasta 369 m<sup>2</sup>, además del suelo existen otros impactos sobre los límites planetarios, en la producción de este grupo de alimentos, los cuales

no son objetivo de análisis en este documento.

El grupo enunciado como frutas, vegetales y tubérculos del Cuadro 14 requieren la menor cantidad de suelo para producir 1 kg de alimento comparado con los cereales y la proteína animal.

Como factor común de los grupos 1 y 3 se debe tener en cuenta la vida útil de los productos terminados, en los dos casos se trata de alimentos con alta actividad de agua lo que podría tener como consecuencia un deterioro acelerado en caso de no recibir tratamiento posteriores a la cosecha para asegurar su disponibilidad en el tiempo o ser fuente de riesgo en salud pública por casos de contaminación con microorganismos patógenos en caso de no recibir manipulación adecuada o ruptura de la cadena de frío, causando también una reducción de la disponibilidad en el mercado.

El grupo 2 Cereales presenta necesidad de uso de tierra favorable para la seguridad alimentaria. Se requiere entre 2.8 m<sup>2</sup> y 3.85 m<sup>2</sup> para producir un kilogramo de un producto que tendrá una vida útil en la mayoría de los casos igual o superior a un año.

#### 4.1.4.1 Evolución de la superficie cultivada

Con el fin de identificar la evolución de la superficie cultivada en Colombia, se procede a realizar verificación de datos estadísticos disponibles en Our World in Data (<https://ourworldindata.org/>), mostrados en la Figura 15, donde se aprecia que en más de 50 años la producción de cereales en todo el país pasó de 1.3 millones de toneladas a 3.7 millones de toneladas.

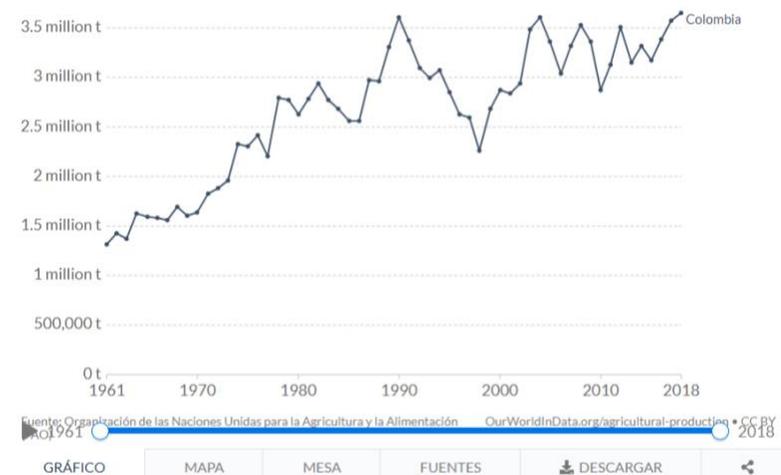


Figura 15. Producción de cereales en Colombia  
Fuente: Tomado de (Ritchie & Roser, 2020)

Con respecto a la producción de arroz en la Figura 16 se muestra como en la década de los 60 se registraba una producción 500mil toneladas anuales de arroz, hacia el año 2018 esta cantidad anual supera los 3 millones de toneladas. Esto indica que, en la época actual, respecto a 1960 se ha incrementado la producción de arroz hasta 6 veces, así mismo esto ha demandado cambios en la superficie cultivada.

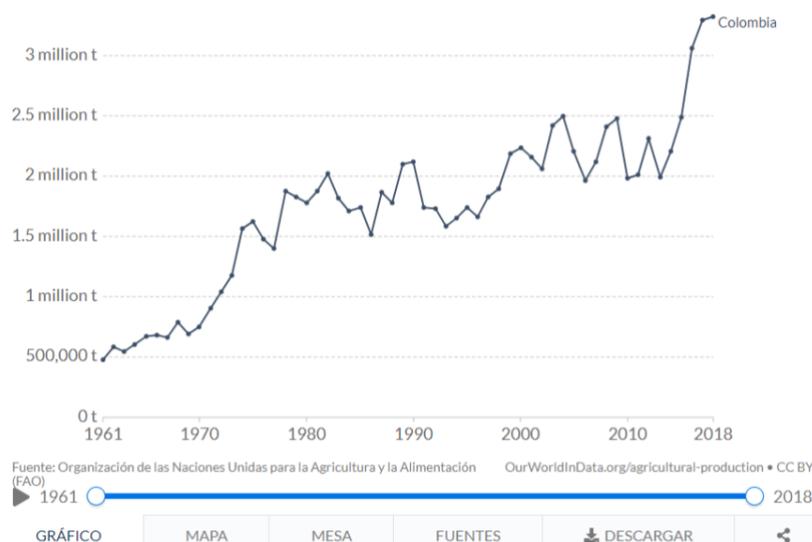


Figura 16. Producción de arroz en Colombia  
Fuente: Tomado de (Ritchie & Roser, 2020)

Es de tener en cuenta que el aumento en la superficie cultivada se encuentra directamente relacionado con el crecimiento de la población evidenciando en la Figura 6.

#### 4.1.4.2 Rendimientos en la producción de arroz en Colombia

El análisis de los rendimientos de arroz en Colombia se realiza con información del DANE y FEDEARROZ.

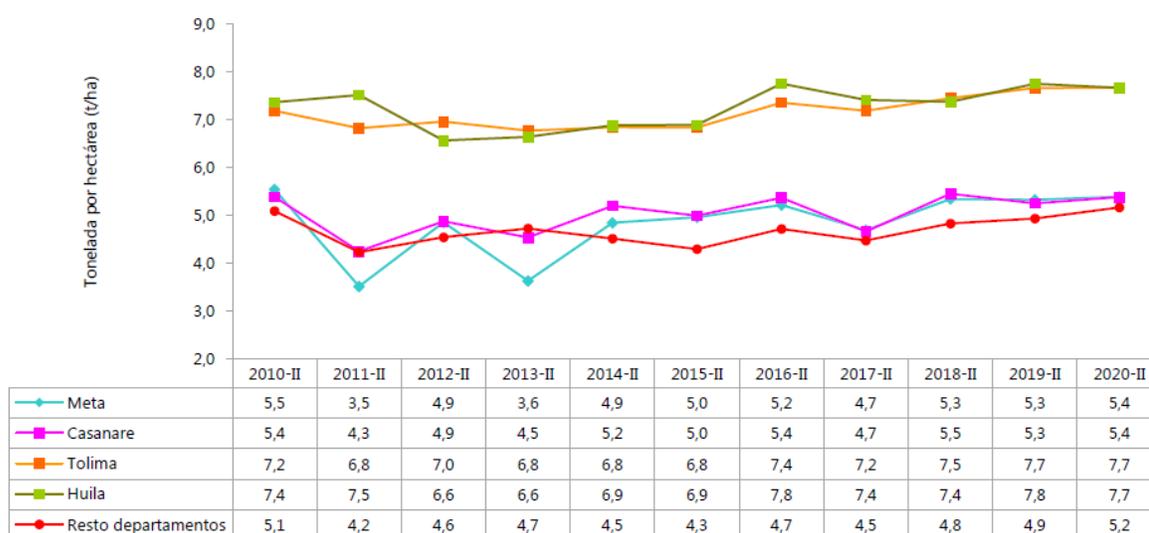


Figura 17. Rendimientos de arroz mecanizado, principales departamentos arroceros en Colombia  
Fuente: (DANE, 2020)

En la Figura 17 se muestra el rendimiento de arroz en toneladas por hectárea (TM/ha) en los principales departamentos arroceros de Colombia. El departamento identificado como Tolima (color naranja), es la ubicación geográfica pertinente al estudio de casos realizado, por tanto, se evidencia los óptimos rendimientos de la región.

Con referencia en la ubicación geográfica de los departamentos hay una evidente diferencia en el rendimiento. Esto obedece además de las características del suelo al tipo de riego utilizado (son cultivos de regadío). El caso de Tolima y Huila, son departamentos con gran disponibilidad de agua y tienen sistemas de regadío. Por

otra parte, Meta y Casanare, tienen sistemas de producción seco. Por tanto, durante 10 años se mantiene la diferencia de rendimiento según el tipo de cultivo.

#### 4.1.5 Consumo de agua dulce

De todas las actividades humanas, la agricultura, y específicamente la producción de cultivos, consume la mayor cantidad de agua, principalmente a través de la transpiración de las plantas de cultivo y la evaporación de los suelos y estructuras de riego. La agricultura representa aproximadamente el 70% de las extracciones mundiales de agua dulce. (Campbell, 2017).

En la Figura 18 se identifica la necesidad de agua para producir una tonelada de diferentes alimentos.

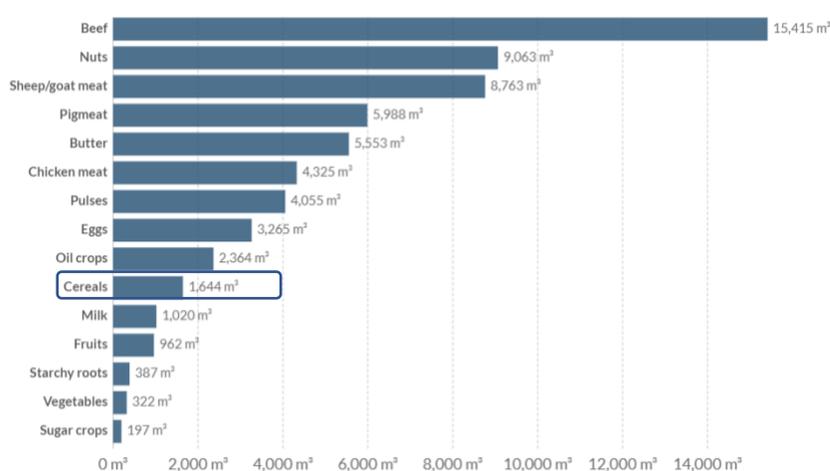


Figura 18. Requerimiento de agua por tonelada de producto alimenticio  
Fuente: Tomado de (Ritchie & Roser, 2018)

Se requiere, según datos de (Ritchie & Roser, 2018) en Our World in Data, 1.644 m<sup>3</sup> de agua, para producir una tonelada de cereales, por tanto, se toma como referencia el mismo valor para la producción de una tonelada de arroz y se compara con la información disponible de consumo de agua en el cultivo de arroz, obtenido según los estudios de casos como se presenta en el Cuadro 15.

Cuadro 15. Consumo de agua - estudio de casos

Consumo de agua	Toneladas	Consumo de agua
-----------------	-----------	-----------------

por hectárea	promedio producidas por hectárea	por hectárea /toneladas producidas
12.000 m <sup>3</sup> /ha	7.5 TM/ha	1.600 m <sup>3</sup> /TM
15.000 m <sup>3</sup> /ha	7.5 TM/ha	2.000 m <sup>3</sup> /TM

Fuente: Elaboración propia con datos de estudio de casos

De acuerdo con la información del Cuadro 15, se utiliza entre 1.600 a 2.000 m<sup>3</sup> de agua, por tonelada de arroz producida.

La información disponible de Our World in Data, enuncia que, para producir una tonelada de cereales, se requiere 1.644 m<sup>3</sup> de agua, por tanto, la información obtenida en el análisis de casos de los agricultores de Ibagué se encuentra dentro del rango de las estadísticas disponibles en consumo de agua dulce para la actividad de agricultura.

El agua requerida para producir una tonelada de arroz es inferior al agua requerida para producir una tonelada de otro grupo de alimentos como la proteína animal, lo que permite identificar que para los límites planetarios cambio de uso de suelos y consumo de agua dulce, un cultivo como el arroz, tiene impactos que manejados en forma adecuada pueden contribuir a mantener los límites planetarios dentro de zonas seguras.

#### 4.1.5.1 Rendimiento según el sistema de riego

El rendimiento de toneladas producidas por hectárea se encuentra directamente relacionado con el tipo de riego del cultivo.

En la Figura 17 se identificó que los departamentos del Tolima y Huila presentan rendimientos entre 6 y 7 toneladas por hectárea; mientras que Meta y Casanare presentan rendimientos entre 3 y 5 toneladas por hectárea. Al validar los rendimientos estadísticos suministrados por FEDARROZ, la zona centro de Colombia tiene cultivos de arroz con sistema de riego, en esta misma zona se encuentran ubicados los departamentos de Tolima y Huila.

En el Cuadro 16 se presentan los datos estadísticos de rendimientos de arroz según sistema de riego.

Cuadro 16. Rendimientos de arroz según sistema de riego

Rendimientos de Arroz Paddy Seco en Colombia por Sistema Tonelada de Arroz Paddy Seco por Hectáreas			Rendimientos de Arroz Paddy Seco en Colombia por Zonas Tonelada de Arroz Paddy Seco por Hectáreas				
Año	Riego	Secano	Zona Centro (Riego)	Zona Llanos (Secano)	Zona Bajo Cauca (Secano)	Zona Costa Norte (Secano)	Zona Santanderes (Secano)
2000	5.50	3.91	6.15	4.56	3.14	4.75	4.70
2001	5.21	3.84	5.83	4.65	2.85	4.17	4.63
2002	5.48	4.20	6.01	4.75	3.41	4.84	4.84
2003	5.58	4.27	6.08	4.60	3.79	5.36	5.50
2004	5.64	4.12	6.21	4.31	4.13	5.34	5.35
2005	5.65	4.09	6.24	4.35	4.01	5.09	4.94
2006	5.71	4.50	6.21	4.87	4.11	4.91	5.18
2007	5.95	4.31	6.60	4.73	3.80	5.19	5.44
2008	5.97	4.31	6.72	4.72	3.83	4.94	5.20
2009	5.09	3.82	5.61	4.41	2.64	4.33	4.47
2010	5.31	4.36	6.02	4.58	3.75	4.06	4.16
2011	4.92	3.25	5.68	3.42	3.12	4.19	3.70
2012	5.06	3.85	5.56	4.14	3.29	4.44	4.24
2013	5.04	3.44	5.59	3.64	3.08	4.55	4.68
2014	5.35	3.94	5.74	4.41	2.86	4.40	4.96
2015	5.27	3.81	5.71	4.29	2.82	4.41	4.71
2016	5.50	4.20	6.10	4.50	3.28	4.57	4.95
2017	5.26	3.69	5.98	4.08	2.89	4.22	4.39
2018	5.53	4.11	6.15	4.56	3.14	4.57	4.79
2019	5.65	4.19	6.26	4.56	3.54	4.82	4.95
2020	5.78	4.42	6.44	4.63	4.01	5.31	4.71

Fuente: Elaboración propia con datos de (FEDEARROZ, 2021)

De acuerdo con los datos del Cuadro 16, la zona centro de Colombia (donde se encuentra ubicado Ibagué) tiene sistema de riego, las toneladas esperadas bajo este sistema por hectárea, son superiores a 6, en los análisis de casos la información obtenida indica rendimientos hasta de 7.5 ton/ha, siendo el sistema de

riego favorable para la productividad.

#### 4.1.6 Impactos de la producción de arroz sobre otros indicadores de cambio global en Colombia

##### 4.1.6.1 Cambio climático

Según la Figura 19, los alimentos son responsables de aproximadamente el 26% de las emisiones globales de Gases Efecto Invernadero (GEI). El uso de la tierra representa el 24% de las emisiones alimentarias y la producción de cultivos representa el 27% de las emisiones alimentarias.

El 21% de las emisiones de alimentos proviene de la producción de cultivos para consumo humano directo y el 6% proviene de la producción de alimentos para animales. La ganadería y la pesca representan el 31% de las emisiones alimentarias. Las cadenas de suministro representan el 18% de las emisiones alimentaria.

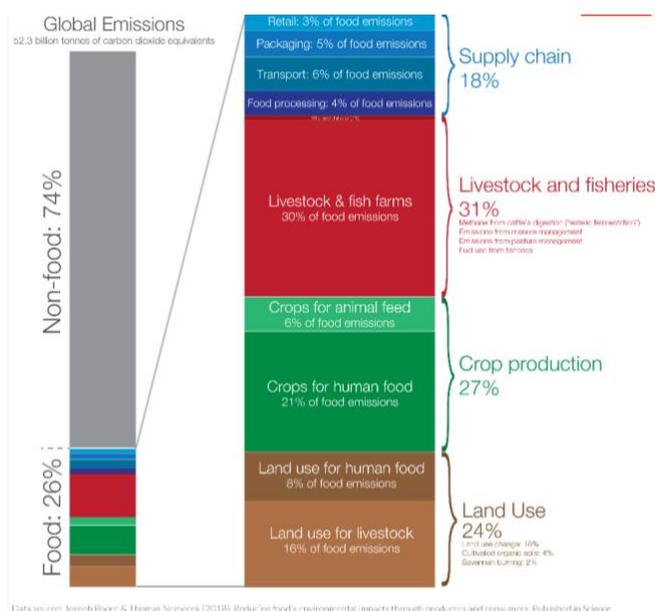


Figura 19. Emisiones globales de gases efecto invernadero de la producción de alimentos  
Fuente: Tomado de (Ritchie H. , 2019)

De acuerdo con la Figura 20, el arroz inundado produce metano. Se produce 4 kg

CO<sub>2</sub> – equivalentes por cada kilogramo de producto. El metano es un gas que en la atmósfera terrestre contribuye al efecto invernadero.

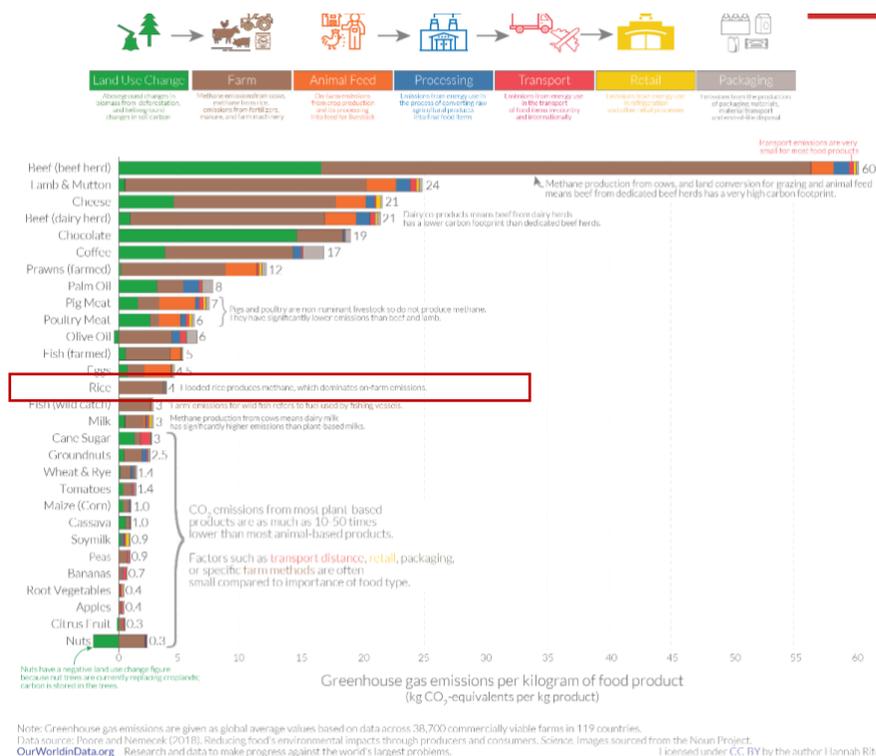


Figura 20. Alimentos, emisiones de gases efecto invernadero a lo largo de la cadena de suministro  
 Fuente: Tomado de (Ritchie H. , 2020)

Los arrozales inundados producen metano mediante un proceso llamado "digestión anaeróbica". La materia orgánica del suelo se convierte en metano debido al ambiente de bajo oxígeno de los arrozales anegados. El 1,3% parece sustancial, pero es importante poner esto en contexto: el arroz representa alrededor de una quinta parte del suministro mundial de calorías y es un cultivo básico para miles de millones de personas en todo el mundo.

A través de la información disponible se procede a realizar un análisis comparativo con la investigación de (Andrade, Campo, & M, 2015), huella de carbono del sistema de producción de arroz (*Oryza sativa*) en el municipio Campoalegre, Huila, Colombia, cuyo resultado fue: La huella de carbono para el cultivo de arroz en

promedio fue de 163,3 kg CO<sub>2</sub> e/t, la cual involucra las actividades de maquinaria, transporte, fertilización y aplicaciones. En esta huella, la principal actividad emisora es la fertilización nitrogenada (65% del total de emisiones). A pesar de ser un cultivo netamente emisor de GEI, los arrozales podrían convertirse en carbono-neutral si sus emisiones se compensan con sistemas de leñosas perennes, como cafetales o cacaotales, o cercas vivas o bosques riparios en las mismas fincas. (Andrade, Campo, & M, 2015).

#### 4.1.6.2 Agotamiento del ozono estratosférico

Ciertos procesos industriales y productos de consumo dan como resultado la emisión de sustancias que agotan la capa de ozono (SAO) a la atmósfera.

Existen gases no halógenos que influyen en la abundancia de ozono estratosférico, los cuales también han aumentado como resultado de las emisiones de las actividades humanas. Ejemplos importantes son el metano (CH<sub>4</sub>) y el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), que reaccionan en la estratosfera para formar vapor de agua e hidrógeno reactivo y óxidos de nitrógeno, respectivamente. Estos productos reactivos participan en la destrucción del ozono estratosférico. Aunque las emisiones pasadas de SAO todavía dominan el agotamiento global del ozono en la actualidad, se espera que las futuras emisiones de N<sub>2</sub>O de las actividades humanas sean relativamente más importantes para el agotamiento del ozono a medida que disminuyan las abundancias futuras de SAO.

En la Figura 21, se muestra que para el año 2016 las actividades de agricultura representaban un aporte de 17.42 millones de toneladas de óxido nitroso, siendo esta la actividad con mayor generación de emisiones respecto a las actividades industriales desarrolladas por el hombre.

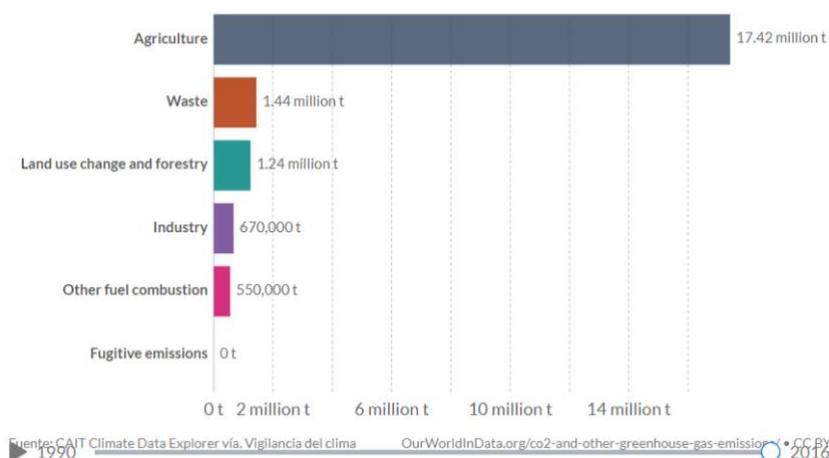


Figura 21. Emisiones de óxido nítrico por sector, Colombia 2016  
Fuente: Tomado de (Ritchie & Roser, 2020)

## 4.2 Transgresión de límites planetarios y una buena vida para todos

Ningún país del mundo satisface actualmente las necesidades básicas de sus ciudadanos a un nivel globalmente sostenible de uso de recursos. La investigación, publicada recientemente en Nature Sustainability (O'Neill, 2018), cuantifica el uso de recursos nacionales asociado con el logro de una buena vida en más de 150 países. Muestra que satisfacer las necesidades básicas de todas las personas del planeta resultaría en que la humanidad traspasara múltiples límites ambientales, basados en las relaciones actuales entre el uso de recursos y el bienestar humano.

En la Figura 22 se muestra la relación actual entre los límites planetarios y los indicadores de bienestar social, hallando que en la actualidad la humanidad vive por fuera en los lados social y económico, según se aprecia en todas las cuñas rojas. Las dimensiones de la base social se derivan de las prioridades sociales establecidas en los ODS. (Raworth, 2017).

Para la valoración de los indicadores de bienestar social, se tiene en cuenta indicadores como la población que presenta desnutrición, mortalidad infantil, esperanza de vida al nacer, población adulta sin educación, población que vive por

debajo de la línea de pobreza internacional, población sin acceso a agua potable y electricidad y desigualdad de género.

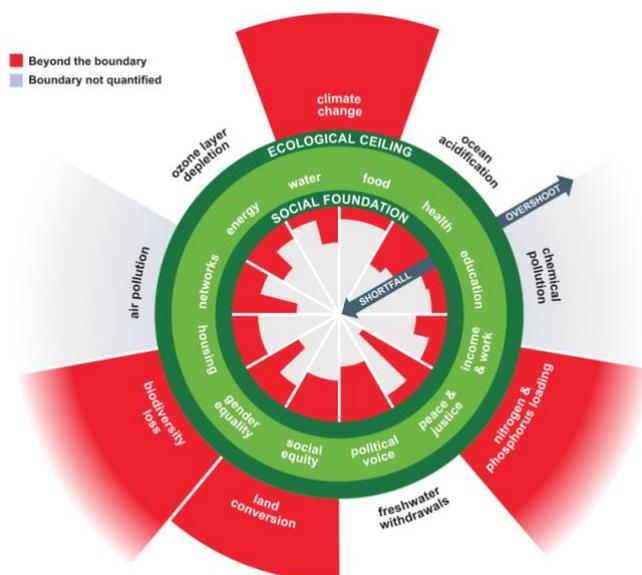


Figura 22. Cuantificando el Donut (déficit y sobre impulso)  
Fuente: Tomado de (Raworth, 2017)

Las cuñas rojas del interior de la Figura 22 muestran el déficit en los indicadores del bienestar social y las cuñas rojas del exterior muestran la transgresión de los límites planetarios, se presenta como el estado actual de la humanidad en el informe de (Raworth, 2017), por tanto, se procede a realizar comparación de Colombia respecto a los países objeto de estudio, como se aprecia en las Figuras 23 y 24, haciendo uso de la herramienta de la University of Leeds (<https://goodlife.leeds.ac.uk/countries/>).

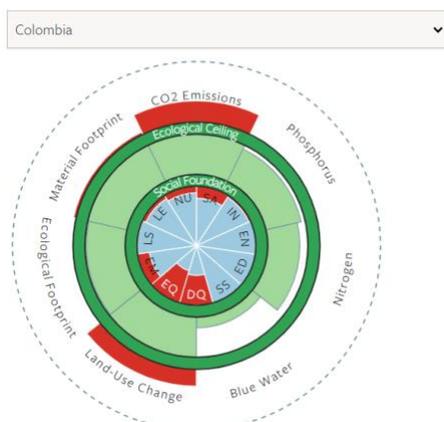


Figura 23. Transgresión de límites planetarios Colombia  
Fuente: Tomado de (University of Leeds, 2021)

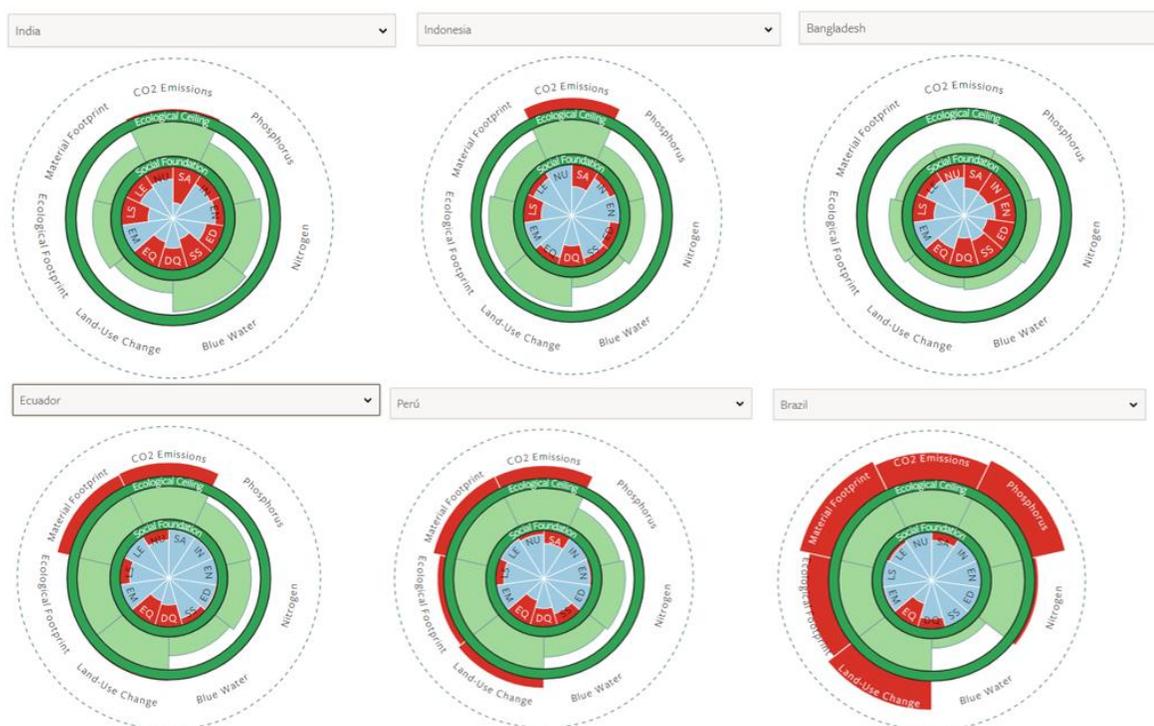


Figura 24. Transgresión de límites planetarios, comparativo de países  
Fuente: Tomado de (University of Leeds, 2021)

En las Figuras 23 y 24, los círculos de color verde oscuro muestran el techo ecológico y las cuñas azules muestran el desempeño social en relación con un umbral asociado con la satisfacción de las necesidades básicas. Las cuñas rojas muestran los indicadores que superan el límite biofísico.

Las cuñas con un borde punteado se extienden más allá del área del gráfico. Idealmente, un país tendría cuñas azules que llegan a la base social y cuñas verdes dentro del techo ecológico.

El equilibrio entre la calidad de vida y las prácticas adecuadas para detener el cambio global es una necesidad del presente, con lo cual es viable detener el deterioro global y probablemente reducir el impacto negativo que ya se ha ocasionado al planeta.

La Figura 23 muestra la transgresión de Colombia en cambio climático y en cambio de uso de suelos, lo que puede estar relacionado con el aumento de producción visto en las Figuras 15 y 16, para el caso de cereales; sin que esto represente que la agricultura sea el único factor que ha llevado a esta transgresión. De igual forma no se alcanzan todos los indicadores sociales, lo que indica que se está comprometiendo la calidad de vida de las personas.

La Figura 24 muestra que cuando no hay alta transgresión de límites planetarios como lo es el caso de India y Bangladesh, no se alcanzan los umbrales sociales, por lo cual la calidad de vida se percibe afectada. Entre tanto, un país como Brasil se encuentra dentro de los umbrales sociales, lo cual se percibe como adecuada calidad de vida, pero ha transgredido considerablemente 6 de los límites planetarios.

El ideal para una buena vida para todos dentro de los límites planetarios es alcanzar los umbrales sociales sin que esto nos lleve a traspasar las fronteras biofísicas. Los indicadores sociales, que para efectos de esta tesis resumimos en calidad de vida, no deben llevar a ninguna región del planeta a transgredir los límites planetarios.

El comparativo realizado indica que ningún país objeto de este análisis está presentando justo equilibrio entre calidad de vida y fronteras biofísicas, si el ser humano se percibe con gran bienestar (calidad de vida) dicho país se encuentra en alta transgresión de límites planetarios; si, por el contrario, se encuentra sin

transgresión de límites planetarios el ser humano se percibe con baja calidad de vida.

### **4.3 Estrategia para la gestión sostenible de la producción de arroz en Colombia, bajo el enfoque Una Salud**

#### **4.3.1 Ruta para la gestión sostenible de la producción de arroz en Colombia**

El modelo ahorrar para crecer describe la aplicación práctica del modelo de la FAO de intensificación sostenible de la producción agrícola “Ahorrar para crecer” en los cultivos fundamentales para la seguridad alimentaria mundial, esto es, el maíz, el arroz y el trigo.

Con ejemplos de África, América Latina y Asia, se muestra cómo los sistemas agrícolas basados en los ecosistemas están ayudando a los pequeños agricultores a incrementar los rendimientos de los cereales, fortalecer sus medios de vida, reducir la presión sobre el medio ambiente y aumentar la resiliencia frente al cambio climático. (FAO, 2016).

Del modelo anteriormente enunciado se identifican las recomendaciones que pueden ser analizadas para implementarse en los diferentes países, por lo cual en el Cuadro 17 se toman como referencia sus lineamientos (FAO, 2016) y se enuncia los ODS y límites planetarios e indicadores sociales que deben ser tenidos en cuenta para una gestión holística.

Todas las acciones que se tomen desde la perspectiva ambiental, social y económica deben tener una sola mirada, continuar con planes independientes conducirá al irreversible cambio global que afectará las generaciones futuras.

Cuadro 17. Estrategia para la gestión sostenible de la producción de arroz en Colombia, bajo el enfoque Una Salud

<b>Lineamientos</b>	<b>ODS</b>	<b>Límites planetarios</b>	<b>Indicadores Sociales</b>
Gestionar políticas públicas orientadas a la transición a una agricultura sostenible.	ODS 1, ODS 8, ODS 10, ODS 15	Cambios en el sistema de la tierra	Agua, alimentos, educación, energía
Apoyar actividades de investigación	ODS 1, ODS 2, ODS 5, ODS 6 ODS 8, ODS 10 ODS 12	Uso de agua dulce Flujos biogeoquímicos Integridad de la biosfera Contaminación química Cambio climático	Redes, educación
Enfocar adecuadamente actividades hacia la mejora sostenible de la productividad agrícola y beneficios para los agricultores	ODS 1, ODS 2 ODS 5, ODS 6 ODS 7, ODS 8 ODS 10, ODS 12 ODS 13, ODS 15	Uso de agua dulce Flujos biogeoquímicos Contaminación química Cambio climático	Ingresos y trabajo, equidad social
La mejora de los derechos de los agricultores sobre las tierras y el agua, especialmente en el caso de las mujeres	ODS 1, ODS 2 ODS 5, ODS 6 ODS 7, ODS 8 ODS 10, ODS 12 ODS 13, ODS 15	Uso de agua dulce Cambio del sistema de tierra Flujos biogeoquímicos Contaminación química	Equidad social, igualdad de género, ingresos y trabajo
Desarrollo de cadenas de valor alimentarias centradas en una mejora de la eficiencia, en particular la reducción de pérdidas posteriores a las cosechas	ODS 1, ODS 2, ODS 5, ODS 6 ODS 7, ODS 8, ODS 10, ODS 12, ODS 13, ODS 15	Uso de agua dulce Cambio del sistema de tierra Flujos biogeoquímicos Contaminación química Cambio climático	Alimentos, educación, voz política

Iniciativas del sector público hacia la investigación sobre los suelos, el agua, los recursos genéticos y la sostenibilidad.	ODS 1, ODS 2, ODS 5, ODS 6, ODS 7, ODS 8, ODS 10, ODS 12, ODS 13, ODS 15	Cambio del sistema de tierra Flujos biogeoquímicos Contaminación química Cambio climático	Equidad social, voz y trabajo, redes
Acceso a toda la gama de tecnologías necesarias para la intensificación sostenible de la producción agrícola.	ODS 1, ODS 2, ODS 5, ODS 6, ODS 7, ODS 8, ODS 10, ODS 12, ODS 13, ODS 15	Cambio del sistema de tierra Flujos biogeoquímicos Uso de agua dulce Integridad de la biosfera Contaminación química Cambio climático	Redes, educación
Fortalecer las capacidades de entender las funciones ecosistémicas y aprovechar sus conocimientos tradicionales a fin de identificar y adaptar prácticas y tecnologías adecuadas.	ODS 1, ODS 2, ODS 4, ODS 5, ODS 6, ODS 7, ODS 8, ODS 10, ODS 12, ODS 13, ODS 15	Cambio del sistema de tierra Flujos biogeoquímicos Uso de agua dulce Integridad de la biosfera Contaminación química Cambio climático	Educación, Redes
Medidas que fortalezcan los sistemas de semillas nacionales.	ODS 1, ODS 2, ODS 4, ODS 5, ODS 6, ODS 7, ODS 8, ODS 10, ODS 12, ODS 13, ODS 15	Cambio del sistema de tierra Flujos biogeoquímicos Uso de agua dulce Integridad de la biosfera Contaminación química Cambio climático	Voz política, equidad social
Elaborar políticas, estrategias y tecnologías relativas	ODS 1, ODS 2, ODS 4, ODS 5, ODS 6, ODS 7,	Cambio del sistema de tierra	Paz y justicia, Voz política, redes, energía,

a la intensificación sostenible de la producción de cereales.	ODS 8, ODS 10, ODS 12, ODS 13, ODS 15	Flujos biogeoquímicos Uso de agua dulce Integridad de la biosfera Contaminación química Cambio climático	agua, alimentos, salud, educación
---	---------------------------------------	--	-----------------------------------

Fuente: Elaboración propia con datos de (FAO, 2016) y (Raworth, 2017)

La estrategia planteada en el Cuadro 17, se considera una herramienta a utilizar por los agricultores (para el alcance de esta tesis, sin embargo, puede ser un modelo aplicable a toda la agricultura), con el fin de integrar en toda su cadena productiva un análisis que vincule ODS, límites planetarios e indicadores sociales.

Realizando este análisis integral es viable establecer y/o ajustar actividades presentes de tal forma que responda a los límites planetarios, aporte al logro de los ODS al 2030 y que en este ejercicio se respeten y gestionen adecuadamente los indicadores sociales.

#### Ejemplo de aplicación

Actividad: Siembra de arroz

Lineamiento general: Desarrollo de cadenas de valor alimentarias centradas en una mejora de la eficiencia, en particular la reducción de pérdidas posteriores a las cosechas.

Cuadro 18. Aplicación de estrategia bajo el enfoque Una Salud

<b>ODS</b>	<b>Límites planetarios</b>	<b>Indicadores Sociales</b>
ODS 1, ODS 2, ODS 5, ODS 6, ODS 7, ODS 8, ODS 10, ODS 12, ODS 13, ODS 15	Uso de agua dulce Cambio del sistema de tierra Flujos biogeoquímicos Contaminación química Cambio climático	Alimentos, educación, voz política
<b>Acciones</b>		

<ul style="list-style-type: none"> <li>-Generación de empleo</li> <li>-Disponibilidad de alimentos</li> <li>-Empleo para mujeres</li> <li>-Optimización en los sistemas de riego</li> <li>-Disminución de la pérdida de alimentos</li> <li>-Investigación para generar acciones que disminuyan las emisiones de GEI</li> <li>-Prácticas que aporten a la salud de los ecosistemas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Optimización en los sistemas de riego</li> <li>-Prácticas que detengan el cambio del uso de la tierra</li> <li>-Uso de fertilizantes en dosis recomendadas por fabricantes</li> <li>-Fabricación de fertilizantes con dosis basadas en cálculos que no excedan el límite planetario</li> <li>-Aumentar la participación de fertilización orgánica en los planes de fertilización utilizados por los agro empresarios</li> <li>-Reducción en el uso de pesticidas</li> <li>-Uso de pesticidas en dosis recomendadas</li> <li>-Investigación para generar acciones que disminuyan las emisiones de GEI</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Intervención del estado desde la elaboración de políticas públicas que tengan en cuenta los límites planetarios</li> <li>-Disponibilidad de alimentos</li> <li>-Estrategias para disminuir la pérdida y desperdicio de arroz</li> <li>-Garantizar educación en materia de fertilizantes y pesticidas</li> <li>-Garantizar educación a la población rural respecto al enfoque Una Salud</li> </ul>
--	---	---

Fuente: Elaboración propia

En el Cuadro 18 se presenta la articulación que se propone realicen los agricultores, con el fin de ajustar practicas actuales y con ello aportar a la gestión sostenible desde el enfoque Una Salud.

#### **4.3.2 Sistema holístico, Enfoque Una Salud y su relación con los ODS**

A continuación, se presenta un modelo de gestión de sistema integral, el cual tiene como objetivo que todas las actividades de agricultura sean analizadas pasando por todo el modelo.



Figura 25. Modelo de gestión de sistema integral  
 Fuente: Elaboración propia con datos de (FAO, 2021) y (CEPAL, 2016)

En la Figura 25 se muestra los 4 servicios ecosistémicos (de abastecimiento, de regulación, de apoyo y culturales) que deben ser gestionados en forma integral en las actividades del hombre, en todos ellos se muestra que actualmente existe gestión desde el cumplimiento de los ODS; sin embargo, también contamos con los límites planetarios (enunciados en texto de color rojo). En todos nuestros ecosistemas se ejecutan actividades que pueden incidir directamente en la transgresión de los límites planetarios.

Uno de los retos más grandes que se identifica en los sistemas agroalimentarios, es que todos los actores gestionen en forma integral los servicios ecosistémicos, los ODS, los límites planetarios y los indicadores sociales.

En la Figura 26 se presenta la aplicación del modelo en los cultivos de arroz.



Figura 26. Aplicación del Modelo de gestión de sistema integral en cultivos de arroz  
Fuente: Elaboración propia

La agricultura en el mundo y en Colombia, es una actividad necesaria para el equilibrio de la vida. Enfocar la gestión hacia una agricultura regenerativa, permite garantizar la seguridad alimentaria para satisfacer necesidades básicas de los seres humanos. Identificar la relación existente entre límites planetarios, Objetivos de Desarrollo Sostenible e indicadores sociales, permitirá realizar análisis de todas las cadenas productivas con el enfoque Una Salud.

En la Figura 26 se muestra como en la cadena global de la producción de arroz, interviene la salud humana, animal, y vegetal, así como los límites planetarios, ODS e indicadores sociales que pueden verse impactados.

#### 4.3.3 Políticas públicas vigentes en Colombia (ACFC) enfocadas en la producción agrícola con impacto en los límites planetarios y el cumplimiento de los ODS

Propuesta para ajuste de políticas públicas vigentes en Colombia (ACFC)

Los pesticidas y fertilizantes son necesarios para garantizar la producción que

permita alimentar la población mundial. Sin pesticidas, la pérdida de alimentos por plagas puede llevarnos a una acelerada inseguridad alimentaria. Sin fertilizantes, hay exposición a no tener producción disponible para alimentar la población existente. Los pesticidas y fertilizantes son necesarios para garantizar la producción de alimentos a gran escala.

Ahora, esta necesidad no debe estar por encima de un enfoque holístico, que permita garantizar la producción de alimentos sanos e inocuos con un uso racional de pesticidas y fertilizantes, por lo cual la política debe ser ajustada para aumentar la participación de fertilización orgánica y así garantizar la recuperación, renovación y regeneración de suelos.

El ODS 12 producción y consumo responsables, planteó como meta “De aquí a 2020, lograr la gestión ecológicamente racional de los productos químicos y de todos los desechos a lo largo de su ciclo de vida, de conformidad con los marcos internacionales convenidos, y reducir significativamente su liberación a la atmósfera, el agua y el suelo a fin de minimizar sus efectos adversos en la salud humana y el medio ambiente”.

Al evaluar la meta del ODS, estaba previsto su cumplimiento para el 2020, de acuerdo con la información disponible, Colombia y otros países del mundo tienen aún consumo excesivo de pesticidas y fertilizantes, entrando en la zona insegura de los límites planetarios, tal como se demostró en los Cuadros 4 y 10.

La política pública ACFC establecida en Colombia identifica el problema y establece acciones; sin embargo, se hace necesario revisar las mismas frente a los ODS y los límites planetarios, para tomar acciones integrales con el enfoque Una Salud.

Para restringir estas repercusiones es necesario ver el sistema como un todo. Los servicios ecosistémicos hacen posible la vida humana, por ejemplo, al proporcionar alimentos, nutritivos y agua limpia, al regular las enfermedades y el clima, al apoyar

la polinización de los cultivos y la formación de suelos, y al ofrecer beneficios recreativos, culturales y espirituales.

#### **4.3.4 Inocuidad – Enfoque Una Salud**

El cultivo objeto de estudio (arroz), no se encuentra relacionado con eventos de inocuidad de acuerdo con información del INVIMA, ente regulador y de vigilancia en Colombia que se encarga de emitir alertas sanitarias frente a cualquier indicio de productos (alimentos y bebidas) que puedan representar algún riesgo para la salud de los consumidores.

Se realizó consulta a través del portal de alertas sanitarias e informes de seguridad del INVIMA sobre el producto “arroz”, hallando que no existe ningún registro de alertas sanitarias emitidas para el producto en mención, por lo cual se confirma, no existe evidencia de riesgos para el consumidor por el consumo de arroz.

El INVIMA cuenta con un programa de vigilancia y control de residuos de pesticidas y metales en alimentos de origen vegetal. La monitorización de residuos en los alimentos, para la determinación del grado de exposición de una población humana, es crucial para determinar el grado de impregnación y las posibles consecuencias toxicológicas a largo plazo. El control rutinario de residuos se realiza tanto para aquellas moléculas de nueva síntesis que surgen como alternativas a los fitosanitarios menos eficaces o más contaminantes, como para estos últimos, haya determinado su restricción o prohibición.

En el informe de gestión del 2020, emitido en enero de 2021 por el INVIMA, enuncia los resultados del monitoreo de riesgos químicos según se muestra en el Cuadro 19.

Total de muestras analizadas: 5.778

Cuadro 19. Resultado monitoreo riesgos químicos, INVIMA 2020

Muestras rechazadas	Alimento	Contaminante

3	Hígado de bovino	Exceso de ivermectina
2	Músculo de porcino	Exceso de tetraciclina y sulfametazina
1	Atún en conserva	Niveles de mercurio
2	Maíz	Niveles de aflatoxinas
24	Arroz	Niveles de cadmio

Fuente: Elaboración propia con datos de (INVIMA, 2021)

En productos procesados 1 muestra excedió los niveles de mercurio en atún en conserva, 2 muestras excedieron los niveles de aflatoxinas en maíz y derivados y 24 muestras superaron los niveles de cadmio en arroz (INVIMA, 2021).

En términos generales, se observa que el nivel de aceptación de los productos es superior al 99%. Lo que permite entrever que los productos objeto de vigilancia, por su relevancia en el consumo colombiano, de acuerdo con la evaluación de riesgos, presentan un alto nivel de inocuidad asociada al bajo riesgo que presentan los alimentos ante la presencia de peligros químicos (INVIMA, 2021).

Cabe señalar, que ante un resultado rechazado el INVIMA y otras autoridades sanitarias competentes realizan las medidas de intervención en los establecimientos responsables a lo largo de la cadena productiva, con el fin de evitar la recurrencia de eventos de residuales químicos en los alimentos destinados al consumo humano, en el marco de la gestión de riesgos para la mitigación del impacto que pueda presentarse asociado al consumo de alimentos de mayor producción y consumo en el país (INVIMA, 2021).

El producto arroz, no está relacionado con casos de inocuidad, según el monitoreo realizado es relevante los resultados frente a residualidad de cadmio, pese a ello, no se presentó implicaciones de alertas sanitarias y el INVIMA indica en su informe “se toman medidas para evitar recurrencia”.

A pesar de no tener grandes impactos en inocuidad (siendo relevante profundizar

en los resultados de cadmio), es necesario brindar una mirada desde el enfoque Una Salud, evaluar y controlar los pesticidas y fertilizantes, dado que el uso excesivo o inadecuado de los mismos, puede garantizar seguridad alimentaria en el presente, pero deterioro de los ecosistemas, lo que afectaría la seguridad alimentaria de las próximas generaciones.

## 5. CONCLUSIONES

Se concluye que

- 5.1 Gestionar los cultivos de arroz desde el enfoque Una Salud, es posible, toda vez que se incorpore en toda la cadena acciones para detener la transgresión a los límites planetarios, garantizando una óptima salud humana, animal y vegetal.
- 5.2 Es necesario realizar cambios en las prácticas del sector agrícola para desacelerar el cambio global y detener la transgresión de los límites planetarios, las prácticas que se llevan pueden conducir en corto plazo a no alcanzar los objetivos planteados en los ODS y en un mediano plazo afectar considerablemente la producción de alimentos, lo que conduce a afectar la seguridad alimentaria.
- 5.3 La producción de alimentos debe permitir alimentar a toda la población, y esta producción debe desarrollarse de tal forma que no se agoten los recursos, para garantizar que también será posible producir alimentos para futuras generaciones.
- 5.4 Es importante profundizar en las alternativas que pueden disminuir el uso intensivo de fertilizantes sintéticos y mantener la productividad, tales como los fertilizantes orgánicos.
- 5.5 El desarrollo de este trabajo identifica el aporte de los cultivos de arroz en la zona Ibagué para los límites P y N<sub>2</sub>, donde P con una aplicación promedio de 4.62 kg/ha se encuentra en estado de riesgo creciente y N<sub>2</sub> con una aplicación de 56.79 kg/ha se encuentra en zona de alto riesgo para el límite planetario. Es importante tomar medidas que permitan recuperar y regenerar los suelos con el fin que se pueda mantener la productividad, disminuyendo la cantidad de fertilizantes sintéticos aplicados.

- 5.6 Del análisis realizado en 7 países con datos estadísticos, Colombia se ubica en el sexto lugar en volumen de producción de cereales y en el primer lugar en el uso de fertilizantes sintéticos, lo que permite concluir que existe prácticas que apuntan a la transgresión de los límites planetarios en comparación con Ecuador, Brasil, Bangladesh, Perú, India e Indonesia.
- 5.7 La aplicación de pesticidas en cultivos de arroz en estudio de casos en Ibagué, presentó un promedio de 4.5 kg ia/ha encontrándose en zona segura, dado que el límite de alto riesgo ha sido establecido a partir de 6.5 kg ia/ha, sin embargo, dentro de los casos analizados se presentó una aplicación de 8 kg ia/ha. Esto hace necesario fortalecer toda la cadena productiva, considerando otras técnicas de control (por ejemplo, biológico), que permitan disminuir el uso excesivo de pesticidas.
- 5.8 Al realizar el cálculo con datos estadísticos (del año 2019) el total de ingredientes activos (consumo de pesticidas en Colombia) sobre el total de área sembrada en Colombia se identifica una aplicación de 13.1 kg ia/ha, siendo este un valor que transgrede el límite planetario establecido en alto riesgo a partir de 6.5 kg ia/ha, y que a su vez muestra una necesidad de fortalecer los controles preventivos de plagas.
- 5.9 Países como India e Indonesia cuentan con alto volumen de producción de arroz y su consumo estadístico de pesticidas, se encuentra por debajo de 1 kg ia/ha, lo que permite concluir que si existe en el mundo prácticas que garantizan la disponibilidad de alimentos y no son dependientes de sustancias pesticidas; por lo que para Ibagué y toda Colombia, es importante profundizar en las medidas preventivas de control de plagas y disminuir al máximo el control químico.
- 5.10 Los agricultores de la zona en estudio utilizan en sus controles pesticidas que cuentan con aprobación del ICA, sin embargo, los productos con principios activos clorpirifos y spinosad, no declaran en sus fichas técnicas que su uso sea

recomendado para cultivos de arroz.

- 5.11 En las recomendaciones de dosis de aplicación para las sustancias pesticidas se considera el funcionamiento ideal para el control de las plagas a controlar, pero no se tiene en cuenta que la cantidad de ingredientes activos y/o la combinación de diferentes sustancias pueden llevar a la transgresión del límite planetario.
- 5.12 De los pesticidas identificados en uso en cultivos de arroz en el estudio de casos en Ibagué, Clorpirifos y trifloxistrobin son los únicos que se encuentran dentro de la normatividad colombiana para control de LMR. Las otras sustancias (de los anexos 3, 4 y 5) no cuentan con legislación establecida para monitoreo de residualidad.
- 5.13 En los últimos 60 años ha aumentado hasta 6 veces la cantidad (en toneladas) de arroz producidas en Colombia, lo cual demuestra la conversión de uso de suelos en el mismo periodo de tiempo lo que incrementa la pérdida de la agrobiodiversidad.
- 5.14 El cultivo de arroz en comparación con otros cereales y con otros tipos de alimentos (como proteína animal), requiere de menor área ( $m^2$ ) para producir un kilogramo (de arroz).
- 5.15 Desde la necesidad de alimentar una población creciente, el arroz es un cultivo fundamental y realizando su producción desde el enfoque Una Salud, es posible lograr equilibrio con la seguridad alimentaria y la conservación de los ecosistemas.
- 5.16 Lograr equilibrio entre los indicadores de una buena vida dentro de los límites planetarios, es un escenario que en la actualidad no se evidencia. Los países con óptimos indicadores sociales tienen una evidente transgresión de límites planetarios, y los países con óptimos límites planetarios presentan una evidente

transgresión de los indicadores sociales.

- 5.17 Ningún país satisface las necesidades básicas de sus ciudadanos a un nivel de uso de recursos globalmente sostenible. Las necesidades físicas como la nutrición, el saneamiento, el acceso a la electricidad y la eliminación de la pobreza extrema probablemente podrían satisfacerse para todas las personas sin transgredir los límites planetarios.
- 5.18 Las estrategias para mejorar los sistemas de aprovisionamiento físico y social, con un enfoque en la suficiencia y la equidad, tienen el potencial de mover a las naciones hacia la sostenibilidad, pero el desafío sigue siendo importante para mantener en un espacio seguro y justo para la humanidad.
- 5.19 Las políticas públicas tienen gran relevancia en cada uno de los países y estas pueden ser el camino adecuado para implementar acciones reales orientadas a detener el cambio global, toda vez que consideren los ODS, los límites planetarios y los indicadores sociales.
- 5.20 Colombia cuenta con la política pública para la Agricultura Campesina, Familiar y Comunitaria (ACFC), enfocada en los sistemas productivos sostenibles, esta consideró costos de producción, uso de agroquímicos, uso de fertilizantes, disminución de la biodiversidad, cambio climático y manejo sostenible de agrosistemas; sin embargo, no se percibe su alineación con los objetivos de los ODS y no contempla acciones orientadas a disminuir la transgresión de los límites planetarios, lo que puede representar ejecución de actividades desconectadas.
- 5.21 El enfoque Una Salud debe ser implementado en toda actividad humana, para garantizar que no sigamos consumiendo recursos por encima de la capacidad de regeneración del planeta.
- 5.22 Se requiere de un cambio en nuestros patrones de producción y consumo,

estamos aprovechando los recursos finitos de este planeta como si no hubiera un mañana; es necesario seguir produciendo, implementando nuevos procedimientos basados en enfoques regenerativos, para garantizar el espacio operativo seguro para las presentes y futuras generaciones; el desarrollo regenerativo, forma parte de estas soluciones.

5.23 Es necesario garantizar el equilibrio entre la equidad social y los límites planetarios y eso se logra poniendo la agricultura en el centro de los ODS.

5.24 El modelo de gestión de sistema integral considera los servicios ecosistémicos, los indicadores sociales, los límites planetarios y los ODS, su aplicación, sin excluir ningún componente, permite identificar en cada etapa de la cadena de agricultura, que se puede impactar (positivo o negativo) y ello permitirá tomar acciones que permitan mantener los sistemas productivos asegurando que existirá recursos para futuras generaciones.

5.25 Los contaminantes químicos pueden comprometer la inocuidad de los alimentos, en Colombia se ha realizado monitoreo hallando resultados no favorables en contenidos de Cadmio, esto no ha llevado a la generación de alertas sanitarias; por lo cual se concluye, que es importante fortalecer el sistema de monitoreo y control.

## 6. RECOMENDACIONES

Se recomienda

- 6.1 Gestionar los cultivos de arroz desde el enfoque Una Salud, incorporando en toda la cadena acciones para detener la transgresión a los límites planetarios.
- 6.2 Aumentar la participación de fertilizantes orgánicos en los sistemas de producción agrícolas.
- 6.3 Aplicar el modelo de gestión de sistema integral sobre las actividades de agricultura en toda su cadena productiva y con base en ello identificar con mayor precisión como aplicar una agricultura regenerativa.
- 6.4 Realizar mediciones del impacto de todas las actividades de agricultura en Colombia, sobre cada uno de los límites planetarios (lo que no se mide no se controla). Es necesario identificar las actividades con mayor aporte a la transgresión de límites planetarios, con el fin de poder determinar acciones orientadas a detener problemas reales.
- 6.5 Implementar estrategias con los agricultores para la recuperación de los suelos (evaluar las buenas prácticas del modelo ahorrar para crecer e implementar pilotos con actividades de las cuales ya existe evidencia de sus óptimos resultados).
- 6.6 Emitir controles hacia los fabricantes de fertilizantes y pesticidas, con el fin de asegurar que las dosis recomendadas para uso en cultivos, se encontrarán dentro de la zona segura de los límites planetarios.
- 6.7 Educación y acompañamiento a los agricultores, para que cuenten con herramientas que les permita realizar cálculos adecuados (controles con agrónomos), de tal forma que las recomendaciones de aplicación de fertilizantes sintéticos se realicen dentro de la zona segura del límite planetario.

Con respecto a la Política pública se recomienda

- 6.8 Establecer medidas para el aumento de la participación de fertilización orgánica en los planes de producción utilizados por los agricultores en Colombia.
- 6.9 Brindar apoyo técnico a los agricultores para recuperar, renovar y regenerar los suelos.
- 6.10 Regular desde la generación de políticas, la obligatoriedad de integrar los ODS a las actividades propias de producción de alimentos.
- 6.11 Realizar revisión de las políticas públicas existentes y evaluar la pertinencia de las actividades propuestas para satisfacer los problemas identificados, es indispensable desde el gobierno nacional se migre a un enfoque de agricultura regenerativa.
- 6.12 Implementar en tiempo oportuno los lineamientos de la política pública.
- 6.13 Vincular al sistema de educación (secundaria y profesional) módulos pertinentes al enfoque un mundo Una Salud.

Con respecto a la inocuidad alimentaria se recomienda

- 6.14 Profundizar en el estudio de la cantidad de sustancias químicas aprobadas para uso en agricultura (listado de sustancias aprobadas por el ICA), respecto al monitoreo de residualidad establecido en la legislación colombiana. Es importante abordar el estudio del impacto de los principios activos de estas sustancias sobre la salud de las personas, siempre desde el enfoque Una Salud (vinculando la necesidad de garantizar la existencia de la agricultura para poder garantizar la disponibilidad de alimentos y con ello la seguridad alimentaria).
- 6.15 Todo estudio que se aborde desde cualquier frente, (humano, animal, vegetal, ambiental), debe contemplar el enfoque Una Salud. Es importante iniciar

el cambio de cultura, para lo cual se recomienda desde los programas educativos, se vincule el enfoque un mundo, Una Salud.

- 6.16 Profundizar en alternativas y buenas prácticas, que permitan garantizar alimentos producidos sin dañar los recursos, sin transgredir los límites planetarios, sin alterar el hábitat de especies y que no causen daños a la salud al momento de su consumo o en tiempo posterior (por residualidad acumulada en el organismo); esto garantizando que se tenga satisfacción de vida hoy, sin destruir el mundo para las futuras generaciones.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- Andrade, H., Campo, O., & M., & S. (2015). *Huella de carbono del sistema de producción de arroz (Oryza sativa) en el municipio de Campoalegre, Huila, Colombia*. Obtenido de Ciencia & Tecnología Agropecuaria: [https://doi.org/10.21930/rcta.vol15\\_num1\\_art:394](https://doi.org/10.21930/rcta.vol15_num1_art:394)
- Asociación colombiana de semillas y biotecnología. (2019). *Catálogo de semillas*. Obtenido de <https://acosemillas.org/catalogo-semillas-id1/>
- Asociación Internacional de la industria de los fertilizantes. (2002). *Los fertilizantes y su uso*. Obtenido de <http://www.fao.org/documents/card/es/c/b0f8bfc5-4c95-54b0-80cd-96b810006037/>
- Brundtland, H. (1987). *Report of the World Commission on Environment and development: Our Common Future*. Obtenido de <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>
- Camacho Valdez, R. L. (2011). Marco conceptual y clasificación de los servicios ecosistémicos. *Revista Biociencias*.
- Campbell, B. D.-S. (2017). La producción agrícola como uno de los principales impulsores del sistema terrestre que supera los límites planetarios. *Ecology and Society*.
- Carvalho, F. (2017). *Pesticides, environment, and food safety*. Obtenido de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/fes3.108>
- Castilla, L. A., Rodríguez, D., & Cote, F. (Noviembre de 2018). *Sifa web fertilización inteligente*. Obtenido de [http://www.fedearroz.com.co/docs/manual\\_sifa\\_web.pdf](http://www.fedearroz.com.co/docs/manual_sifa_web.pdf)
- Castilla, L. A., & Tirado, Y. (Noviembre de 2019). *Fundamentos técnicos para la nutrición del cultivo de arroz*. Obtenido de [http://www.fedearroz.com.co/docs/cartilla\\_fundamentos\\_nutricion.pdf](http://www.fedearroz.com.co/docs/cartilla_fundamentos_nutricion.pdf)
- Ceccon, E. (2008). La revolución verde tragedia en dos actos. *Redalyc, Sistema de información científica*.
- CEPAL. (2016). *Comisión Económica para América Latina y el Caribe*. Obtenido de Objetivos de Desarrollo Sostenible: <https://www.cepal.org/es/temas/agenda-2030-desarrollo-sostenible/objetivos-desarrollo-sostenible-ods>

- CIPF. (2021). *Convención Internacional de Protección Fitosanitaria*. Obtenido de <https://www.ippc.int/es/>
- Codex Alimentarius. (2021). *Comisión del Codex Alimentarius*. Obtenido de <http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/home/es/>
- DANE. (2014). *Censo Nacional Agropecuario*. Obtenido de Departamento Administrativo Nacional de Estadística: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/agropecuario/censo-nacional-agropecuario-2014#entrega-de-resultados-del-3er-censo-nacional-agropecuario-preliminar>
- DANE. (2019). *Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA)*. Obtenido de [https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/enda/ena/2019/boletin\\_ena\\_2019.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/enda/ena/2019/boletin_ena_2019.pdf)
- DANE. (2020). *Encuesta Nacional de Arroz Mecanizado*. Obtenido de [https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/arroz/bol\\_arroz\\_IIsem20.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/arroz/bol_arroz_IIsem20.pdf)
- Escobar, D. (3 de febrero de 2013). *Epidemiología de la Leptospirosis en el departamento del tolima, colombia, 2009-2011*. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnsp/v31n1/v31n1a06.pdf>
- FAO. (1996). *Cumbre mundial sobre la alimentación*. Obtenido de Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura: <http://www.fao.org/3/w2612s/w2612s06.htm>
- FAO. (2011). *Ahorrar para crecer*. Obtenido de Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura: <http://www.fao.org/ag/save-and-grow/es/inicio/index.html>
- FAO. (2016). *Ahorrar para crecer en la práctica: maíz, arroz, trigo*. Obtenido de Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura: <http://www.fao.org/3/i4009s/i4009s.pdf>
- FAO. (2020). *El estado mundial de la agricultura y la alimentación*. Obtenido de Superar los desafíos relacionados con el agua en la agricultura: <http://www.fao.org/3/cb1447es/CB1447ES.pdf>
- FAO. (Octubre de 2020). *Justificación de una nueva estrategia de la FAO para la inocuidad de los alimentos*. Obtenido de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura: <http://www.fao.org/3/nd398es/ND398ES.pdf>

- FAO. (2021). *Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura*. Obtenido de <http://www.fao.org/one-health/es/#:~:text=El%20enfoque%20%E2%80%9CUna%20salud%E2%80%9D%20puede,trabajo%20multisectoriales%20sobre%20la%20RAM.>
- FAO. (2021). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Obtenido de Programa Especial para la Seguridad Alimentaria (PESA) Centroamérica: <http://www.fao.org/in-action/pesa-centroamerica/temas/conceptos-basicos/es/>
- FAO. (04 de Junio de 2021). *Según la FAO y el PNUMA, el empeoramiento de la contaminación del suelo es una amenaza para la producción de alimentos y los ecosistemas en el futuro*. Obtenido de <http://www.fao.org/news/story/es/item/1410485/icode/>
- FAO. (25 de 04 de 2021). *Servicios ecosistemicos y biodiversidad*. Obtenido de <http://www.fao.org/ecosystem-services-biodiversity/es/#:~:text=Los%20servicios%20ecosist%C3%A9micos%20son%20la,que%20estos%20presten%20sus%20servicios.>
- FAO. (2021). *Una Salud*. Obtenido de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura: <http://www.fao.org/one-health/es/>
- FAOSTAT. (2021). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Obtenido de <http://www.fao.org/faostat/es/#country/44>
- FAOSTAT. (2021). *Plaguicidas uso*. Obtenido de <http://www.fao.org/faostat/es/#data/RP>
- FEDEARROZ. (2021). *Area, producción y rendimientos*. Obtenido de [http://www.fedearroz.com.co/new/apr\\_public.php](http://www.fedearroz.com.co/new/apr_public.php)
- FEDEARROZ. (2021). *Estadísticas arroceras*. Obtenido de [http://www.fedearroz.com.co/new/apr\\_public.php](http://www.fedearroz.com.co/new/apr_public.php)
- Garcés G, M. J. (Noviembre de 2018). *La fisiología del cultivo del arroz en el programa AMTEC*. Obtenido de [http://www.fedearroz.com.co/docs/cartilla\\_fisiologia.pdf](http://www.fedearroz.com.co/docs/cartilla_fisiologia.pdf)
- Gaspar, M., & Granobles, J. (Mayo de 2019). *Evaluación de los cambios en la fertilidad de los suelos de la meseta de Ibagué cultivados con arroz (Oryza sativa L.) a través del tiempo*. Obtenido de <https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/handle/20.500.12746/4044>
- Hannah, R., & Roser, M. (2020). *Impactos ambientales de la producción de*

*alimentos*. Obtenido de <https://ourworldindata.org/environmental-impacts-of-food>

Hernan Andrade, O. C. (2014). Huella de carbono del sistema de producción de arroz (*oryza sativa*) en el municipio de campoalegre, Huila, Colombia. *Corpoica Cienc. Tecnol. Agropecu.* .

ICA. (2015). *Normatividad ICA, Resolución 3165 de 2015*. Obtenido de <https://www.ica.gov.co/normatividad/normas-ica/resoluciones-oficinas-nacionales/2015/2015r3168.aspx>

ICA. (2019). *Noticias ICA*. Obtenido de ICA Instituto Colombiano Agropecuario: <https://www.ica.gov.co/noticias/siembra-semilla-arroz-no-certificada-riesgo-pais>

ICA. (Junio de 2021). *Instituto Colombiano Agropecuario*. Obtenido de Plaguicidas registrados - junio de 2021: <https://www.ica.gov.co/getdoc/d3612ebf-a5a6-4702-8d4b-8427c1cdaeb1/registros-nacionales-pqua-15-04-09.aspx>

Instituto Nacional de Salud. (2017). *Guía para la vigilancia por laboratorio del Leptospira spp.* Obtenido de <https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/Informacin%20de%20laboratorio/Gu%C3%ADa%20para%20la%20vigilancia%20por%20laboratorio%20de%20Leptospira%20spp.pdf>

Instituto Nacional de Salud. (5 de abril de 2020). *Boletín Epidemiológico Semanas*. Obtenido de [https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/BoletinEpidemiologico/2020\\_Boletin\\_epidemiologico\\_semana\\_15.pdf](https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/BoletinEpidemiologico/2020_Boletin_epidemiologico_semana_15.pdf)

Instituto Nacional de Vigilancia de medicamentos y Alimentos - Invima. (2020). *Plan nacional subsectorial de vigilancia y control de micotoxinas en alimentos procesados durante el periodo 2020*. Obtenido de [https://www.invima.gov.co/documents/20143/3846926/DOCUMENTO+T%C3%89CNICO+MICOTOXINAS\\_2020.pdf](https://www.invima.gov.co/documents/20143/3846926/DOCUMENTO+T%C3%89CNICO+MICOTOXINAS_2020.pdf)

INVIMA. (enero de 2021). *Informe de gestión 2020*. Obtenido de [https://www.invima.gov.co/documents/20143/3870872/Informe\\_Gestion\\_2020.pdf](https://www.invima.gov.co/documents/20143/3870872/Informe_Gestion_2020.pdf)

Jørgensen, P., Aktipis, A., Brown, Z., Carrière, Y., Downes, S., Dunn, R., . . . Carroll, S. (2018). Antibiotic and pesticide susceptibility and the Anthropocene operating space. *Nature Sustainability*, 632-641.

Lal, R. (10 de Marzo de 2021). *Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura*. Obtenido de <https://iica.int/es/prensa/noticias/agricultura->

regenerativa-es-posible-producir-alimentos-y-contribuir-la-salud-del

Lenntech. (s.f.). *Ciclos biogeoquímicos*. Obtenido de <https://www.lenntech.es/ciclos-biogeoquimicos.htm>

Ministerio de agricultura y desarrollo rural. (2017). *Lineamientos estratégicos de política pública para la agricultura campesina, familiar y comunitaria*. Obtenido de <https://www.minagricultura.gov.co/Normatividad/Resoluciones/Resoluci%C3%B3n%20No%20000464%20de%202017.pdf>

Ministerio de agricultura, Agronet. (01 de Marzo de 2021). *Ambientes acuáticos, amenazados por la eutrofización y la colmatación*. Obtenido de <https://www.agronet.gov.co/Noticias/Paginas/Ambientes-acu%C3%A1ticos,-amenazados-por-la-eutrofizaci%C3%B3n-y-la-colmataci%C3%B3n.aspx>

Ministerio de protección social. (2007). *Resolución 2906 de 2007*. Obtenido de [https://www.invima.gov.co/documents/20143/441309/resolucion2906\\_2007.pdf/690b26e7-ce0d-08da-e54a-a3f6588fb32e](https://www.invima.gov.co/documents/20143/441309/resolucion2906_2007.pdf/690b26e7-ce0d-08da-e54a-a3f6588fb32e)

Moreno D, Q. J. (29 de Julio de 2010). *Métodos para identificar, diagnosticar y evaluar el grado de eutrofia*. Obtenido de <http://www2.izt.uam.mx/newpage/contactos/anterior/n78ne/eutrofia2.pdf>

Muller A, S. P. (Noviembre de 2018). *MIDIENDO LO QUE IMPORTA EN LA AGRICULTURA Y LOS SISTEMAS ALIMENTARIOS*. Obtenido de Síntesis de los resultados y recomendaciones del Informe sobre los Fundamentos Científicos y Económicos de TEEB para la Agricultura y la Alimentación: [https://www.researchgate.net/publication/328743185\\_MIDIENDO\\_LO\\_QUE\\_IMPORTA\\_EN\\_LA\\_AGRICULTURA\\_Y\\_LOS\\_SISTEMAS\\_ALIMENTARIOS\\_Sintesis\\_de\\_los\\_resultados\\_y\\_recomendaciones\\_del\\_Informe\\_sobre\\_los\\_Fundamentos\\_Cientificos\\_y\\_Economicos\\_de\\_TEEB\\_para\\_la\\_Agricultura](https://www.researchgate.net/publication/328743185_MIDIENDO_LO_QUE_IMPORTA_EN_LA_AGRICULTURA_Y_LOS_SISTEMAS_ALIMENTARIOS_Sintesis_de_los_resultados_y_recomendaciones_del_Informe_sobre_los_Fundamentos_Cientificos_y_Economicos_de_TEEB_para_la_Agricultura)

Müller, E. (2016). *Desarrollo regenerativo ante el cambio global*. <https://laliniciativablog.files.wordpress.com/2017/03/uci-desarrollo-regenerativo-centroamecc81rica-05-2016-1.pdf>.

Naciones unidas. (2019). *Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Obtenido de [https://unstats.un.org/sdgs/report/2019/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2019\\_Spanish.pdf](https://unstats.un.org/sdgs/report/2019/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2019_Spanish.pdf)

OIE. (2021). *Una Sola Salud*. Obtenido de <https://www.oie.int/es/que-hacemos/iniciativas-mundiales/una-sola-salud/>

O'Neill, D. F. (2018). Una buena vida para todos dentro de los límites planetarios.

*Nature sustainability* , <https://doi.org/10.1038/s41893-018-0021-4>.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2003). *Guía para identificar las limitaciones del campo en la producción de arroz*. Obtenido de Problemas y limitaciones de la producción de arroz : <http://www.fao.org/3/y2778s/y2778s00.htm#Contents>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (s.f.). *Los sistemas alimentarios representan más de un tercio de las emisiones mundiales de GEI*. Obtenido de <http://www.fao.org/news/story/es/item/1379490/icode/>

Organización Mundial de la salud. (29 de julio de 2020). *Zoonosis*. Obtenido de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/zoonoses>

Organización mundial de la salud. (s.f.). *Cambio climático y salud humana*. Obtenido de Bienes y servicios de los ecosistemas para la salud : <https://www.who.int/globalchange/ecosystems/es/>

Perdomo C, B. M. (s.f.). *Facultad de agronomía, universidad de la republica, Área de suelos y aguas cátedra de fertilidad*. Obtenido de Nitrógeno: <http://www.fagro.edu.uy/~fertilidad/publica/Tomo%20N.pdf>

Perez, C. (Noviembre de 2018). *Manejo integrado de insectos en el cultivo de arroz*. Obtenido de [http://www.fedearroz.com.co/docs/cartilla\\_manejo\\_insectos.pdf](http://www.fedearroz.com.co/docs/cartilla_manejo_insectos.pdf)

PNUD. (2020). *El desarrollo humano y el antropoceno*. Obtenido de Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo: [http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr2020\\_es.pdf](http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr2020_es.pdf)

Portafolio. (09 de septiembre de 2020). *El 17% del total de la fuerza laboral del país trabaja en el campo*. Obtenido de <https://www.portafolio.co/economia/el-panorama-de-la-agricultura-en-colombia-en-su-dia-internacional-de-la-agricultura-544437>

Programa de las naciones unidas para el desarrollo. (2016). *Desde los ODM hasta el desarrollo sostenible para todos* . Nueva York, NY, 10017 EE.UU.: Copyright.

Programa de las naciones unidas para el medio ambiente. (2018). *Emisiones de las actividades humanas que conducen al agotamiento del ozono*. Obtenido de <https://ozone.unep.org/20-questions-and-answers>

Proyecto Living with Resistance. . (noviembre de 2018). *Susceptibilidad a antibióticos y pesticidas y el espacio operativo del Antropoceno*. Obtenido de

<https://doi.org/10.1038/s41893-018-0164-3>

- Raworth, K. (2012). *Un espacio seguro y justo para la humanidad*. Obtenido de [https://www-cdn.oxfam.org/s3fs-public/file\\_attachments/dp-espacio-seguro-justo-humanidad-130212-es\\_3.pdf](https://www-cdn.oxfam.org/s3fs-public/file_attachments/dp-espacio-seguro-justo-humanidad-130212-es_3.pdf)
- Raworth, K. (mayo de 2017). *A Doughnut for the Anthropocene: humanity's compass in the 21st century*. Obtenido de The Lancet Planetary Health: <https://doughnuteconomics.org/tools-and-stories/11>
- Reid, W. (2005). *Evaluación de los Ecosistemas del Milenio*. Obtenido de <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.439.aspx.pdf>
- Ritchie , H., & Roser, M. (2013). *Fertilizantes*. Obtenido de <https://ourworldindata.org/fertilizers#citation>
- Ritchie, H. (06 de Noviembre de 2019). *La producción de alimentos es responsable de la cuarta parte de las emisiones de gases de efecto invernadero*. Obtenido de <https://ourworldindata.org/food-ghg-emissions>
- Ritchie, H. (24 de enero de 2020). *Quiere reducir la huella de carbono de sus alimentos? Concéntrese en lo que come, no en si su comida es local*. Obtenido de <https://ourworldindata.org/food-choice-vs-eating-local?country=>
- Ritchie, H. y. (2013). *Fertilizantes*. Obtenido de <https://ourworldindata.org/fertilizers#nitrogen-fertilizer>
- Ritchie, H., & Roser, M. (2018). Obtenido de *Uso del agua y estrés*: <https://ourworldindata.org/water-use-stress#freshwater-use-in-agriculture>
- Ritchie, H., & Roser, M. (2020). *CO<sub>2</sub> y emisiones de gases de efecto invernadero*. Obtenido de <https://ourworldindata.org/co2/country/colombia>
- Ritchie, H., & Roser, M. (2020). *Impactos ambientales en la producción de alimentos*. Obtenido de <https://ourworldindata.org/environmental-impacts-of-food>
- Ritchie, H., & Roser, M. (Marzo de 2020). *Producción de agricultura*. Obtenido de <https://ourworldindata.org/agricultural-production#cereals>
- Roser, M. (2019). *Plaguicidas*. Obtenido de <https://ourworldindata.org/pesticides#citation>
- Secretaría del convenio sobre la diversidad biológica . (2008). *La biodiversidad y la agricultura: salvaguardando la biodiversidad y asegurando alimentación para*

*el mundo* . Montreal, Quebec, Canada .

Seinfeld, J. H. (2016). Mejorar nuestra comprensión fundamental del papel de las interacciones aerosol-nube en el sistema climático. *PNAS Proceedings of the national academy of sciences of the United States of America*.

Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J., Cornell, S., Fetzer, I., Bennett, E., . . . Sörlin, S. (2015). Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. *Science Express*, <https://science.sciencemag.org/content/347/6223/1259855/tab-pdf>.

Stockholm university. (s.f.). *Stockholm resilience Centre, sustainability science for biosphere stewardship*. Obtenido de Los nueve límites planetarios: <https://www.stockholmresilience.org/research/planetary-boundaries/planetary-boundaries/about-the-research/the-nine-planetary-boundaries.html>

University of leeds. (2021). *Una buena vida para todos dentro de los límites planetarios*. Obtenido de <https://goodlife.leeds.ac.uk/>

University of Leeds. (2021). *Una buena vida para todos dentro de los límites planetarios*. Obtenido de Comparaciones de países: <https://goodlife.leeds.ac.uk/countries/>

Worldometer. (2017). *Uso de pesticidas por país*. Obtenido de <https://www.worldometers.info/food-agriculture/pesticides-by-country/>

## 8. ANEXOS

### Anexo 1. Chárter del proyecto de investigación

#### CHARTER DEL PROYECTO

Nombres y apellidos: Tania Jetsy Palomino Roa

Lugar de residencia: Medellín, Antioquia, Colombia

Institución: Un Solo Proveedor S.A.S

Cargo / puesto: Directora de calidad e inocuidad

<b>Información principal y autorización del PFG</b>	
<b>Fecha:</b> 25-09-20	<b>Nombre de Proyecto:</b> Gestión de la producción de arroz en Ibagué Colombia, bajo el enfoque Una Salud
<b>Fecha de inicio del proyecto:</b> 04-01-2021	<b>Fecha tentativa de finalización del proyecto:</b> 04-04-2021
<b>Tipo de PFG: Tesina</b>	
<b>Objetivos del proyecto</b>	
<p><b>Objetivo general</b></p> <p>Evaluar las externalidades de la producción arrocerera de Colombia que inciden en el cambio global, mediante la identificación de las prácticas actuales con impacto en los límites planetarios, con el fin de proponer acciones para gestionar estas externalidades bajo el enfoque Una Salud.</p>	
<p><b>Objetivos específicos</b></p> <p>Identificar el estado actual de transgresión de los límites planetarios en la producción de arroz en la zona de Ibagué Colombia.</p> <p>Comparar el uso y aplicación de agroquímicos en cultivos de arroz en Ibagué, Colombia con otras zonas productivas a nivel mundial.</p> <p>Evaluar las políticas públicas vigentes en Colombia enfocadas en la producción agrícola con impacto en los límites planetarios y el cumplimiento de los Objetivos de desarrollo Sostenible.</p> <p>Analizar la relación ODS, límites planetarios e indicadores sociales para proponer el sistema de gestión de las externalidades bajo el enfoque Una Salud.</p>	
<b>Descripción del producto:</b>	

Esta investigación tiene como enfoque identificar el rol que tiene la agricultura en el estado actual de los límites planetarios.

Se realizará identificación del cultivo de mayor área productiva en Colombia y sobre este se abordará el análisis específico del impacto sobre los límites planetarios.

***Necesidad del proyecto:***

El progreso económico y social en el curso del último siglo ha ido acompañado de una degradación ambiental que está poniendo en peligro los mismos sistemas de los que depende nuestro desarrollo futuro y nuestra propia supervivencia. En todo el mundo, seguimos utilizando cantidades cada vez mayores de recursos naturales y sintéticos para apoyar nuestra actividad económica. La eficiencia con la que se utilizan estos recursos no ha cambiado a nivel mundial, por lo que todavía no hemos visto una separación entre el crecimiento económico y el uso de los recursos naturales.

Se requieren medidas urgentes para garantizar que las necesidades materiales actuales no lleven a una sobreexplotación de los recursos y a una mayor degradación del medio ambiente. Deben adoptarse normativas para mejorar la eficiencia de los recursos, minimizar los residuos e integrar las prácticas de sostenibilidad en todos los sectores de la economía<sup>1</sup>.

***Justificación de impacto del proyecto:***

La agricultura sostenible contribuye a varios ODS, incluidos los relacionados con los ingresos de los agricultores, la biodiversidad agrícola, el uso limpio y eficiente del agua, el consumo y la producción sostenible, el cambio climático, y la restauración y uso sostenible de la tierra. La agricultura y en especial los cultivos de arroz demandan alta necesidad de recursos naturales, así mismo este cereal es considerado de gran aporte para garantizar la seguridad alimentaria, por lo cual, implementar estrategias de producción sostenible, constituyen una necesidad latente para los productores.

Se requiere una transición a una agricultura sostenible y regenerativa con enfoque en uso adecuado de recursos naturales, para esto los productores deben identificar las acciones que pueden ejecutar en todo su modelo de producción (desde el cultivo hasta la distribución) y el rol del estado es esencial para la determinación de políticas públicas compatibles con el medio ambiente y las personas, así como las acciones claras para detener el cambio global acelerado.

***Restricciones:***

Información no disponible en cuanto al estado de implementación de políticas públicas

Estadísticas con altas variaciones en las diferentes fuentes consultadas.

<sup>1</sup> Informe de los objetivos de desarrollo sostenible (2019) Naciones Unidas

<b>Entregables:</b>	
Avances periódicos del desarrollo del PFG al tutor (a). Entrega del documento aprobado al lector (a) para su revisión y para su posterior aprobación y calificación. Tribunal evaluador (tutor (a) y lector(a), entregan calificación promediada.	
<b>Identificación de grupos de interés:</b>	
<b>Cliente(s) directo (s):</b> Agricultores <b>Cientes indirectos:</b> Alianza unidos por los ODS; Productores de arroz a nivel nacional (Colombia)	
<b>Aprobado por director MIA:</b> <b>Félix Modesto Cañet Prades</b>	<b>Firma:</b>
<b>Aprobado por profesora seminario graduación:</b> <b>MIA Ana Cecilia Segreda Rodríguez</b>	<b>Firma:</b>
<b>Estudiante:</b> <b>Tania Jetsy Palomino Roa</b>	<b>Firma:</b>

## Anexo 2: Datos uso de fertilizantes

## Agricultor A

Marca comercial e ingrediente activo	Uso	Clasificación	% de ingrediente activo de fertilizante	Dosis usada por la operación kg/ha	cantidad de fertilizante aplicado kg/ha
Urea 46-0-0	Fertilizante edáfico	Nitrógeno	46	50	23
SAM 21-0-0-24(S)	Fertilizante edáfico	Nitrógeno	21	100	21
Synestress	fertilizante	Nitrógeno	30	1	0,3
Fosfitek gold	Fertilizante edáfico	Fósforo	51	15	3,28
Fosfitek boro	Fertilizante edáfico	Fósforo	40	25	4,3
fosmicron	Fertilizante edáfico	Fósforo	28	10	1,2
TOTAL NITRÓGENO (kg/ha)					44,3
TOTAL FÓSFORO (kg/ha)					8,7
TOTAL FERTILIZANTES (kg/ha)					53,09

## Agricultor B

Marca comercial e ingrediente activo	Uso	Clasificación	% de ingrediente activo de fertilizante	Dosis usada por la operación kg/ha	cantidad de fertilizante aplicado kg/ha
Urea 46-0-0	Fertilizante edáfico	Nitrógeno	46	50	23
SAM 21-0-0-24(S)	Fertilizante edáfico	Nitrógeno	21	100	21
Synestress	Fertilizante edáfico	Nitrógeno	30	1	0,3
Wuxal tapa negra	Fertilizante foliar	Nitrógeno	16	2	0,32
Borozinco - Fertilizante edáfico N + Elementos menores B, Zn, y Cu	Fertilizante	Nitrógeno	3	20	0,6
Calcibor	fertilización	Nitrógeno	12	3	0,36
Fosfitek boro	Fertilizante edáfico	Fósforo	40	25	0,43
TOTAL NITRÓGENO (kg/ha)					45,58
TOTAL FÓSFORO (kg/ha)					0,43
TOTAL FERTILIZANTES (kg/ha)					46,01

## Agricultor C

Marca comercial e ingrediente activo	Uso	Clasificación	% de ingrediente activo de fertilizante	Dosis usada por la operación kg/ha	cantidad de fertilizante aplicado kg/ha
--------------------------------------	-----	---------------	---	------------------------------------	---

Urea 46-0-0	Fertilizante edáfico	Nitrógeno	46	50	23
SAM 21-0-0-24(S)	Fertilizante edáfico	Nitrógeno	21	100	21
Synestress	Fertilizante edáfico	Nitrógeno	30	1	0,3
Wuxal tapa negra	Fertilizante foliar	Nitrógeno	16	2	0,32
Borozinco - Fertilizante edáfico N + Elementos menores B, Zn, y Cu	Fertilizante	Nitrógeno	3	20	0,6
Calcibor	fertilización	Nitrógeno	12	3	0,36
Fosfitek boro	Fertilizante edáfico	Fósforo	40	25	4,3
Formador 2000	fertilización	Nitrógeno	7.2	1	0,072
Calcibor	fertilización	Nitrógeno	12	3	0,36
TOTAL NITRÓGENO (kg/ha)					46,012
TOTAL FÓSFORO (kg/ha)					4,3
TOTAL FERTILIZANTES (kg/ha)					<b>50,31</b>

## Agricultor G

Marca comercial e ingrediente activo	Uso	Clasificación	% de ingrediente activo de fertilizante	Dosis usada por la operación kg/ha	cantidad de fertilizante aplicado kg/ha
Ferticrop 11-22-12+3MGO+3S+0.02B+0.06Zn	fertilizante	Nitrógeno	11	100	11
Urea 46-0-0	Fertilizante edáfico	Nitrógeno	46	100	46
SAM 21-0-0-24(S)	Fertilizante edáfico	Nitrógeno	21	100	21
Wuxal tapa roja	Fertilizante foliar	Nitrógeno	20	2	0,4
Synestress	Fertilizante edáfico	Nitrógeno	30	1	0,3
Wuxal tapa negra	Fertilizante foliar	Nitrógeno	16	2	0,32
Borozinco - Fertilizante edáfico N + Elementos menores B, Zn, y Cu	Fertilizante	Nitrógeno	3	20	0,6
Fosfitek gold	Fertilizante edáfico	Fósforo	51	15	3,2
Calcibor	fertilizante	Nitrógeno	12	3	0,36
TOTAL NITRÓGENO (kg/ha)					79,98
TOTAL FÓSFORO (kg/ha)					3,2
TOTAL FERTILIZANTES (kg/ha)					<b>83,26</b>

## Agricultor H

Marca comercial e ingrediente activo	Uso	Clasificación	% de ingrediente activo de fertilizante	Dosis usada por la operación kg/ha	cantidad de fertilizante aplicado kg/ha
Ferticrop 11-22-12+3MGO+3S+0.02B+0.06Zn	fertilizante	Nitrógeno	0,11	100	11
Urea 46-0-0	Fertilizante edafico	Nitrógeno	0,46	100	46
SAM 21-0-0-24(S)	Fertilizante edafico	Nitrógeno	0,21	100	21
Wuxal tapa roja	Fertilizante foliar	Nitrógeno	0,2	2	0,4
Synestress	Fertilizante edafico	Nitrógeno	0,3	1	0,3
Wuxal tapa negra	Fertilizante foliar	Nitrógeno	0,16	2	0,32
Borozinco - Fertilizante edáfico N + Elementos menores B, Zn, y Cu	Fertilizante	Nitrógeno	0,03	20	0,6
Fosfitek gold	Fertilizante edafico	Fósforo	0,51	15	3,28
TOTAL NITRÓGENO (kg/ha)					79,62
TOTAL FÓSFORO (kg/ha)					3,28
TOTAL FERTILIZANTES (kg/ha)					<b>82,90</b>

## Anexo 3: Datos uso de insecticidas

Agricultor	Marca comercial e ingrediente activo	Uso	CONCENTRACIÓN	Concentración % de ingrediente activo	Dosis usada por la operación g/ha	Dosis aplicada (g/ha)
A	ACTARA - <i>thiametoxan</i>	Complejo de chinches Oebalus spp., minador de hoja	250 g/kg	25	120 cc/l	30
A	Certus- <i>thiametoxan</i>	Sogata Gusano cogollero	700 g/kg	70	150gr/ha	105
A	TRACER - <i>spinosad</i>	Gusano cogollero	120 g/l	12	200cc/ha	24
A	Borey – <i>lambda cyhalotrina</i>	Chinche de la espiga Cogollero	50 g/l	5	200cc/ha	10
TOTAL GRAMOS INGREDIENTE ACTIVO APLICADO (g/ha)						<b>169</b>
B	ACTARA - <i>thiametoxan</i>	Complejo de chinches Oebalus spp., minador de hoja	250 g/Kg	25	120cc/L	30
B	TRACER - <i>spinosad</i>	Gusano cogollero	120 g/l	12	200cc/ha	24
B	Proteus - <i>piretroide+neonicotinoide</i>	Complejo de chinches Oebalus spp. Tibraca limbativentris	150 g/l 20 g/l	15	400cc/L	60
TOTAL GRAMOS INGREDIENTE ACTIVO APLICADO (g/ha)						<b>114</b>
C	ACTARA - <i>thiametoxan</i>	Complejo de chinches Oebalus spp., minador de hoja	250 g/Kg	25	100cc/L	25
C	TRACER - <i>spinosad</i>	Gusano cogollero	120 g/l	12	200cc/ha	24
C	Proteus - <i>piretroide+neonicotinoide</i>	Complejo de chinches Oebalus spp. Tibraca limbativentris	150 g/l 20 g/l	15	400cc/L	60
C	Certus- <i>thiametoxan</i>	Sogata Gusano cogollero	700 g/kg	70	100gr/ha	70
C	Bingo	Gusano cogollero	240 g/kg	24	150gr/ha	36
C	Borey – <i>lambda cyhalotrina</i>	Chinche de la espiga Cogollero	200 g/l	20	180cc/ha	36
TOTAL GRAMOS INGREDIENTE ACTIVO APLICADO (g/ha)						<b>251</b>
D	Proteus - <i>piretroide+neonicotinoide</i>	Complejo de chinches Oebalus spp.	150 g/l 20 g/l	15	300cc/L	45

		Tibraca limbativentris				
D	Certus- <i>thiametoxan</i>	Sogata Gusano cogollero	700 g/kg	70	150gr/ha	105
D	Bingo	Gusano cogollero	240 g/kg	24	150gr/ha	36
D	Borey – <i>lambda cyhalotrina</i>	Chinche de la espiga Cogollero	200 g/l	20	200cc/ha	40
TOTAL GRAMOS INGREDIENTE ACTIVO APLICADO (g/ha)						<b>226</b>
E	CIPERMETRINA	GUSANO COGOLLERO	200 g/l	20	400cc/ha	80
E	ACERRADO - <i>cypermethrin</i>	Gusano cogollero	200 g/l	20	400cc/ha	80
E	EXALT- <i>spinetoram</i>	Gusano cogollero	60 g/l	6	100cc/ha	6
E	LORSBAN -Clorpirifos	Hormiga arriera	480 g/l	48	0.5 cc/L	0,24
TOTAL GRAMOS INGREDIENTE ACTIVO APLICADO (g/ha)						<b>166,24</b>
F	ACTARA - <i>thiametoxan</i>	Complejo de chinches Oebalus spp., minador de hoja	250 g/kg	25	120cc/L	30
F	Certus- <i>thiametoxan</i>	Sogata Gusano cogollero	700 g/kg	70	150gr/ha	105
F	TRACER - <i>spinosad</i>	Gusano cogollero	120 g/l	12	200cc/ha	24
F	Borey – <i>lambda cyhalotrina</i>	Chinche de la espiga Cogollero	200 g/l	20	200cc/ha	40
TOTAL GRAMOS INGREDIENTE ACTIVO APLICADO (g/ha)						<b>199</b>
G	Proteus - <i>piretroide+neonicotinoide</i>	Complejo de chinches Oebalus spp. Tibraca limbativentris	150 g/l 20 g/l	15	300cc/L	45
G	Certus- <i>thiametoxan</i>	Sogata Gusano cogollero	700 g/kg	70	150gr/ha	105
G	Bingo	Gusano cogollero	240 g/kg	24	150gr/ha	36
G	EXALT - <i>spinetoram</i>	Larvas de lepidópteros, trips, y minadores	60 g/l	6	200cc/ha	12
TOTAL GRAMOS INGREDIENTE ACTIVO APLICADO (g/ha)						<b>198</b>
H	Proteus - <i>piretroide+neonicotinoide</i>	Complejo de chinches Oebalus spp. Tibraca limbativentris	150 g/l 20 g/l	15	300cc/L	45

H	<i>Certus-thiametoxan</i>	Sogata Gusano cogollero	700 g/kg	70	150gr/ha	105
H	Bingo	Gusano cogollero	240 g/kg	24	150gr/ha	36
H	EXALT - <i>spinetoram</i>	Larvas de lepidópteros, trips, y minadores	60 g/l	6	200cc/ha	12
H	Borey – <i>lambda cyhalotrina</i>	Chinche de la espiga Cogollero	200 g/l	20	200cc/ha	40
TOTAL GRAMOS INGREDIENTE ACTIVO APLICADO (g/ha)						<b>238</b>

## Anexo 4: Datos uso de fungicidas

Agricultor	Marca comercial e ingrediente activo	Uso	Concentración	Concentración % de ingrediente activo	Dosis usada por la operación g/ha	Dosis aplicada (g/ha)
A	Nativo- <i>tebuconazole+trifloxystrobin</i>	Añublo de la vaina, piricularia en cuello, anaranjamiento del arroz, complejo del manchado del grano	200 g/l 100 g/l	20	1L/ha	200
A	EVITO T- <i>tebuconazole-Fluoxastrobin</i>	Manchado de grano (Bipolaris oryzae, Rhynchosporium oryzae y Cercospora oryzae)	325 g/l 125 g/l	32,5	500cc/ha	162,5
<b>TOTAL GRAMOS INGREDIENTE ACTIVO APLICADO (g/ha)</b>						<b>362,5</b>
B	Nativo- <i>tebuconazole+trifloxystrobin</i>	Añublo de la vaina, piricularia en cuello, anaranjamiento del arroz, complejo del manchado del grano	200 g/l 100 g/l	20	1L/ha	200
B	Dithane- <i>mancozeb</i>	Manchado de grano	800 g/kg	80	3 L/ha	2400
B	Rally- <i>myclobutanil</i>	Escaldado de la hoja, pudrición de la vaina, helmintosporiasis	40%	40	75gr/ha	30
B	Rally- <i>myclobutanil</i>	Complejo de manchado de grano	40%	40		30
B	BIM - <i>tricyclazol</i>	Tratamiento semilla	750 g/l	75	3 gr/kg semilla	337,5
<b>TOTAL GRAMOS INGREDIENTE ACTIVO APLICADO (g/ha)</b>						<b>2997,5</b>
C	Nativo- <i>tebuconazole+trifloxystrobin</i>	Añublo de la vaina, piricularia en cuello, anaranjamiento del arroz, complejo del manchado del grano	200 g/l 100 g/l	20	1L/ha	200
C	Dithane- <i>mancozeb</i>	Manchado de grano	800 g/kg	80	3 L/ha	2400
C	BIM - <i>tricyclazol</i>	Tratamiento semilla	750 g/l	75	3 gr/kg semilla	337,5
C	Kasugamicina- <i>kasugamicina hidrocloreuro hidrato</i>	piricularia	20 g/l	2	1.5 L/ha	30
<b>TOTAL GRAMOS INGREDIENTE ACTIVO APLICADO (g/ha)</b>						<b>2967,5</b>

D	Taspa- propiconazol+difenoconazol	Rhizoctonia solani, Helminthosporium oryzae, Sarocladium oryzae y complejo del manchado de grano	250 g/l	25	300 cc/ha	75
D	Nativo- tebuconazole+trifloxystrobin	Añublo de la vaina, piricularia en cuello, anaranjamiento del arroz, complejo del manchado del grano	200 g/l 100 g/l	20	1L/ha	200
D	Seltima- pyraclostrobin	Añublo de la vaina, añublo del arroz	100 g/l	10	1L/ha	100
D	Timorex gold	Complejo añublo de la vaina Mancha naranja Escaldado de la hoja Complejo fungoso	223 g/l	22,3	1L /ha	223
D	Dithane-mancozeb	Manchado de grano	800 g/kg	80	3 L/ha	2400
<b>TOTAL GRAMOS INGREDIENTE ACTIVO APLICADO (g/ha)</b>						<b>2998</b>
E	Amistar top-azoxystrobin difenoconazole	Añublo de la vaina Manchado de la vaina Pudrición de la vaina Piricularia Mancha naranja	200 g/l	20	600 cc/ha	120
E	Timorex gold Malaleuca alternifolia	Complejo añublo de la vaina Mancha naranja Escaldado de la hoja Complejo fungoso	223 g/l	22,3	700cc/ha	156,1
E	Dithane-mancozeb	Manchado de grano	800 g/kg	80	2 L/ha	1600
E	Azimut -azoxystrobin + tebuconazole	Añublo de la vaina	120 g/l 200 g/l	20	700cc/ha	140
E	Kasugamicina-kasugamicina hidrocloreuro hidrato	piricularia	20 g/l	2	1.5 L/ha	30
<b>TOTAL GRAMOS INGREDIENTE ACTIVO APLICADO (g/ha)</b>						<b>2046,1</b>
F	Nativo- tebuconazole+trifloxystrobin	Añublo de la vaina, piricularia en cuello, anaranjamiento del arroz, complejo del	200 g/l 100 g/l	20	1L/ha	200

		manchado del grano				
F	EVITO T- <i>tebuconazole-Fluoxastrobin</i>	Manchado de grano (Bipolaris oryzae, Rhynchosporium oryzae y Cercospora oryzae)	325 g/l 125 g/l	12,5	500cc/ha	62,5
<b>TOTAL GRAMOS INGREDIENTE ACTIVO APLICADO (g/ha)</b>						<b>262,5</b>
G	Rally- <i>myclobutanil</i>	Escaldado de la hoja, pudrición de la vaina, helmintosporiasis	40%	40	70gr/ha	28
G	Rally- <i>myclobutanil</i>	Complejo de manchado de grano	40%	40	70gr/ha	28
G	Nativo- <i>tebuconazole+trifloxystrobin</i>	Añublo de la vaina, piricularia en cuello, anaranjamiento del arroz, complejo del manchado del grano	200 g/l 100 g/l	20	1L/ha	200
G	EVITO T- <i>tebuconazole-Fluoxastrobin</i>	Manchado de grano (Bipolaris oryzae, Rhynchosporium oryzae y Cercospora oryzae)	325 g/l 125 g/l	32,5	500cc/ha	162,5
<b>TOTAL GRAMOS INGREDIENTE ACTIVO APLICADO (g/ha)</b>						<b>418,5</b>
H	Taspa- <i>propiconazol+difenoconazol</i>	Rhizoctonia solani, Helminthosporium oryzae, Sarocladium oryzae y complejo del manchado de grano	250 g/l	25	300 cc/ha	75
H	Rally- <i>myclobutanil</i>	Escaldado de la hoja, pudrición de la vaina, helmintosporiasis	40%	40	70gr/ha	28
H	Rally- <i>myclobutanil</i>	Complejo de manchado de grano	40%	40	70gr/ha	28
H	Nativo- <i>tebuconazole+trifloxystrobin</i>	Añublo de la vaina, piricularia en cuello, anaranjamiento del arroz, complejo del manchado del grano	200 g/l 100 g/l	20	1L/ha	200
<b>TOTAL GRAMOS INGREDIENTE ACTIVO APLICADO (g/ha)</b>						<b>331</b>

## Anexo 5: Datos uso de herbicidas

Agricultor	Marca comercial e ingrediente activo	Uso	Concentración	% de ingrediente activo	Dosis usada por la operación	Dosis aplicada (g/ha)
A	clomazone	Liendre puerco, guardarocio, falsa caminadora, pata de gallina, cadillo, paja mona, paja peluda, caminadora, pasto argentina	480 g/l	48	1.5L/ha	720
A	Byspiribac 400 – <i>byspiribac sodium</i>	Liendrepuerco, Guardarocio, Barba de indio, Batatilla Tamarindo Palo de agua, Paja blanca, Verdolaga	400 g/L	40	125cc/ha	50
A	Papyrus-Pyrazosulfuron-ethyl	Clavito, botón blanco, balsilla, batatilla, domidera, cortadera, coquito	100 g/kg	10	500g/ha	50
A	Nominee <i>Bispyribac sodium</i>	Liendre puerco Echinochloa colona Guarda rocio Digitaria horizontalis Botoncillo Eclipta alba		40,8	200cc/ha	81,6
<b>TOTAL GRAMOS INGREDIENTE ACTIVO APLICADO (g/ha)</b>						901,6
B	BONGO- <i>Butaclor</i>	Echinochloa colona Cyperus iría Ludwigia longifolia	600 g/l	60%	3L/ha	1800
B	Clincher- <i>cyhalofop butil ester</i>	liendre puerco, paja peluda, guarda rocio, caminadora	180 g/l	18%	1.0L/ha	180
B	clomazone	Liendre puerco, guardarocio, falsa caminadora, pata de gallina, cadillo, paja mona, paja peluda, caminadora, pasto argentina	480 g/l	48	1.5L/ha	720
<b>TOTAL GRAMOS INGREDIENTE ACTIVO APLICADO (g/ha)</b>						2700
C	BONGO- <i>Butaclor</i>	Echinochloa colona	600 g/l	60%	3L/ha	1800
C	clincher	Clincher- <i>cyhalofop butil ester</i>	180 g/l	18%	1.5 L/ha	270
C	clomazone	Liendre puerco, guardarocio, falsa caminadora, pata de gallina, cadillo, paja mona, paja peluda, caminadora, pasto argentina	480 g/l	48	1.5L/ha	720
C	Propanil	Digitaria bicornis Cyperus iría Ludwigia longifolia	480 g/l	48	4L/ha	1920

C	Papyrus-Pyrazosulfuron-ethyl	Clavito, botón blanco, balsilla, domidera, cortadera,	100 g/kg	10	500g/ha	50
<b>TOTAL GRAMOS INGREDIENTE ACTIVO APLICADO (g/ha)</b>						4760
D	Clincher-cyhalofop butil ester	liendre puerco, paja peluda, guarda rocío, caminadora	180 g/l	18%	1L/ha	180
D	Picloram - picloram	Bledo, lengua de vaca, mortiño	240 g/l	24	1L/ha	240
D	Propanil	Digitaria bicornis Cyperus iría Ludwigia longifolia	480 g/l	48	4L/ha	1920
D	clomazone	Liendre puerco, guardarocío, falsa caminadora, pata de gallina, cadillo, paja mona, paja peluda, caminadora, pasto argentina	480 g/l	48	1.3L/ha	624
<b>TOTAL GRAMOS INGREDIENTE ACTIVO APLICADO (g/ha)</b>						2964
E	Clincher-cyhalofop butil ester	liendre puerco, paja peluda, guarda rocío, caminadora	180 g/l	18%	1.5L/ha	270
E	Picloram - picloram	Bledo, lengua de vaca, mortiño	240 g/l	24	300cc/ha	72
E	Propanil	Digitaria bicornis Cyperus iría Ludwigia longifolia Eclipta prostrata	480 g/l	48	6L/ha	2880
E	clomazone	Liendre puerco, guardarocío, falsa caminadora, pata de gallina, cadillo, paja mona, paja peluda, caminadora, pasto argentina	480 g/l	48	1L/ha	480
E	Byspiribac 400 – byspiribac sodium	Liendrepuerco, Guardarocío, Barba de indio, Batatilla Tamarindo Palo de agua, Paja blanca , Verdolaga	400 g/L	40	150cc/ha	60
E	Papyrus-Pyrazosulfuron-ethyl	Clavito, botón blanco, balsilla, batatilla, domidera, cortadera,	100 g/kg	10	500g/ha	50
<b>TOTAL GRAMOS INGREDIENTE ACTIVO APLICADO (g/ha)</b>						3812
F	Picloram - picloram	Bledo, lengua de vaca, mortiño	240 g/l	24	300cc/ha	72
F	Propanil	Digitaria bicornis Cyperus iría Ludwigia longifolia Eclipta prostrata	480 g/l	48	4L/ha	1920

F	Byspiribac 400 – <i>byspiribac sodium</i>	Liendrepuerco, Guardarocio, Barba de indio, Batatilla Tamarindo Palo de agua, Paja blanca , Verdolaga	400 g/L	40	125cc/ha	50
<b>TOTAL GRAMOS INGREDIENTE ACTIVO APLICADO (g/ha)</b>						2042
G	Estelar	graminicida	608 g/l	60,8	3l/ha	1824
G	Picloram - <i>picloram</i>	Bledo, lengua de vaca, mortíño	240 g/l	24	1L/ha	240
G	Triumph <i>Penoxsulam</i>	Paja mona <i>Leptochloa mucronata</i> . Guarda rocío <i>Digitaria horizontalis</i> Pategallina <i>Eleusine indica</i>	240 g/l	24	300cc/ha	72
G	RONSTAR Oxadiazón	malezas	380 g/l	38	1.2 L/ha	456
G	FACET <i>quinclorac</i>	Malezas	50g/l	5%	2 L/ha	100
<b>TOTAL GRAMOS INGREDIENTE ACTIVO APLICADO (g/ha)</b>						2692
H	<i>Estelar</i>	graminicida	608 g/l	60,8	3l/ha	1824
H	Picloram - <i>picloram</i>	Bledo, lengua de vaca, mortíño	240 g/l	24	1L/ha	240
H	Triumph <i>Penoxsulam</i>	Paja mona <i>Leptochloa mucronata</i> . Guarda rocío <i>Digitaria horizontalis</i> Pategallina <i>Eleusine indica</i> .	240 g/l	24	300cc/ha	72
<b>TOTAL GRAMOS INGREDIENTE ACTIVO APLICADO (g/ha)</b>						2136

## Anexo 6 Ecotoxicidad de pesticidas

Resumen de datos de toxicidad de los pesticidas utilizados en arroz		
Marca comercial e ingrediente activo	Datos de ecotoxicidad	Fuente
LORSBAN Clorpirifos	Toxicidad aguda: peces: extrema, CL50 (96h) trucha arco iris 0,007-0,051 mg/L; crustáceos: extrema, CE50 (48h) dañinos 0,0001 mg/L; anfibios: extrema a alta; aves: alta a mediana; insectos (abejas): extrema a alta; lombrices de tierra: mediana; algas: alta, CE50 (72h) especie desconocida 0,48 mg/L; plantas: helecho acuático: nd. R50: Muy tóxico para organismos acuáticos. R53: Puede causar efectos adversos a largo plazo en el ambiente acuático. Tiene efectos negativos en la reproducción de las aves. El metabolito 3,5,6-tricloropiridin-2-ol es medianamente tóxico para mamíferos y peces y altamente tóxico para lombrices de tierra.	<a href="http://www.plaguicidasdecentroamerica.una.ac.cr/index.php/base-de-datos-menu/153-clorpirifos">http://www.plaguicidasdecentroamerica.una.ac.cr/index.php/base-de-datos-menu/153-clorpirifos</a>
	<b>Prohibido su uso al aire libre en la Unión Europea</b>	<a href="https://ec.europa.eu/food/plants/pesticides/approval-active-substances/renewal-approval/chlorpyrifos-chlorpyrifos-methyl_en">https://ec.europa.eu/food/plants/pesticides/approval-active-substances/renewal-approval/chlorpyrifos-chlorpyrifos-methyl_en</a>
ACTARA <i>thiametoxan</i> . CERTUS- thiametoxan	Moderadamente tóxico para peces y organismos acuáticos. CL50 (96 hs): >100 mg/l. Prácticamente no tóxico para aves. LD50 >2000 mg/kg. Altamente tóxico para las abejas. Respetar las indicaciones de esta etiqueta en forma estricta. Retirar las colmenas cercanas a 4 km del área de aplicación por un tiempo mínimo de 30 días. Si las colmenas no se pudieran retirar, entornar las piqueras o tapar las colmenas con bolsas húmedas durante la aplicación de ACTARA®, retirando las bolsas pasadas la misma. Se debe tomar la precaución de no contaminar las posibles fuentes de agua de abejas.	Syngenta (2017) ACTARA® HOJA DE SEGURIDAD <a href="https://www.syngenta.com.ar/sites/g/files/zhg331/f/actara_hoja_de_seguridad.pdf">https://www.syngenta.com.ar/sites/g/files/zhg331/f/actara_hoja_de_seguridad.pdf</a>
	<b>Prohibido su uso al aire libre en la Unión Europea</b>	<a href="https://ec.europa.eu/food/plants/pesticides/approval-active-substances/renewal-approval/neonicotinoids_en">https://ec.europa.eu/food/plants/pesticides/approval-active-substances/renewal-approval/neonicotinoids_en</a>
Proteus piretroide+neon icotinoide	— Altamente tóxico para peces. No contaminar lagos, ríos, estanques ni arroyos con desechos o envases vacíos. — Altamente tóxico para abejas. No aplicar en presencia de abejas o polinizadores o cerca de enjambres	Ficha técnica Proteus, Bayer Cropscience
	<b>Prohibido su uso al aire libre en la Unión Europea</b>	<a href="https://ec.europa.eu/food/plants/pesticide">https://ec.europa.eu/food/plants/pesticide</a>

		s/approval-active-substances/renewal-
ACERRADO <i>cypermethrin</i>	- Toxicidad aguda: peces: extrema, CL50 (96h) trucha arco iris 0,00069 mg/L; crustáceos: extrema, CE50 (48h) dañidos 0,00015 mg/L; anfibios: nd; aves: ligera; insectos (abejas): extrema; lombrices de tierra: mediana; algas: alta, CE50 (72h) <i>Selenastrum capricornutum</i> >0,1 mg/L; plantas: helecho acuático: nd.	Uhttp://www.plaguicidasdecentroamerica.una.ac.cr/index.php/base-de-datos-menu/124-cipermetrinaase-de-datos-menu/124-cipermetrina
BINGO (Emamectin Benzoato Acetamidrid)	+ Acetamidrid Toxicidad aguda: peces: ligera, CL50 (96h) salmónido 100 mg/L; crustáceos: mediana, CE50 (48h) dáfnidos 49,8 mg/L; anfibios: nd; aves: mediana; insectos (abejas): mediana; lombrices de tierra: alta; algas: mediana, CE50 (72h) <i>Scenedesmus subspicatus</i> 98,3 mg/L; plantas: helecho acuático: alta. Emamectin Benzoato Toxicidad aguda: peces: extrema, CL50 (96h) trucha arco iris 0,174 mg/L; crustáceos: extrema, CE50 (48h) dáfnidos 0,001 mg/L; anfibios: nd; aves: alta; insectos (abejas): extrema; lombrices de tierra: baja; algas: extrema, CE50 (72h) alga verde 0,004 mg/L; plantas: helecho acuático: nd.	http://www.plaguicidasdecentroamerica.una.ac.cr/index.php/base-de-datos-menu/9-acetamidrid http://www.plaguicidasdecentroamerica.una.ac.cr/index.php/base-de-datos-menu/63-benzoato-de-emamectina
BOREY <i>lambda cyhalotrina</i>	- Toxicidad aguda: peces: extrema, CL50 (96h) trucha arco iris 0,00036 mg/L; crustáceos: extrema, CE50 (48h) dáfnidos 0,00036 mg/L; anfibios: nd; aves: ligera; insectos (abejas): alta; lombrices de tierra: baja; algas: alta, CE50 (72h) <i>Raphidocelis subcapitata</i> >0,3 mg/L; plantas: helecho acuático: nd.	http://www.plaguicidasdecentroamerica.una.ac.cr/index.php/base-de-datos-menu/120-cihalotrina-lambda
EXALT- <i>spinetoram</i>	Toxicidad aguda: peces: crustáceos: aves: insectos (abejas): lombrices de tierra: algas: plantas:	http://www.plaguicidasdecentroamerica.una.ac.cr/index.php/base-de-datos-menu/600-spinetoram
TRACER spinosad	- Nocivo para la fauna benéfica. Evite contaminar ríos, lagunas y bosques. Evite contaminar las aguas que vayan a ser utilizadas en consumo humano, animal o riego de cultiv	Ficha técnica tracer, Dow agroSciences
Nativo- tebuconazole+ rifloxystrobin	Este producto puede ser mortal si se ingiere. Toxicidad para los peces CL50 ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> (Trucha irisada)) 0,286 mg/l Tiempo de exposición: 96 h Toxicidad para los invertebrados acuáticos CE50 (Pulga acuática ( <i>Daphnia magna</i> )) 0,224 mg/l Tiempo de exposición: 48 h Toxicidad para las plantas acuáticas ( <i>Pseudokirchneriella subcapitata</i> ) 0,99 mg/l Tasa de crecimiento; Tiempo de exposición: 72 h	https://cropscience.bayer.com.ar/sites/default/files/Hoja%20de%20seguridad%20NATIVO_8.pdf

	Persistencia y degradabilidad Biodegradabilidad Tebuconazol: no es rápidamente biodegradable Trifloxistrobin: no es rápidamente biodegradable	
EVITO T- tebuconazole- Fluoxastrobin	<p>Toxicidad para los organismos acuáticos, aves y abejas – ingrediente activo Fluoxastrobin: DL 50 Oral codorniz americana: &gt;2000 mg i.a./kg de peso LC50 dietaria Codorniz Americana (5 días): &gt; 5000 mg i.a./kg de alimento equivalente a &gt;2000 mg i,a./kg de peso/día LC50 (96 horas) trucha arco iris: 0.435 mg/l LC50 Pulga de agua (Daphnia magna) 48 horas: 0.48 mg/l EC50 Selenastrun capricornutum (72 horas): 0.26 mg/l LD50 (oral): &gt;843 µg/abeja. LD50 (contacto): &gt;200 µg/abeja LC50 Eisenia foetida:&gt;500 mg/kg suelo</p> <p>Toxicidad para los organismos acuáticos, aves y abejas – ingrediente activo Tebuconazole: DL 50 codorniz americana: 1988 mg i.a./kg de peso CL50 codorniz americana: &gt; 5000 mg i.a. /kg de alimento equivalente a &gt; 703 mg i.a./kg de peso/día LC50 Oncorhynchus mykiss (96 horas): 4.4 mg/l EC50 Pulga de agua (Daphnia magna) 48 horas: 2.79 mg/l EC50 Scenedesmus subspicatus (72 horas): 1.96 mg i.a./l EC50 (14 días) Lemna Gibba: 0.144 mg/l LD50 (oral – 48 horas): &gt;83.05 µg / abeja; LD50 (contacto – 48 horas): &gt;200 µg / abeja. CL50 (14 días) Eisenia foetida: 1381 mg/kg suelo</p>	<a href="https://ComiteCafeteros/HojasSeguridad/Files/HojasSeg/HSEvito2021525183744.pdf">https://ComiteCafeteros/HojasSeguridad/Files/HojasSeg/HSEvito2021525183744.pdf</a>
Dithane- mancozeb	<p>Mancozeb</p> <p>Toxicidad aguda para peces Sobre una base aguda, el producto es altamente tóxico para los organismos acuáticos (CL50/CE50 &lt; 0,1 mg/l) para la mayoría de las especies sensibles. CL50, Oncorhynchus mykiss (Trucha irisada), 96 h, 0,088 mg/l</p> <p>Toxicidad aguda para invertebrados acuáticos CE50, Daphnia magna (Pulga de mar grande), 48 h, 0,073 mg/l</p> <p>Toxicidad aguda para las algas/plantas acuáticas EyC50, Scenedesmus capricornutum (alga en agua dulce), 120 h, 0,044 mg/l</p> <p>Toxicidad para los organismos terrestres El material es prácticamente no tóxico para las aves en base aguda (LD50 &gt;2000 mg/kg). El producto es prácticamente no tóxico para los pájaros sobre una base alimentaría (CL50&gt;5000ppm) DL50 por via oral, Colinus virginianus (Codorniz Bobwhite), &gt; 3200mg/kg de peso corporal. DL50 por via oral, Apis mellifera (abejas), 48 h, mortalidad, &gt; 100µg/abeja DL50 por via contacto, Apis mellifera (abejas), 48 h, mortalidad, &gt; 100µg/abeja</p> <p>Toxicidad para organismos que viven en el suelo CL50, Eisenia fetida (lombrices), 14 d, &gt; 299 mg/kg</p>	<a href="https://www.corteva.co/content/dam/dpagco/corteva/la/co/es/hojas-de-seguridad/DITHANE%20FMB_SDS%20CO.pdf">https://www.corteva.co/content/dam/dpagco/corteva/la/co/es/hojas-de-seguridad/DITHANE%20FMB_SDS%20CO.pdf</a>
Rally- myclobutanil	Miclobutanil Toxicidad aguda para peces El producto es muy tóxico para los organismos acuáticos en una base aguda (CL50/CE50 entre 0,1 y 1 mg/l para la mayoría de especies sensibles ensayadas). CL50, Oncorhynchus	<a href="https://www.corteva.co/content/dam/dpagco/corteva/la/co/es/hojas-de-">https://www.corteva.co/content/dam/dpagco/corteva/la/co/es/hojas-de-</a>

	<p>mykiss (Trucha irisada), Ensayo estático, 96 h, 2 mg/l, Guía de ensayos de la OCDE 203 o Equivalente</p> <p>Toxicidad aguda para invertebrados acuáticos CE50, Daphnia magna (Pulga de mar grande), Ensayo estático, 48 h, 17 mg/l, Guía de ensayos de la OCDE 202 o Equivalente CL50, crustáceo marino Mysidopsis bahia, 96 h, 0,24 mg/l CE50, ostra americana (Crassostrea virginica), Ensayo dinámico, 96 h, 0,72 mg/l</p> <p>Toxicidad aguda para las algas/plantas acuáticas CE50r, alga de la especie Scenedesmus, 96 h, Inhibición de la tasa de crecimiento., 2,655 mg/l, Guía de ensayos de la OCDE 201 o Equivalente CE50r, Pseudokirchneriella subcapitata (alga verde), 72 h, Inhibición de la tasa de crecimiento., 2,5 mg/l, OECD TG 201</p> <p>Toxicidad para los organismos terrestres El producto es prácticamente no tóxico para los pájaros sobre una base alimentaría (CL50&gt;5000ppm) El material es ligeramente tóxico para las aves en base aguda (500mg/kg 5000mg/kg de alimento. DL50 por vía oral, Colinus virginianus (Codorniz Bobwhite), 510mg/kg de peso corporal. DL50 por vía contacto, Apis mellifera (abejas), 48 h, &gt; 100microgramos / abeja DL50 por vía oral, Apis mellifera (abejas), 48 h, &gt; 100microgramos / abeja</p> <p>Toxicidad para organismos que viven en el suelo CL50, Lombriz, Lumbricus terrestris, 14 d, 250 mg/kg</p>	seguridad/Rally%2040WP.pdf
BIM -triciclazol	<p>Toxicidad aguda para peces El producto es ligeramente tóxico para los organismos acuáticos en una dosis aguda (CL50/CE50 varía entre 10 y 100 mg/l para las especies ensayadas más sensibles).</p> <p>Toxicidad aguda para invertebrados acuáticos CE50, Daphnia similis (Copépodo), 48 h, 17,47 mg/l</p> <p>Toxicidad para los organismos terrestres El material es ligeramente tóxico para las aves en base aguda (500mg/kg</p>	<a href="https://www.corteva.co/content/dam/dpa/gco/corteva/la/co/es/hojas-de-seguridad/BIM%2075%20WP_SDS-COL_Ago2019.pdf">https://www.corteva.co/content/dam/dpa/gco/corteva/la/co/es/hojas-de-seguridad/BIM%2075%20WP_SDS-COL_Ago2019.pdf</a>
Kasugamicina-kasugamicina hidrocioruro hidrato	<p>Efectos sobre las aves Codorniz: Prácticamente no tóxico</p> <p>Efectos sobre organismos acuáticos TOXICIDAD AGUDA CL50 (mg/l o ppm) Carpa &gt;40 Ligeramente tóxico, Misgurnus anguillicaudatus 3.5 Moderadamente tóxico, Daphnia magna &gt;40 Ligeramente tóxico</p> <p>Efectos sobre las abejas TOXICIDAD AGUDA DL50 (µg/abeja) Abejas (Apis mellifera) &gt;40 Ligeramente tóxico</p>	<a href="http://portal.anla.gov.co/sites/default/files/res_0701_130411.pdf">http://portal.anla.gov.co/sites/default/files/res_0701_130411.pdf</a>
Taspa-propiconazol+di fenocnazol	Muy tóxico para organismos acuáticos, puede causar efectos adversos duraderos en el ambiente acuático. Manteniendo las condiciones adecuadas de manejo, no deben esperarse problemas ecológicos.	<a href="https://www.syngenta.com.co/sites/g/files/zhg481/f/taspa_a8122a.pdf?token=">https://www.syngenta.com.co/sites/g/files/zhg481/f/taspa_a8122a.pdf?token=</a>
Seltima-pyraclostrobin	Valoración de toxicidad acuática: Muy tóxico para los organismos acuáticos. Puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático.	<a href="file:///D:/Informaci%C3%B3n/Tania/Descargas/Hoja+de+Se">file:///D:/Informaci%C3%B3n/Tania/Descargas/Hoja+de+Se</a>

	<p>Toxicidad en peces: CL50 (96 h) &gt; 1,06 mg/l, Cyprinus carpio (OCDE 203; ISO 7346; 92/69/CEE, C.1, estático)</p> <p>Invertebrados acuáticos: CE50 (48 h) 700,6 µg/l, Daphnia magna</p> <p>Plantas acuáticas: CE50 (72 h) 26,7 mg/l (tasa de crecimiento), Pseudokirchneriella subcapitata (Directiva 201 de la OCDE)</p>	<p>guridad+- +Seltima.pdf</p>
Timorex gold	<p>ECOTOXICOLOGIA</p> <p>Aves Oral (LD50) en codornices (Coturnix coturnix japonica): MAYOR A 2000 mg/kg.</p> <p>Abejas Oral (DL50 a 48 h) en abejas (Apis mellifera) es MAYOR A 100 µg/abeja.</p> <p>Peces (CL50 a 96 h) en Peces (Poecilia reticulata): 22.17 mg/L.</p> <p>Pulgas de agua (EC50 a 48h) en Daphnia magna: 44.18 mg/L.</p>	<p><a href="https://www.adama.com/documents/392363/8733687/HS_TI MOREX_GOLD_220421">https://www.adama.com/documents/392363/8733687/HS_TI MOREX_GOLD_220421</a></p>
Amistar top-azoxystrobin	<p>azoxistrobin:</p> <p>Toxicidad para los peces: CL50 (Oncorhynchus mykiss (Trucha irisada)): 0,47 mg/l Tiempo de exposición: 96 h</p> <p>Toxicidad para las dafnias y otros invertebrados acuáticos: CE50 (Americamysis): 0,055 mg/l Tiempo de exposición: 96 h</p> <p>Toxicidad para las algas: CE50r (Pseudokirchneriella subcapitata (alga verde)): 2 mg/l Tiempo de exposición: 96 h</p> <p>NOEC (Pseudokirchneriella subcapitata (alga verde)): 0,038 mg/l Punto final: Tasa de crecimiento Tiempo de exposición: 96 h</p> <p>CE50r (Navicula pelliculosa (Diatomea de agua dulce)): 0,301 mg/l Tiempo de exposición: 96 h</p> <p>Factor-M (Toxicidad acuática aguda): 10</p> <p>Toxicidad para los microorganismos: Cl50 (Pseudomonas putida): &gt; 3,2 mg/l Tiempo de exposición: 6 h</p> <p>Toxicidad para los peces (Toxicidad crónica): NOEC: 0,16 mg/l Tiempo de exposición: 28 d Especies: Oncorhynchus mykiss (Trucha irisada) NOEC: 0,147 mg/l Tiempo de exposición: 33 d Especies: Pimephales promelas (Piscardo de cabeza gorda)</p> <p>Toxicidad para las dafnias y otros invertebrados acuáticos (Toxicidad crónica): NOEC: 0,044 mg/l Tiempo de exposición: 21 d Especies: Daphnia magna (Pulga de mar grande) NOEC: 0,0095 mg/l Tiempo de exposición: 28 d Especies: Americamysis</p> <p>Factor-M (Toxicidad acuática crónica): 10</p>	<p><a href="https://www.syngenta.es/sites/g/files/zhg516/f/2018/11/ficha-seguridad-amistar-top.pdf?token=1555061405">https://www.syngenta.es/sites/g/files/zhg516/f/2018/11/ficha-seguridad-amistar-top.pdf?token=1555061405</a></p>
Azimut - azoxystrobin + tebuconazole	<p>Ecotoxicidad:</p> <p>Pez CL50 (96 horas)- = 17.68 mg/L</p> <p>Daphnia magna EC50 (48 horas) = 18.81 mg/L</p> <p>Aves CL50 &gt; 2000 mg/kg (Ánade)</p> <p>Abejas: No tóxico para abejas</p>	<p><a href="https://www.adama.com/documents/392363/394878/AZIMUT+320+SC_tcm104-53799.pdf">https://www.adama.com/documents/392363/394878/AZIMUT+320+SC_tcm104-53799.pdf</a></p>
clomazone	<p>DL50 para aves &gt; 2510 mg/kg, considerado como bajamente tóxico.</p>	<p><a href="https://www.precisagro.com/sites/default/files/hoja_de_seguro">https://www.precisagro.com/sites/default/files/hoja_de_seguro</a></p>

	CL50 para organismos acuáticos 15,5 mg/L, considerado como moderadamente tóxico DL50 para abejas > 100 µg/abeja, considerado como de baja toxicidad.	ridad/msds_clomazone_trust_480_ec.pdf
Byspiribac 400 – byspiribac sodium	Ecotoxicidad Peces LC 50 (96 horas): Trucha arco iris: 5300 ppb (Atrazina técnica) Trucha de Arroyo: 6300 ppb (Atrazina técnica) Daphnia magna EC50 (48 horas): 115 ppm (Atrazina técnica) Alga (Selenastrum capricornutum) EC50 (72 horas): 0.06 mg/l (Atrazina técnica) Aves: DL50 (48 horas) Codorniz = 940 ppm Abejas: Contacto DL50 > 100 µg/abeja (Atrazina técnica) Oral DL50 > 97 µg/abeja (Atrazina técnica)	<a href="https://www.adama.com/documents/392363/399060/ARMY+400+SC_tcm104-56683.pdf">https://www.adama.com/documents/392363/399060/ARMY+400+SC_tcm104-56683.pdf</a>
Papyrus-Pyrazosulfuron-ethyl	Toxicidad CL50 peces 1: > 180 mg/l (rainbow trout) CE50 Daphnia 1: 700 mg/l	<a href="https://cdn2.hubspot.net/hubfs/355698/MSDS%20PAPYRUS.pdf">https://cdn2.hubspot.net/hubfs/355698/MSDS%20PAPYRUS.pdf</a>
Nominee Bispyribac sodium	Toxicidad para los peces CL50 (Oncorhynchus mykiss (Trucha irisada)) > 95 mg/l Tiempo de exposición: 96 h El valor indicado corresponde a la materia activa técnica. Toxicidad para los invertebrados acuáticos CE50 (Daphnia magna (Pulga acuática grande)) > 95 mg/l Tiempo de exposición: 48 h El valor indicado corresponde a la materia activa técnica Toxicidad para las plantas acuáticas CE50 (Raphidocelis subcapitata (alga verde de agua dulce)) 2,08 mg/l Tasa de crecimiento; Tiempo de exposición: 72 h El valor indicado corresponde a la materia activa técnica. CE50 (Lemna gibba (lenteja de agua)) 0,0127 mg/l Tasa de crecimiento; Tiempo de exposición: 7 d El valor indicado corresponde a la materia activa técnica.	<a href="https://www.cropscience.bayer.es/~/media/Bayer%20CropScience/Country-Spain-Internet/msds/HS_Nominee.pdf?force=1">https://www.cropscience.bayer.es/~/media/Bayer%20CropScience/Country-Spain-Internet/msds/HS_Nominee.pdf?force=1</a>
BONGO-Butaclor	No provoca bioacumulación en los organismos acuáticos. Potencialmente peligroso para los organismos acuáticos. Tóxico para las abejas.	<a href="https://www.adama.com/documents/392363/399560/BONGO_tcm104-53871.pdf">https://www.adama.com/documents/392363/399560/BONGO_tcm104-53871.pdf</a>
Clincher-cyhalofop butil ester	Toxicidad aguda para peces El producto es tóxico para los organismos acuáticos (CL50/CE50/CI50 entre 1 y 10 mg/l para las especies más sensibles) Toxicidad aguda para invertebrados acuáticos CE 50, Daphnia magna (pulga de mar grande), ensayo semiestático, 48 h, 5.0 mg/l	<a href="https://www.agrozar.com/files/personalizacion/agrozar/1325/1325-hoja-seguridad.pdf">https://www.agrozar.com/files/personalizacion/agrozar/1325/1325-hoja-seguridad.pdf</a>
Propanil	Los datos mencionados a continuación sobre toxicidad ambiental provienen de estudios hechos con el material técnico, 96-98% ingrediente activo. La sustancia es tóxica a los organismos acuáticos Adelfa (Daphnia magna), 48 horas CE50 0.14 mg/l	<a href="https://www.adama.com/documents/392363/402407/HS+Propanil+480+Adama">https://www.adama.com/documents/392363/402407/HS+Propanil+480+Adama</a>

	<p>Agalla azul pez sol (<i>Lepomis macrochirus</i>), 96 horas CL50 5.4 mg/l</p> <p>Trucha arco iris (<i>Salmo gairdneri</i>), 96 horas CE50 2.3 mg/l</p> <p>Organismo de estuarios y marino 48-96 horas CE50 0.4 a 5.8 mg/l</p> <p>Planta acuática, CE50 0.02 a 0.12 mg/l</p> <p>Codorniz Bobwite, oral DL50 196 mg/kg</p> <p>Codorniz Bobwite, 8 días dietético CL50 2861 ppm</p> <p>Pato Silvestre (<i>Anade</i>), 8 días dietético CL50 5627 ppm</p>	
Picloram picloram	<p>Aves: DL50 pato: &gt; 1944 mg/kg</p> <p>Organismos acuáticos:</p> <p>LC50 (<i>Oncorhynchus mykiss</i>, 96 h): 5.5 mg/L EC50 (<i>Daphnia magna</i>, 48 h): 34.4 mg/L</p> <p>EC50 (<i>Anabaenaflos-aquae</i>, 120 h): 38.2 mg/L</p> <p>Abejas:</p> <p>- DL50 Contacto &gt; 100 µg/abeja</p> <p>DL50 Oral &gt; 74 µg/abeja</p> <p>Lombriz de tierra: CL50 (<i>Eisenia foetida</i>, 14 d) &gt; 4475 mg/kg</p> <p>El producto es persistente y móvil en el suelo, por lo tanto, presenta una alta tendencia a lixiviar en el suelo, por lo cual existe una alta probabilidad de contaminación para las fuentes subterráneas</p>	<p><a href="https://dva.com.co/wp-content/uploads/2020/04/HS-PICLORAM-240-SL-DVA.pdf">https://dva.com.co/wp-content/uploads/2020/04/HS-PICLORAM-240-SL-DVA.pdf</a></p>
Triumph Penoxsulam	<p>Ecotoxicidad Toxicidad aguda para peces Para el ingrediente(s) activo(s) Sobre una base aguda, el producto es altamente tóxico para los organismos acuáticos (CL50/CE50 &lt; 0,1 mg/l) para la mayoría de las especies sensibles.</p> <p>Toxicidad aguda para invertebrados acuáticos Como producto. CE50, <i>Daphnia magna</i> (Pulga de mar grande), Ensayo estático, 48 h, &gt; 457 mg/l, Guía de ensayos de la OCDE 202 o Equivalente</p> <p>Toxicidad aguda para las algas/plantas acuáticas Como producto. CE50r, <i>Pseudokirchneriella subcapitata</i> (alga verde), 72 h, Inhibición de la tasa de crecimiento., 1,07 mg/l, Guía de ensayos de la OCDE 201 o Equivalente</p> <p>Para el ingrediente(s) activo(s) CE50b, <i>Lemna gibba</i>, 14 d, 0,00329 mg/l</p> <p>Toxicidad para los organismos terrestres El material es prácticamente no tóxico para las aves en base aguda (LD50 &gt;2000 mg/kg)</p> <p>Toxicidad para organismos que viven en el suelo CL50, <i>Eisenia fetida</i> (lombrices), 14 d, &gt; 10.000 mg/kg</p>	<p><a href="https://www.corteva.co/content/dam/dpagco/corteva/la/co/es/hojas-de-seguridad/Triumph%20SC_GF-443_Oct2019.pdf">https://www.corteva.co/content/dam/dpagco/corteva/la/co/es/hojas-de-seguridad/Triumph%20SC_GF-443_Oct2019.pdf</a></p>
RONSTAR Oxadiazón	<p>Toxicidad para los peces CL50 (<i>Oncorhynchus mykiss</i> (Trucha irisada)) 1,2 mg/l Tiempo de exposición: 96 h</p> <p>Toxicidad para los invertebrados acuáticos CE50 (<i>Daphnia magna</i> (Pulga acuática grande)) &gt; 2,4 mg/l Tiempo de exposición: 48 h</p> <p>Toxicidad para las plantas acuáticas CE50 (<i>Desmodesmus subspicatus</i> (alga verde)) 0,00423 mg/l Tasa de crecimiento; Tiempo de exposición: 120 h</p>	<p><a href="https://www.cropscience.bayer.es/es-ES/-/media/Bayer%20CropScience/Country-Spain-Internet/msds/HS_Ronstar.ashx?force=1">https://www.cropscience.bayer.es/es-ES/-/media/Bayer%20CropScience/Country-Spain-Internet/msds/HS_Ronstar.ashx?force=1</a></p>

FACET quinclorac	Valoración de toxicidad acuática: Nocivo para los organismos acuáticos Toxicidad en peces: CL50 (96 h) > 100 mg/l, <i>Oncorhynchus mykiss</i> Invertebrados acuáticos: CE50 (48 h) > 100 mg/l, <i>Daphnia magna</i> (Directiva 202, parte 1 de la OCDE) Plantas acuáticas: CE50 (72 h) 66 mg/l, <i>Ankistrodesmus bibrainus</i> (Directiva 201 de la OCDE) CE10 (72 h) 16 mg/l, <i>Ankistrodesmus bibrainus</i>	
---------------------	---	--