

“Huella de Carbono en sistemas productivos bajo Siembra Directa”



INFORME TÉCNICO

2024

FINAL

COORDINACIÓN GENERAL



EMPRESAS AUSPICIANTES





Aapresid
sistema chacras

HABLEMOS DE CARBONO

Escuchanos en  Spotify®



UN PODCAST DE AAPRESID

Índice

> HUELLA DE CARBONO

02	Objetivos
03	Agradecimientos
03	Introducción <i>¿Qué es la huella de carbono?</i> <i>¿Qué es el balance de carbono?</i>
09	Materiales y métodos <i>Ubicación geográfica</i> <i>Caracterización edáfica y climática</i>
12	Resultados
19	Huella de carbono <i>Emisiones totales asociadas al manejo por hectárea</i> <i>Emisiones totales asociadas al manejo por tonelada</i> <i>Emisiones totales asociadas al manejo por cultivo y zona</i> <i>Contribución de cada factor a la emisión total por cultivo</i> <i>Contribución de cada factor a la emisión total por cultivo y zona</i>
26	Balance de carbono <i>Balance de carbono por cultivo y secuencia</i>
29	Conclusiones
31	Bibliografía

33



NOTA

Manejo del nitrógeno y emisiones de GEI en maíz

37



NOTA

Cifras que transforman: impulsando la agricultura regenerativa

HUELLA de CARBONO

La Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa (AAPRESID) es una organización integrada por una red de productores agropecuarios que partir del interés en la conservación de su principal recurso, el suelo, adoptaron e impulsaron la difusión de un nuevo paradigma agrícola basado en el sistema de siembra directa.

La Red de Carbono se conformó a partir de la identificación de una demanda específica y compartida entre productores, asesores, ingenieros y técnicos, los cuales han identificado y caracterizado la necesidad de desarrollo de conocimiento abordando la temática de carbono con el objetivo de permitir mejoras en los sistemas productivos.

Este enfoque busca aumentar la productividad sin los efectos negativos asociados a las prácticas tradicionales de labranza, representa una respuesta genuina al dilema actual entre la producción y la sustentabilidad abordando la necesidad de producir alimentos, fibras y biocombustibles manteniendo en equilibrio las variables económicas, éticas, ambientales y energéticas de nuestra sociedad.

Partiendo del compromiso con una agricultura sustentable y convencidos de la importancia de medir el impacto ambiental de las actividades productivas para comenzar a desarrollar estrategias de mitigación contra el cambio climático, se ha propuesto el presente acuerdo de vinculación.

OBJETIVOS

- Generar información sobre la huella de carbono en sistemas de producción agrícola bajo siembra directa en diferentes regiones del país, tanto por hectárea como por unidad de producto generado.
- Analizar el balance de carbono en sistemas de producción agrícola bajo siembra directa para cultivos agrícolas extensivos.
- Determinar la magnitud de cada fuente de emisión de acuerdo al manejo agronómico aplicado.

Este proyecto combina datos sobre los stocks de carbono orgánico de los suelos y la historia agrícola reciente de los lotes de producción de los productores participantes en la red, así como el uso de la Plataforma Puma para calcular la huella de carbono de dichos sistemas productivos durante las campañas 2021-2022, 2022-2023 y 2023-2024.

Agradecimientos

El desarrollo, análisis y presentación de este informe fue posible gracias a la valiosa colaboración y dedicación voluntaria de numerosos productores y técnicos que forman parte de la Red de Carbono de Aapresid, quienes proporcionaron una gran cantidad de información esencial para nuestro trabajo. Asimismo, agradecemos las valiosas contribuciones de los usuarios de Cropwise, cuyos resultados fueron fundamentales para el éxito de este informe.

También deseamos expresar un sincero agradecimiento a Carolina Gancedo (pasante de Aapresid) por su colaboración en la elaboración de la base de datos, así como a Sebastián Galbusera (Jefe de Producto de Plataforma Puma) y Matías Mihura (Líder de Proyecto de Plataforma Puma) por su valiosa contribución en la limpieza de la base de datos, el análisis de la información y la revisión del informe final.

De igual manera, agradecemos el apoyo de las empresas patrocinadoras, cuyo respaldo ha sido clave para el desarrollo de una herramienta tan relevante y necesaria como este informe sobre la huella de carbono en los sistemas productivos agrícolas bajo siembra directa.

Florencia Moresco
Coordinadora Red de Carbono
Aapresid

INTRODUCCIÓN

¿Qué es la Huella de Carbono?

La Huella de Carbono de Producto (HCP) es la suma de las emisiones y remociones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en un sistema producto expresadas como CO₂ equivalente y basadas en una evaluación del ciclo de vida utilizando la categoría única de impacto de cambio climático, según la norma ISO 14067:2018 “Gases de Efecto Invernadero — Huella de carbono de productos — Requisitos y directrices para cuantificación. La Huella de Carbono se puede expresar por tonelada de grano o por hectárea.

La huella de carbono agrícola es una medida que evalúa la cantidad total de emisiones de GEI (CO₂, N₂O y CH₄) producidas directa o indirectamente por las actividades agrícolas a lo

largo de todo el ciclo de vida de un producto de origen agrícola. Esto incluye la aplicación de insumos agrícolas, la quema de combustible fósil por parte de la maquinaria, la emisión de GEI por el suelo y la descomposición del rastrojo, además de aquellas emisiones indirectas derivadas de la producción de insumos (fertilizantes y fitosanitarios).

La medición de la huella de carbono agrícola ayuda a comprender el impacto ambiental de las prácticas agrícolas y puede guiar la implementación de estrategias para reducir las emisiones de carbono y promover la sostenibilidad en la agricultura.

Cálculo de la Huella de Carbono

Los cálculos de huella de carbono (o emisiones de GEI principalmente CO₂, CH₄ y N₂O) contabilizan los gases emitidos y absorbidos de la atmósfera durante un período de tiempo determinado para un territorio previamente definido.

En este caso, los datos de la actividad son aquellas emisiones y absorciones antropogénicas que se refieren únicamente a los GEI generados como consecuencia de las actividades humanas a través de las actividades directas agrícolas como tránsito de maquinarias, aplicación de fitosanitarios y fertilizantes, usos del suelo, manejo, residuos de cosecha, etc.

Las emisiones indirectas son aquellas que se

generaron fuera de la empresa debida a la producción de los insumos utilizados en el campo: producción de fitosanitarios, fertilizantes y combustibles. También involucra a la producción de la energía eléctrica utilizada.

Los factores de emisión son coeficientes que permiten cuantificar todas aquellas emisiones o absorciones de un gas por unidad de actividad (IPCC, 2019). Estas mediciones suelen basarse en datos recopilados de mediciones de bases de datos o guías del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) y se calculan como un promedio para determinar una tasa representativa de las emisiones asociadas a un nivel específico de actividad bajo ciertas condiciones de funcionamiento (Figura 1).



Figura 1. Metodología de cálculo de GEI.

Caracterización edáfica y climática

El potencial de calentamiento global es una medida que compara el impacto climático de diferentes GEI en términos de su capacidad para retener el calor en la atmósfera durante un período específico, generalmente 100 años, en comparación con el CO₂. Los gases con un potencial de calentamiento global más alto tienen un impacto climático más fuerte por unidad de masa en comparación con el CO₂ durante el período de tiempo considerado (IPCC, 2019).

Todos los reportes de resultados se expresan

en CO₂ equivalente, esta métrica permite realizar una suma de todas las emisiones en una unidad común. Dado que existen distintas alternativas para definir las equivalencias de los gases a CO₂ equivalente, el calculador tiene incluida la posibilidad de cambiar los valores según se requiera. Los valores utilizados en el Calculador Puma para el análisis fueron: CO₂: 1, CH₄: 25 y N₂O: 298. Estos valores son los indicados en la Directiva europea de energías renovables - EU 2018/2001 para certificar materias primas con destino biocombustibles a la Unión Europea.

Fuentes de emisión

Las fuentes de emisión son todos aquellos procesos, actividades o mecanismos que liberan a la atmósfera un GEI o un precursor de cualquiera de ellos. El vapor de agua (H₂O), el dióxido de carbono (CO₂), el óxido nitroso (N₂O), el metano (CH₄) y el ozono (O₃) son los GEI primarios de la atmósfera terrestre.

Además, la atmósfera contiene cierto número de GEI enteramente antropogénicos, como los halocarbonos u otras sustancias que contienen cloro y bromo, y están contemplados en el Protocolo de Montreal (Tabla 1).

Tabla 1. Principales GEI asociados a la agricultura.

Fuente	Descripción	Gases
Emisiones por residuos de cosecha	Emisiones directas e indirectas por el nitrógeno de residuos de cultivos (sobre la superficie y debajo de ésta), incluyendo de cultivos fijadores de nitrógeno y de forrajes durante la renovación de pasturas.	N ₂ O
Emisiones por fertilizantes sintéticos	Emisiones directas e indirectas de N ₂ O de suelos gestionados por la aplicación de fertilizantes con nitrógeno sintético. Emisiones de CO ₂ por la aplicación de urea y cal.	CO ₂ N ₂ O
Emisiones por Quema de Combustibles	Emisiones de la oxidación intencional de materiales para proporcionar trabajo mecánico a un proceso.	CO ₂ N ₂ O CH ₄
Emisiones por producción de insumos, semillas y combustibles	Emisiones provenientes de la producción de las sustancias químicas, semillas y combustibles utilizados en el lote.	CO ₂ N ₂ O CH ₄
Emisiones por electricidad consumida	Emisiones provenientes de la producción de la electricidad consumida en el ambiente.	CO ₂ N ₂ O CH ₄
Emisiones y absorciones por balance de carbono en suelos	Emisiones y absorciones de CO ₂ y emisiones directas e indirectas de N ₂ O de suelos gestionados por mineralización vinculada a la variación de materia orgánica del suelo.	CO ₂ N ₂ O

¿Qué es el balance de Carbono?

El balance de carbono de los suelos es una medida que evalúa la cantidad neta de carbono que se almacena, libera o se mantiene en el suelo a lo largo del tiempo (y de las campañas). Se refiere a la diferencia entre las entradas y salidas de carbono en el suelo, teniendo en cuenta procesos como la fotosíntesis (entrada de carbono a través de la captura de CO₂ por las plantas), la respiración del suelo (liberación de CO₂ por la descomposición de la materia orgánica), la lixiviación (salida de carbono en forma de compuestos solubles) y otros procesos biogeoquímicos (Lal, 2020).

Un balance de carbono con valores menores a 0 indica que el suelo está capturando más carbono del que libera. Esto se considera beneficioso, ya que reduce la concentración de CO₂ en la atmósfera y contribuye a la mitigación del cambio climático. Además, el carbono se

almacena en forma de materia orgánica en el suelo, lo que mejora su salud y productividad. Por otro lado, un balance con valores mayores a 0 indica que el suelo está liberando más carbono del que captura, lo que puede contribuir al aumento de los niveles de CO₂ en la atmósfera y al cambio climático.

El balance de carbono del suelo es una medida importante para evaluar la salud del suelo y su capacidad para actuar como sumidero de carbono, así como para diseñar prácticas agrícolas y de gestión del suelo que promuevan la captura y retención de carbono en el suelo.

En la Figura 2 se define cómo el balance puede explicarse a través de los procesos que transforman el carbono orgánico del suelo: considerando el carbono inicial, los factores de aporte y los egresos del sistema.

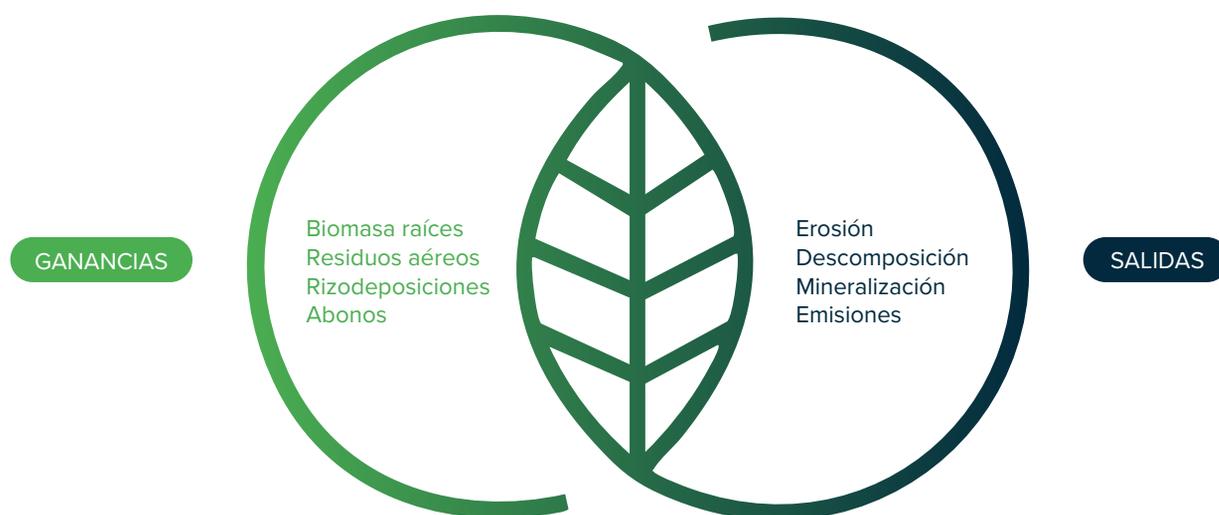
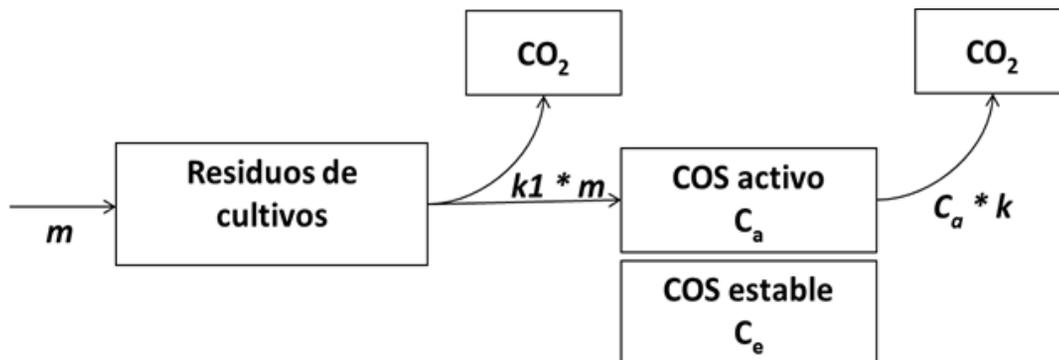


Figura 2. Balance de carbono en suelos.

Modelo AMG

Para estimar y predecir la evolución del carbono en el suelo, se utilizó un modelo de largo plazo desarrollado por Andriulo et al denominado “AMG” (Figura 3), de cual se obtiene una predicción de la evolución de C mediante la utilización de tres parámetros: coeficiente de humificación (k_1), coeficiente de mineralización (k) y carbono estable (C_e) (Milessi et al, 2013; Andriulo et al, 1999). El modelo se ejecuta en pasos anuales y asume que la materia orgánica fresca se descompone o humifica en el suelo después de un año de descomposición. Se consideran tres

compartimentos residuos de cultivos y Carbono orgánico estable (C_e) y Carbono orgánico activo (C_a). Todas las estimaciones corresponden al horizonte 0-30 cm, de acuerdo con lo especificado en el refinamiento del año 2019 de las guías IPCC 2006 (IPCC 2019), Volumen 4 - Capítulo 2. El calculador Puma v1 tiene la posibilidad de estimar la variación de carbono en suelos contemplando los “dobles cultivos”. En la siguiente ilustración se puede observar el esquema lógico utilizado en el modelo AMG:



m : masa de C orgánico anualmente restituido por los cultivos. k_1 : coeficiente de humificación. k : constante de mineralización de la fracción activa.

Figura 3. Esquema lógico modelo AMG.

Para la estimación de las emisiones de N₂O se han seguido los lineamientos indicados en el refinamiento del año 2019 de las guías IPCC 2006 (IPCC 2019), Volumen 4 - Capítulo 11. El método

aplicado corresponde al indicado como Nivel 1. Se han incluido las emisiones directas, e indirectas por lixiviación asociadas a la variación de carbono estimada mediante el modelo AMG.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación geográfica

Se seleccionaron 31 establecimientos productivos ubicados en nueve zonas agroecológicas contrastantes: NEA Oeste (Ilo), Centro-Norte de Córdoba (III), Sur de Córdoba (IV), Santa Fe Centro (Vc), Núcleo Norte (VI), Centro de Buenos Aires (X), Sudoeste de Buenos Aires - Sur de La Pampa (XI), Sudeste de Buenos Aires (XII) y San Luis (XIII). La zonificación se basó en criterios agroecológicos como el tipo de suelo y el régimen de precipitaciones, siendo la misma desarrollada por la Bolsa de Cereales como parte de su Proyecto de Relevamiento de Tecnología Agrícola Aplicada (ReTAA, 2024).

La superficie promedio de las tres campañas analizadas, en términos de cultivos observados se concentra principalmente en soja de primera (11.563 has) y maíz (9.292 hectáreas), seguida por

trigo (5.331 hectáreas), soja de 2da (5.299 hectáreas) y los cultivos de servicio de gramíneas y leguminosas (más de 5.000 hectáreas).

Además se analizó cada cultivo por separado y cada uno de los mismos dentro de una secuencia específica. Al analizar la huella de carbono podremos visualizar los resultados por cultivo (por zona, por hectárea y por tonelada de producto producida) y para el caso de balance de carbono, al ser un modelo anual analizamos los cultivos de una sola ocupación anual y su correspondiente secuencia.

Los puntos georeferenciados de la Figura 4 representan la totalidad de las situaciones productivas analizadas.



Figura 4. Sistemas productivos agrícolas bajo análisis.

Caracterización edáfica y climática

Para poder evaluar la variación de carbono en suelos y estimar las emisiones de los cultivos se deben considerar las características específicas de clima y suelo de cada lote. La Plataforma Puma cuenta con un geoservicio integrado que permite la obtención automática de valores a partir del polígono de cada lote. Los datos claves son: precipitación, temperatura media, evapotranspiración potencial, carbono a 30 cm, además de porcentaje de arena y porcentaje de arcilla. Las bases de datos utilizadas son: East Anglia University (Climate Research Unit) para clima, y el ISRIC - World Soil Information – SoilGrids para carbono en suelos.

Es importante señalar que, en el caso del indicador de carbono a 30 cm, se ha incorporado

manualmente el dato real medido en cada uno de los lotes mediante muestreo del suelo, garantizando así mayor precisión en la evaluación de este parámetro.

El carbono orgánico de suelos (COS) y el porcentaje de arcilla son dos indicadores clave dentro del modelo utilizado para estimar el balance del suelo y su capacidad de almacenamiento de carbono, entre otros aspectos relevantes.

Según los datos proporcionados por productores y por el geoservicio de suelo de Puma, se muestran los valores promedio carbono inicial, carbono final y arcilla para cada una de las regiones bajo análisis (Tabla 2).

Tabla 2. Valores promedios de C inicial, C final y Arcilla dentro de cada región ReTTA.

Región	C inicial (tn/ha)	C final (tn/ha)	Arcilla (%)
Ilo	54,2	53,68	28,31
III	50,42	50,17	32,08
IV	35,85	35,76	16,13
Vc	62,24	61,51	35,68
VI	55,20	54,78	26,87
VII	69,63	69,39	27,58
XI	46,21	45,83	22,03
XII	89,56	89,18	28,83
XIII	23,98	24,18	7,05

Caracterización edáfica y climática

El análisis de la huella de carbono realizado incluyó todas las emisiones directas e indirectas generadas durante el desarrollo de la actividad agrícola, cubriendo los tres alcances de emisiones:

➤ **Alcance 1:** Emisiones directas dentro del predio, como la quema de combustibles, la fertilización sintética y la descomposición de rastrojos.

➤ **Alcance 2:** Emisiones indirectas derivadas de la energía comprada y utilizada en las actividades agrícolas, un valor fijo en el análisis.

➤ **Alcance 3:** Emisiones indirectas relacionadas con la producción y el transporte de insumos, fertilizantes y combustibles empleados en el campo.

Es importante destacar que el análisis no consideró los impactos asociados al transporte y almacenamiento relacionados con el destino final de los granos, sino que se centró exclusivamente en las emisiones generadas dentro del proceso agrícola hasta la tranquera del campo, según el polígono delimitado por el usuario.

Este enfoque nos permite evaluar con precisión las emisiones generadas por las

actividades operativas primarias, proporcionando una base sólida para implementar estrategias de reducción de emisiones en las principales operaciones.

Los resultados de huella de carbono están asociados a factores de manejo clave, como la quema de combustibles fósiles, la fertilización con insumos sintéticos, la producción de energía, la fabricación de fertilizantes, el uso de fitosanitarios y semillas, y las emisiones derivadas de los residuos de cosecha. En este contexto, las aplicaciones de fertilizantes nitrogenados se identifican según su método de aplicación, ya sea incorporados al suelo, voleadas o en su versión líquida. Asimismo, la aplicación de insumos pueden diferenciarse según el equipo utilizado, ya sea mediante pulverizadoras tradicionales o drones, lo cual impacta de manera diferente en la huella de carbono asociada.

Dentro de la categoría de cultivos de servicio (CS gramíneas) se incluyen asociaciones de cultivos de servicio y los verdes de invierno tales como avena, centeno y raigrás. Además, los cultivos de maíz, tanto tempranos como tardíos, y los de calidad diferenciada (flint o pisingallo) se agrupan bajo la categoría maíz.

Balance de Carbono

El porcentaje de variación del COS es un indicador de los cambios en la cantidad de carbono presente en el suelo después de realizar un determinado cultivo. Este porcentaje se calcula comparando el contenido de carbono orgánico al final del ciclo de cultivo (cosecha) con el contenido inicial antes de comenzar el cultivo (siembra) y representa una relación porcentual de

cuánto disminuyó o cuánto aumentó el carbono en el suelo en relación a la cantidad de carbono inicial. Los valores positivos indican una pérdida de carbono orgánico y la existencia de valores negativos indican un secuestro de carbono, es decir, un aumento en la cantidad de COS.

RESULTADOS

Huella de Carbono

En esta sección se presentan las emisiones totales de GEI por hectárea ($\text{kgCO}_2\text{e/ha}$), así como la distribución de estas emisiones en kilogramos de CO_2 equivalente por tonelada de producto producido para los cultivos de renta (con humedad base comercial).

Los puntos verdes dentro de las cajas de cada uno de los cultivos analizados representan el valor promedio de las emisiones de GEI por hectárea y por tonelada de producto producido dentro del rango intercuartílico (entre el percentil 25 y el percentil 75) de cada cultivo basado en los datos de las campañas 2021-2022, 2022-2023 y 2023-2024.

Emisiones totales asociadas al manejo por hectárea

En la Figura 5 se puede visualizar una gran dispersión de los datos para la categoría CS gramíneas, para el cultivo de trigo y en menor medida en maíz. Las emisiones de CS gramíneas varían de $93,12 \text{ kgCO}_2\text{e/ha}$ a $2884,41 \text{ kgCO}_2\text{e/ha}$, las emisiones de trigo van de $234,56 \text{ kgCO}_2\text{e/ha}$ a $3910 \text{ kgCO}_2\text{e/ha}$, y en maíz las emisiones fluctúan entre $91,50 \text{ kgCO}_2\text{e/ha}$ a $2618,18 \text{ kgCO}_2\text{e/ha}$. Tanto para soja como para girasol, la dispersión de los datos es muy baja dentro de cada boxplot,

demonstrando valores de emisiones más consistentes y con menor variabilidad. Las emisiones de soja varían de $147,65$ a $724,40 \text{ kgCO}_2\text{e/ha}$, y las emisiones de girasol varían de 195 a $524,95 \text{ kgCO}_2\text{e/ha}$.

Las emisiones totales por hectárea para todos los cultivos analizados varían de 70 a $3910 \text{ kgCO}_2\text{e/ha}$, con un promedio de $814 \text{ kgCO}_2\text{e/ha}$ para las 39.000 has totales.

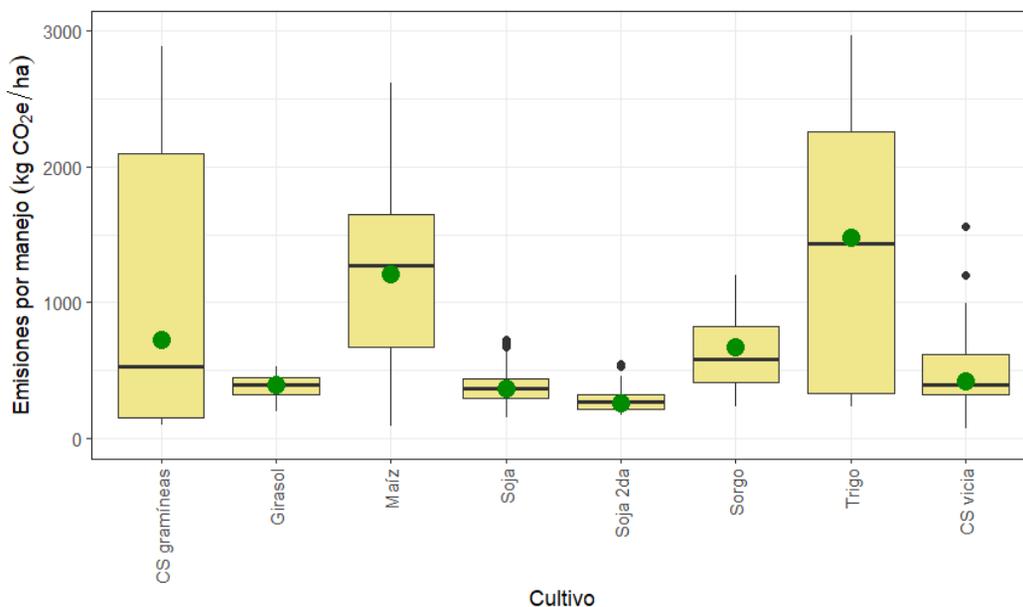


Figura 5. Emisiones totales asociadas al manejo por hectárea.

El gráfico permite identificar rápidamente cuáles son los cultivos que presentan mayor variabilidad en sus emisiones de GEI asociadas al manejo y cuáles son aquellos que poseen

emisiones más estables aportando una visión general de la eficiencia o impacto ambiental de cada cultivo.

Emisiones totales asociadas al manejo por tonelada

En la Figura 6 se puede visualizar una gran dispersión de los datos para los cultivos de gramíneas como trigo, y en menor medida para maíz y sorgo. Las emisiones de trigo varían de 66,10 kgCO₂e/tn a 9892,71 kgCO₂e/tn, las de maíz varían de 38,8 a 4190,66 kgCO₂e/tn, y las de sorgo varían de 103,4 a 345 kgCO₂e/tn.

Las emisiones totales por tonelada de producto producido de los cultivos de renta analizados oscilan entre 30 y 9893 kgCO₂e/tn, siendo el promedio de 377 kgCO₂e/ha para aproximadamente 1590 toneladas de grano.

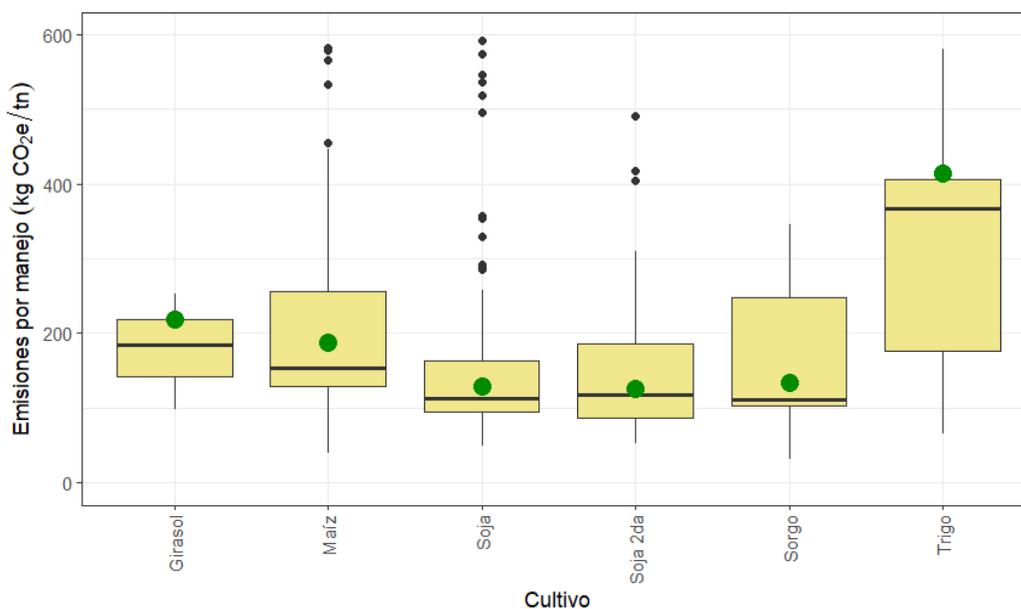


Figura 6. Emisiones totales asociadas al manejo por tonelada.

En varios casos, los valores observados que se identifican como outliers en el boxplot, no mostraron una correlación clara con el paquete tecnológico aplicado (especialmente en lo relacionado con el uso de fertilizantes nitrogenados). Si bien un paquete tecnológico

puede optimizar aspectos de la producción, como el rendimiento, las emisiones varían debido a la interacción de estos factores con las condiciones climáticas, como la temperatura y las precipitaciones.

Emisiones totales asociadas al manejo por cultivo y zona

Las Figuras 7 a 11 ilustran la distribución de las emisiones de GEI de los principales cultivos de renta realizados en cada una de las zonas ReTTA.

Las barras de color verde representan el promedio de las emisiones de GEI por tonelada de producto producido (kgCO₂e/tn), mientras que las barras azules muestran el promedio de las emisiones de GEI por hectárea sembrada (kgCO₂e/ha). Además, el gráfico de línea representa el rendimiento promedio del cultivo en cada una de las zonas.

Estas representaciones permiten visualizar de manera detallada cómo varían las emisiones según las características edáficas y climáticas de cada zona y de cada cultivo, proporcionando información clave para el análisis de la sustentabilidad de las prácticas agrícolas en las diferentes regiones.

Para el cultivo de girasol, las emisiones por tonelada de producto producido varían de 97,5 a 605 kgCO₂e/tn, mientras que las emisiones por hectárea varían de 195 a 525 kgCO₂e/ha. Los rendimientos oscilan entre 700 y 2100 kg de grano por hectárea.

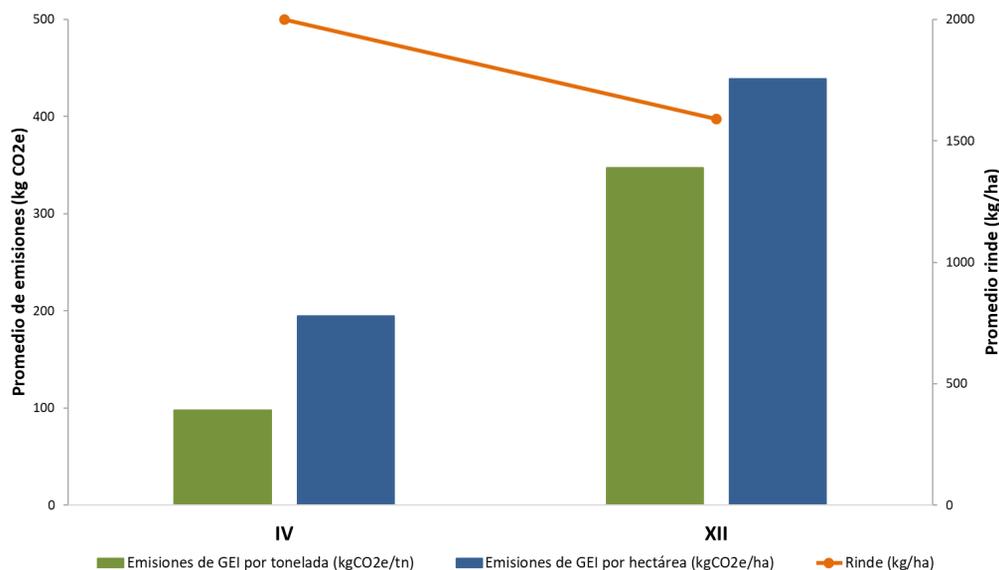


Figura 7. Emisiones totales en girasol.

En el caso del cultivo de maíz, las emisiones por tonelada de producto producido fluctúan entre 39 y 4190 kgCO₂e/tn, mientras que las emisiones por hectárea varían de 91,5 a

2618 kgCO₂e/ha. Los rendimientos, por su parte, se encuentran en un rango de 394 (en muchos casos, no cosechado) a 13250 kg de grano por hectárea.

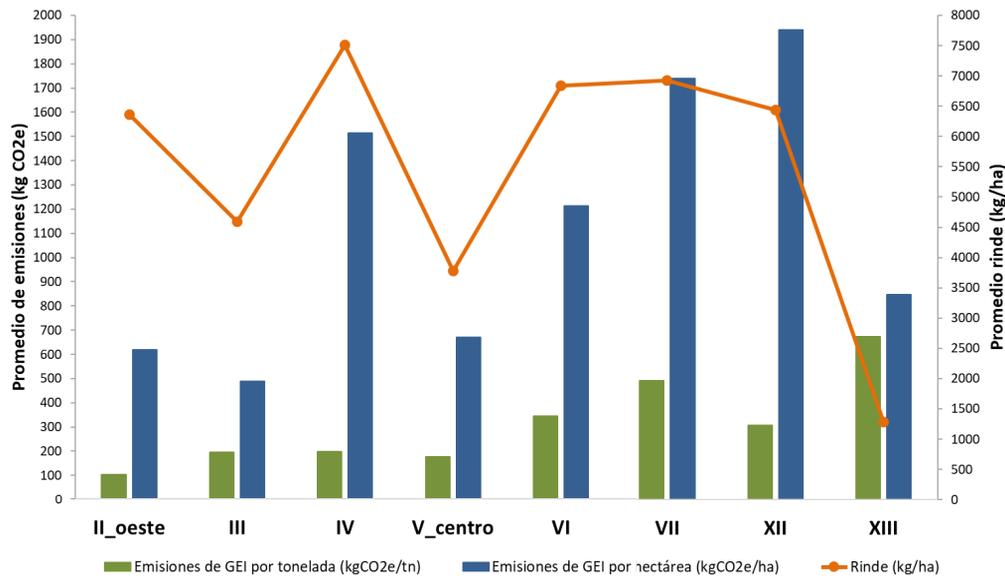


Figura 8. Emisiones totales en maíz.

Para el cultivo de soja, las emisiones por tonelada de producto producido oscilan entre 49,4 y 7434,4 kgCO₂e/tn, mientras que las emisiones por hectárea van de 147,6 a

724,4 kgCO₂e/ha. Los rendimientos varían desde 0 (no se cosechado) hasta 5700 kg de grano por hectárea.

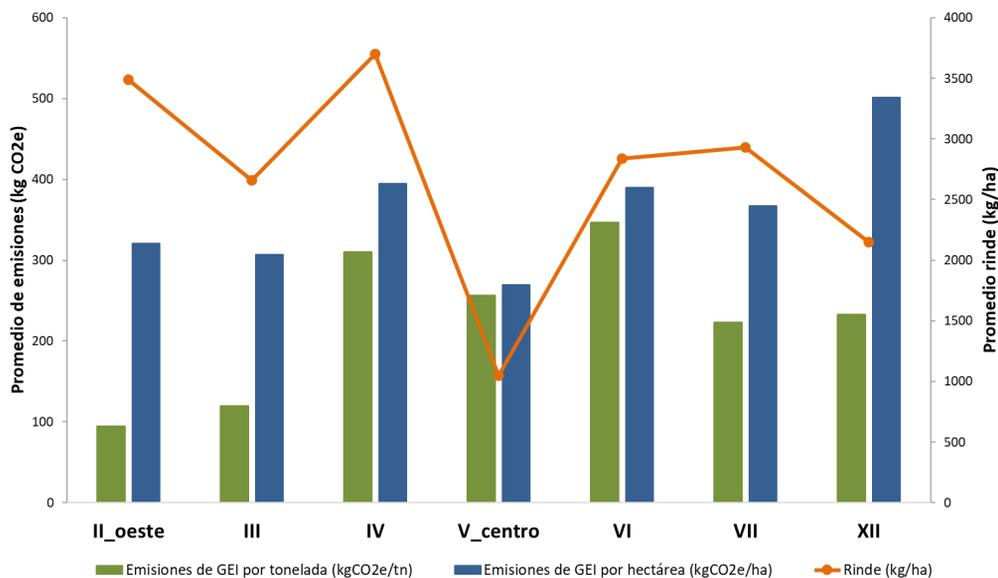


Figura 9. Emisiones totales en soja.

En el caso del cultivo de soja de 2da, las emisiones por tonelada de producto producido varían entre 52 y 6973,5 kgCO₂e/tn, mientras que las emisiones por hectárea oscilan entre 167,4 y

547,4 kgCO₂e/ha. Los rendimientos fluctúan desde 0 (no cosechado) hasta 4720 kg de grano por hectárea.

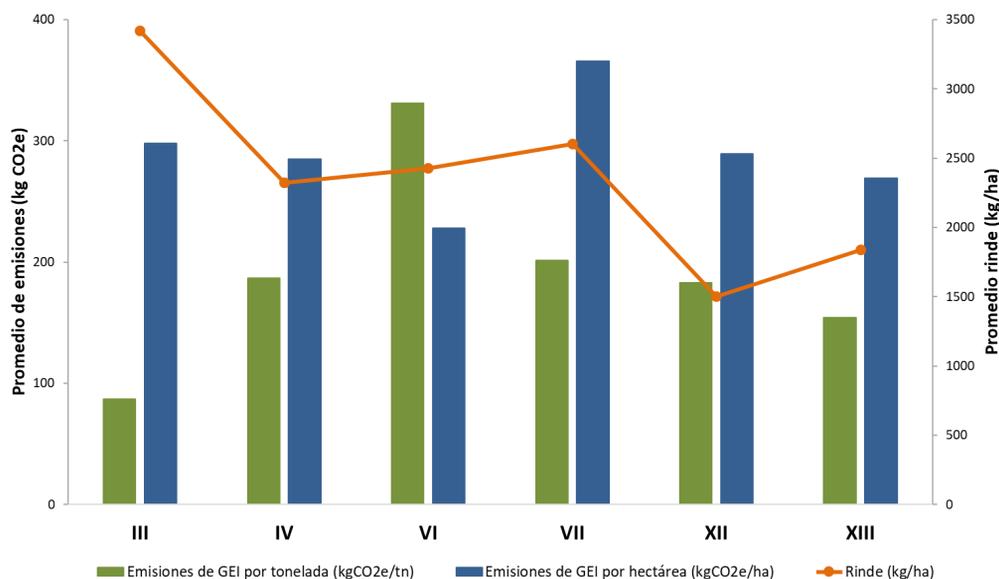


Figura 10. Emisiones totales en soja 2da.

Para el cultivo de trigo, las emisiones por tonelada de producto producido varían de 66 a 9893 kgCO₂e/tn, mientras que las emisiones por

hectárea varían de 234,6 a 3910 kgCO₂e/ha. Los rendimientos oscilan entre 300 (en muchos casos no cosechado) y 6566 kg de grano por hectárea.

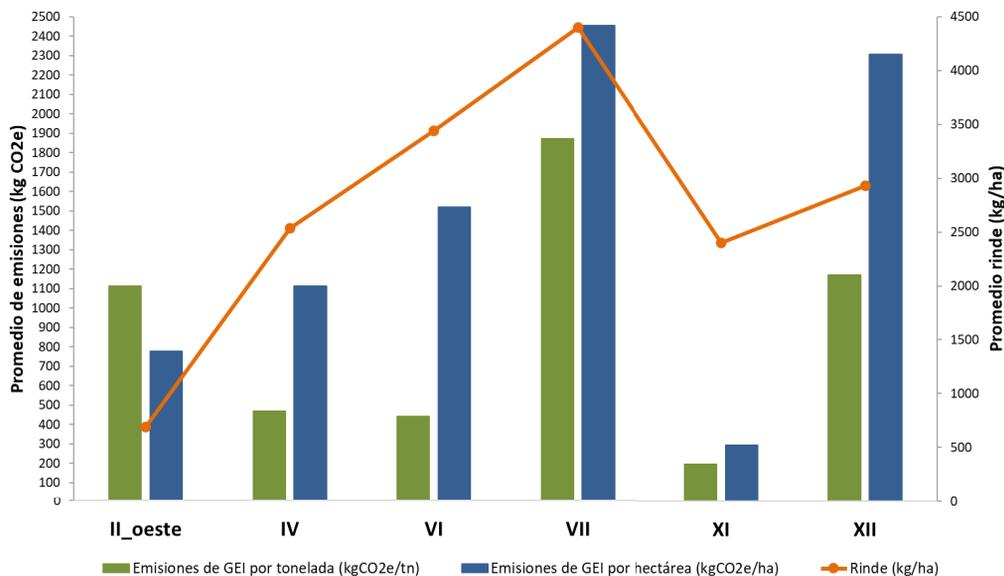


Figura 11. Emisiones totales en trigo.

Contribución de cada factor a la emisión total por cultivo

El gráfico de torta, o gráfico circular, es una herramienta visual que facilita la representación de datos numéricos al dividir un círculo en segmentos proporcionales a los valores que representan. Es particularmente útil para mostrar la proporción que representa cada factor de emisión en relación con la emisión total, lo que permite comparar y comprender la distribución relativa de esos datos de manera clara e intuitiva.

Los siguientes gráficos de torta representan la contribución de las distintas fuentes de emisión en la emisión total de cada cultivo (Figura 12 a 19).

Los mismos están expresados como el % de influencia sobre el total de las emisiones del cultivo de referencia.

CS gramíneas

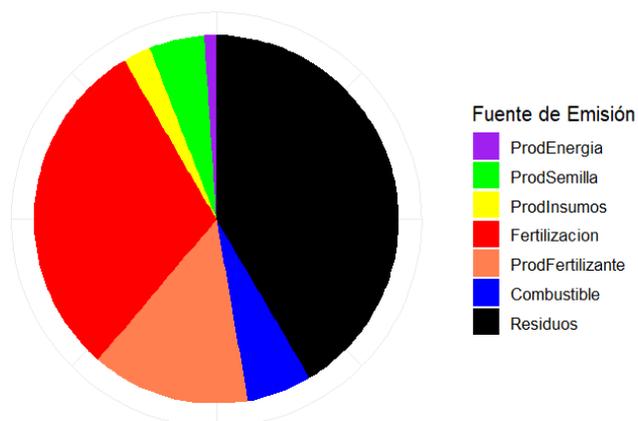


Figura 12.

Contribución de cada factor de emisión en CS gramíneas.

Girasol

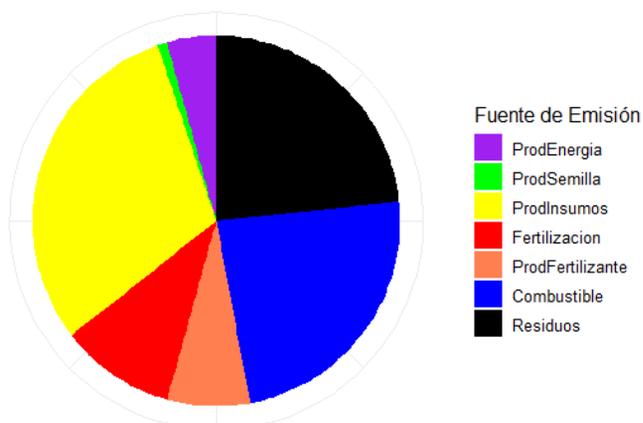


Figura 13.

Contribución de cada factor de emisión en girasol.

Maíz

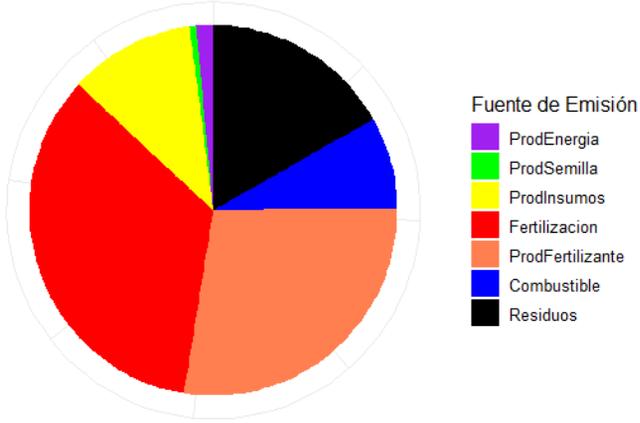


Figura 14.
Contribución de cada factor de emisión en maíz.

Soja

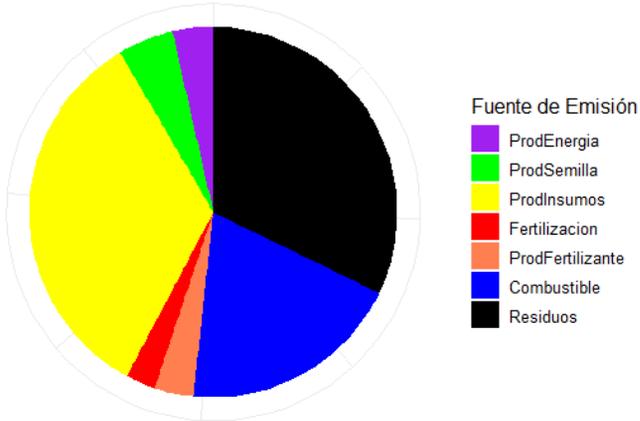


Figura 15.
Contribución de cada factor de emisión en soja.

Soja 2da

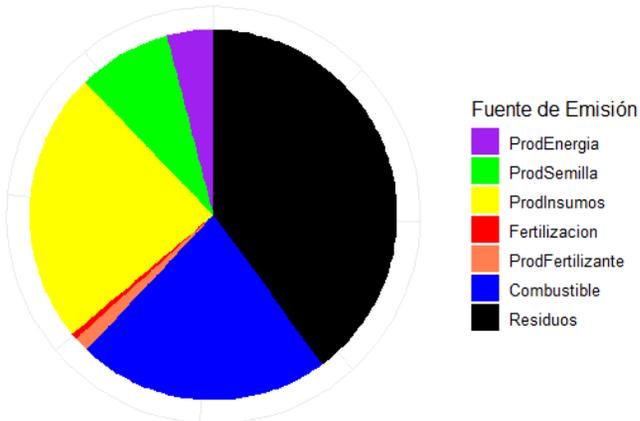


Figura 16.
Contribución de cada factor de emisión en soja 2da.

Sorgo

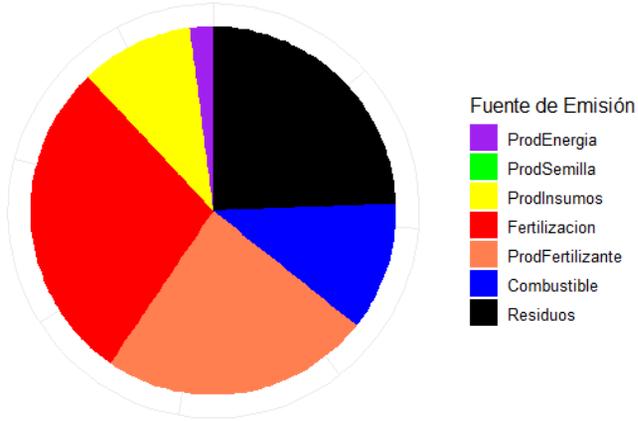


Figura 17.
Contribución de cada factor de emisión en sorgo.

Trigo

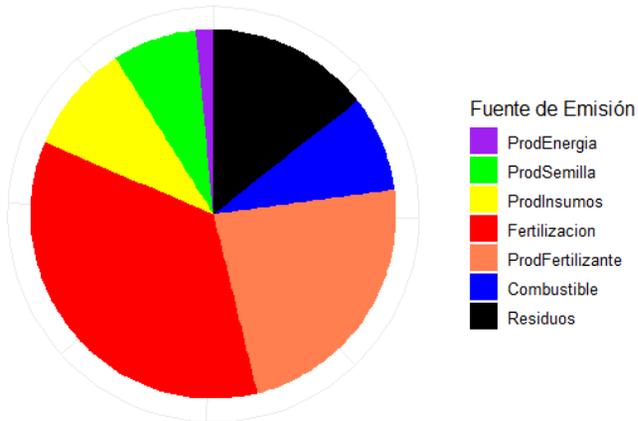


Figura 18.
Contribución de cada factor de emisión en trigo.

CS vicia

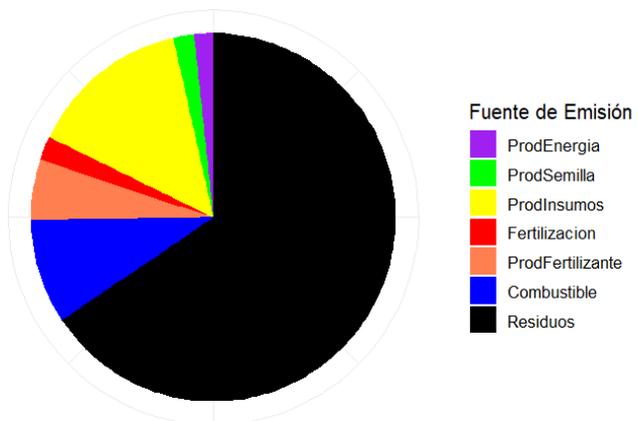


Figura 19.
Contribución de cada factor de emisión en CS vicia.

Como puede visualizarse en el gráfico de barras apiladas (Figura 20), en los cultivos de gramíneas como maíz, trigo y sorgo, los ajustes para reducir las emisiones de GEI deben centrarse en los factores relacionados directamente con la producción y el uso de fertilizantes nitrogenados. Por otro lado, en cultivos de leguminosas como la

soja y el girasol, las modificaciones para reducir las emisiones deben enfocarse en las actividades de producción y aplicación de insumos fitosanitarios (herbicidas, fungicidas e insecticidas), así como en la quema de combustible fósil derivada del tránsito de maquinaria en estas actividades.

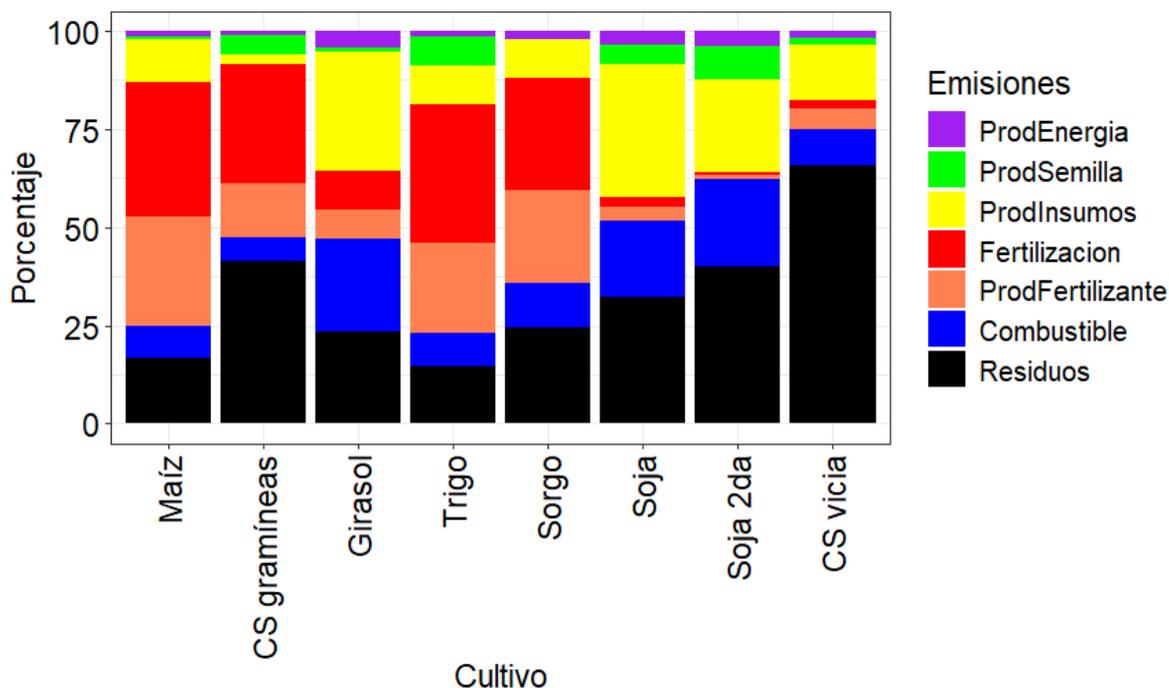


Figura 20. Contribución de los factores de emisión en cada cultivo.

Contribución de cada factor a la emisión total por cultivo y zona

Los gráficos siguientes (Figura 21 a 29) ilustran la contribución de las fuentes de emisión a la emisión total de cada cultivo sembrado dentro de la zona de influencia para los 31 establecimientos productivos analizados. Estos valores reflejan el impacto de cada fuente en las emisiones totales del cultivo de referencia, expresadas en kgCO₂e/tn.

En la zona II_oeste (Figura 21) con elevadas temperaturas y bajas precipitaciones anuales, los

rendimientos promedios de maíz alcanzaron los 6,3 toneladas por hectárea. Algunos rendimientos máximos llegaron a valores de 9 toneladas, lo que explica las emisiones por residuos de cosecha. Tanto para trigo como para maíz, las mayores emisiones se dan por la producción y aplicación de fertilizantes nitrogenados. En el cultivo de soja, con rindes de 3,5 toneladas, las mismas están dadas por la producción y aplicación de insumos fitosanitarios.

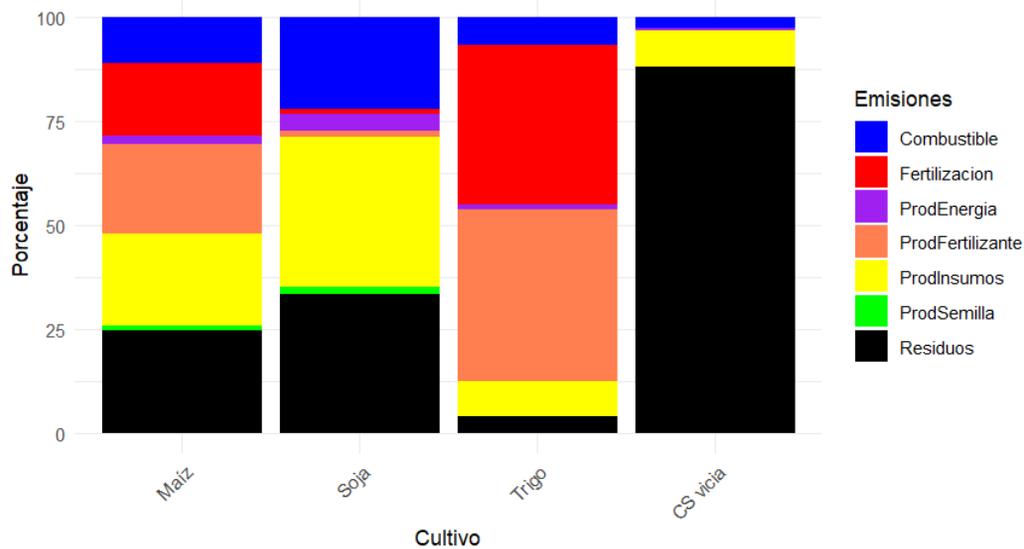


Figura 21. Contribución de cada factor en II_oeste.

En la zona III (Figura 22), el CS está representado por un verdeo de avena y moha con una producción de aproximadamente 4 toneladas de materia seca por hectárea que permanece en el suelo. Tanto para maíz como para sorgo, las proporciones de emisiones son conservadas entre producción y aplicación de fertilizantes. Los rendimientos de maíz fueron extremadamente variables para las 3 campañas analizadas,

alcanzando máximos de 10 toneladas por hectárea y mínimos de 2 toneladas (promedio 4,6 tn/ha). Los rindes en sorgo alcanzaron máximos de 8 toneladas y mínimos de 4 toneladas por hectárea (promedio 6 tn/ha). Las mayores emisiones en soja se explican por la quema de combustible fósil, y la producción y aplicación de insumos fitosanitarios, fundamentalmente herbicidas.

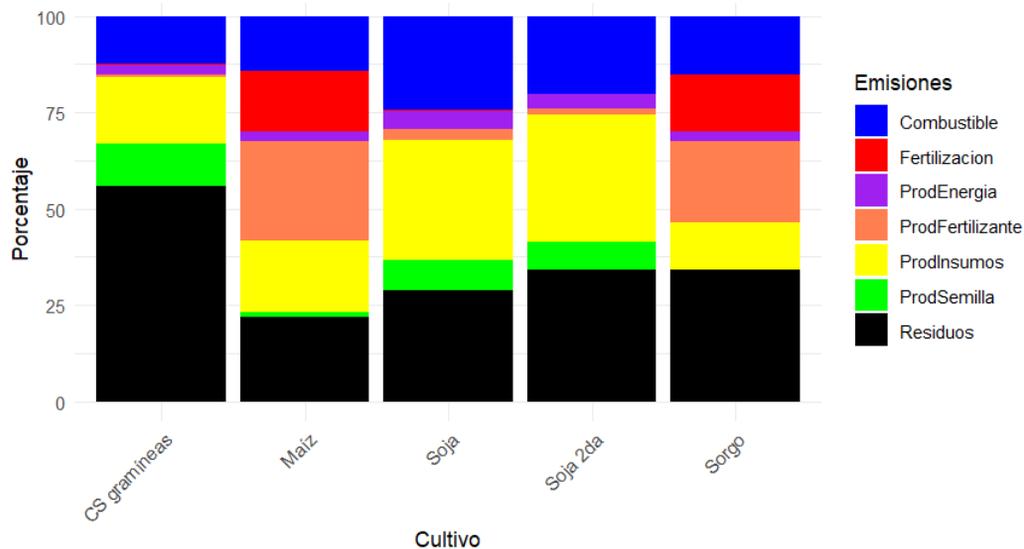


Figura 22. Contribución de cada factor en III.

La zona IV (Figura 23) posee una variedad de cultivos sembrados, donde las mayores emisiones observadas responden a aquellos cultivos de servicio (CS gramíneas y CS vicia) que permanecen como aporte de biomasa en la construcción de carbono de suelos y en el aporte de diversos servicios ecosistémicos. Dentro de la categoría CS gramíneas, en esta zona se incluyeron mezclas de centeno, centeno y CS vicia, y avena y CS vicia. A su vez, los cultivos de

leguminosas al igual que en las demás zonas, expresan sus mayores emisiones en la producción y aplicación de insumos de síntesis química. Dentro de las gramíneas como maíz y trigo, aunque los rendimientos promedios fueron de 7 toneladas y 2,5 toneladas por hectáreas respectivamente, las mayores emisiones se dieron por producción y aplicación de fertilizantes nitrogenados (en dosis mayores en comparación a otras zonas).

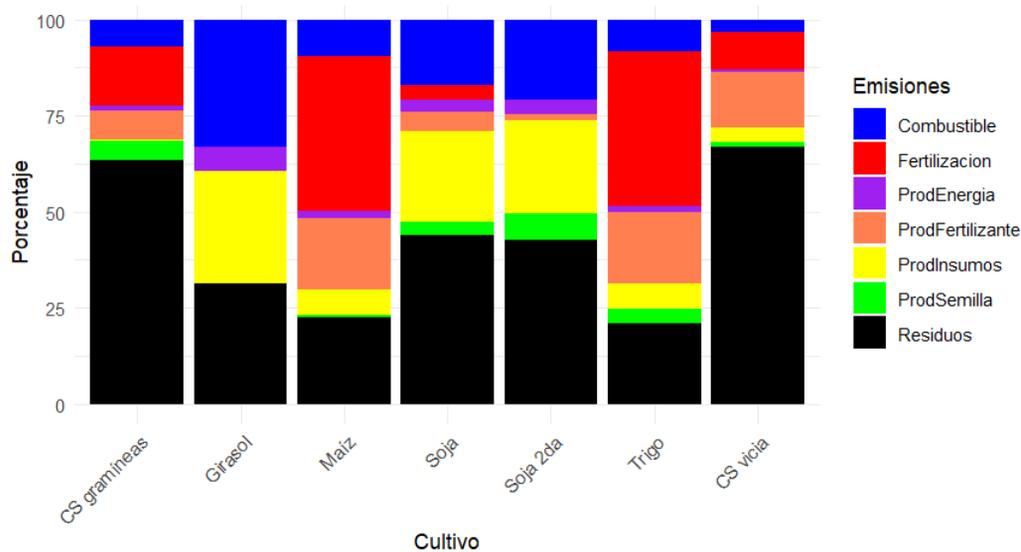


Figura 23. Contribución de cada factor en IV.

La zona V_centro (Figura 24) está representada sólo por dos cultivos que integran la rotación, evidenciando las altísimas emisiones en producción de insumos y fertilizantes y quema de

combustible fósil en relación a los bajos aportes de materia seca al suelo (con rendimientos de 4 toneladas para maíz y 1 tonelada para soja).

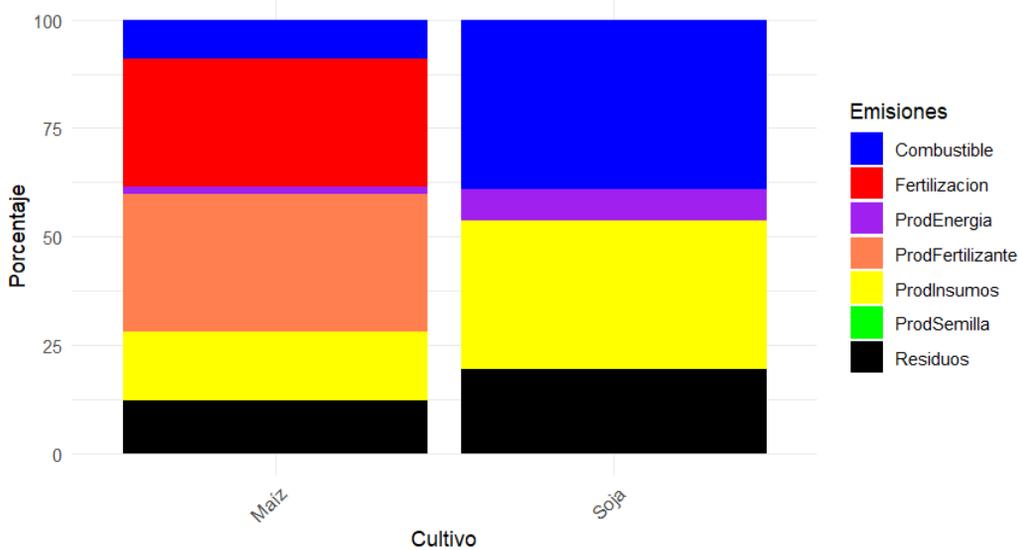


Figura 24. Contribución de cada factor en V_centro.

Dentro de la zona VI (Figura 25), el gráfico muestra la categoría de CS que contempla verdes compuestos por avena y raigrás, a los cuales se le aplica urea en una dosis de 80 kg/ha con un rendimiento final de aproximadamente 1,5 tn de materia seca. Los maíces en esta zona presentan un rendimiento promedio de 7 toneladas por hectárea (con muchos lotes afectados por sequía que no llegaban a la tonelada de rinde y otros que alcanzaban las 12 toneladas). Algo similar sucedió en el cultivo de

trigo, con rendimientos que van desde 1,5 a 6 toneladas por hectárea. A pesar de que las dosis de fertilizantes aplicados estuvieron dentro de los rangos habituales para la zona, se observó que una gran cantidad de lotes con bajos rendimientos recibieron una considerable inversión en insumos, lo cual no se tradujo posteriormente en un aumento significativo de la producción. Esta situación evidenció una gran cantidad de emisiones de GEI por producción y aplicación de fertilizante en maíz, sorgo y trigo.

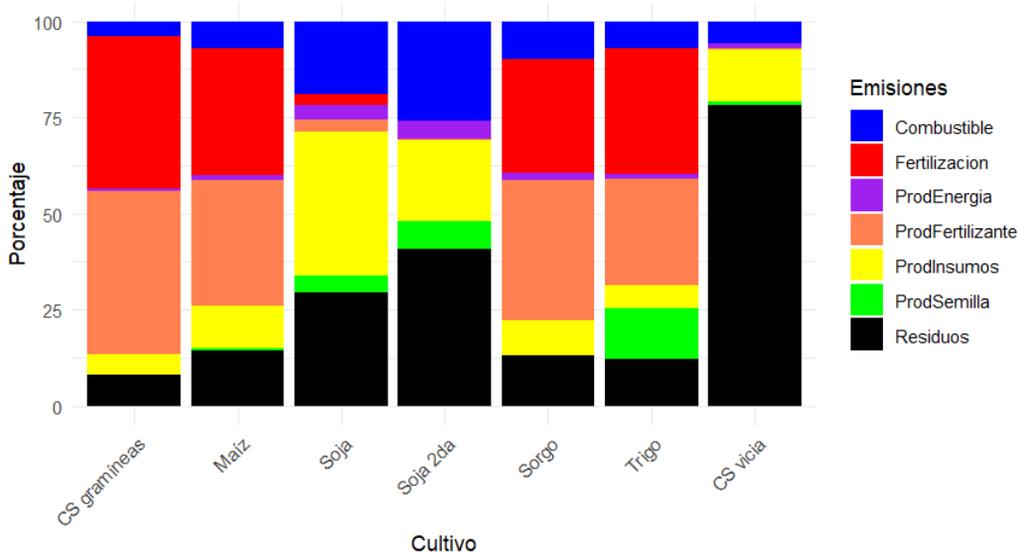


Figura 25. Contribución de cada factor en VI.

En la zona VII (Figura 26), la categoría CS gramíneas está representada por avena con aplicación de urea (150 kg/ha) y cebada como servicio con 350 kg/ha de fertilizante nitrogenado. Además, las mezclas de avena y CS vicia, y centeno con CS vicia se fertilizaron con 30 kg/ha de MAP. Tanto maíz como trigo tuvieron rendimientos variables durante las 3 campañas bajo estudio, desde 1 tonelada a 10 toneladas por hectárea en maíz y de 300 kilos a 6 toneladas por hectárea en trigo. Similar a lo mencionado

anteriormente en la zona VI, se puede ver una elevada cantidad de emisiones por producción y aplicación de fertilizantes como consecuencia de que lotes con bajos rendimientos recibieron una inversión considerable en insumos que no resultó en un incremento en la producción final. Las emisiones reflejadas en soja y soja 2da son las esperables para cultivos de leguminosas que expresan sus mayores emisiones en la producción y aplicación de insumos de síntesis química.

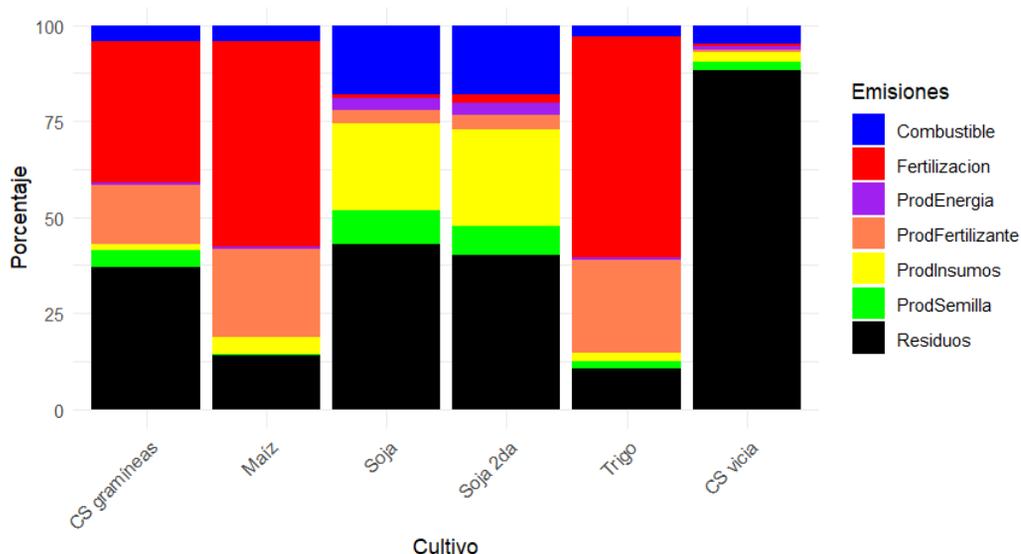


Figura 26. Contribución de cada factor en VII.

Dentro de la zona XI (Figura 27), debido a su escasez de agua, los dos cultivos que representan la rotación son trigo (promedio 2,4 toneladas) y vicia utilizada como servicio (promedio 2 toneladas de materia seca). En ambos cultivos, las

mayores emisiones se explican mediante la aplicación de insumos y la quema de combustible fósil a través de la maquinaria agrícola. El fertilizante utilizado en ambos casos fue MAP con una dosis de 30 kg/ha a la siembra.

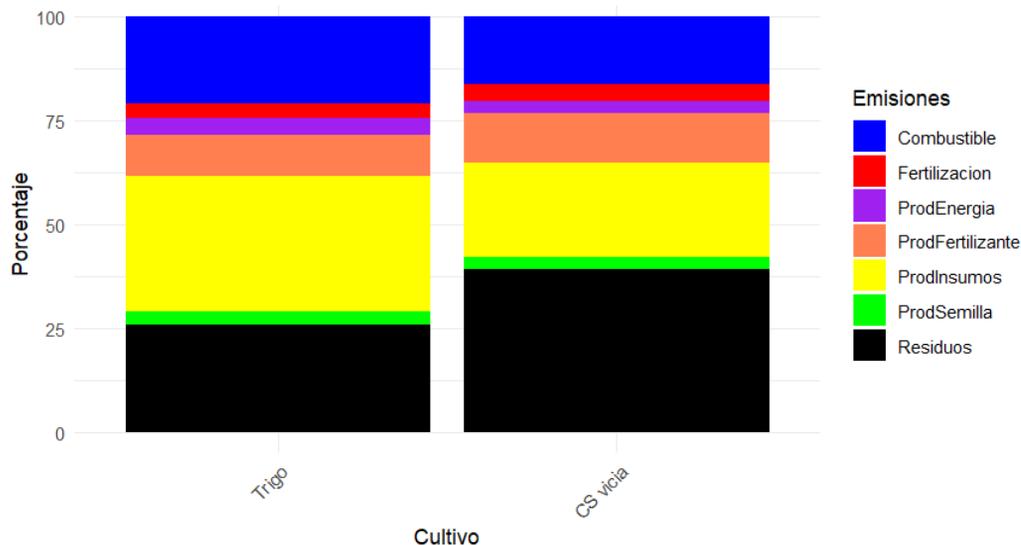


Figura 27. Contribución de cada factor en XI.

La zona XII (Figura 28) posee una gran diversidad de cultivos, dentro de los cuales resaltan las gramíneas como maíz, sorgo y trigo con elevadas proporciones de emisiones relacionadas a la aplicación de fertilizantes con dosis promedios de 140 kg/ha de urea. Si bien los rendimientos fueron variables en las 3 campañas, el promedio para maíz fue de 6,4 toneladas, para

sorgo de 6,8 toneladas y 3 toneladas por hectárea para trigo. Dentro de las oleaginosas, sus emisiones se explican por el uso de insumos químicos, sobre todo herbicidas. La categoría CS incluye el cultivo de avena fertilizada con 50 kg/ha de MAP y un raigrás fertilizado con 70 kg/ha de urea.

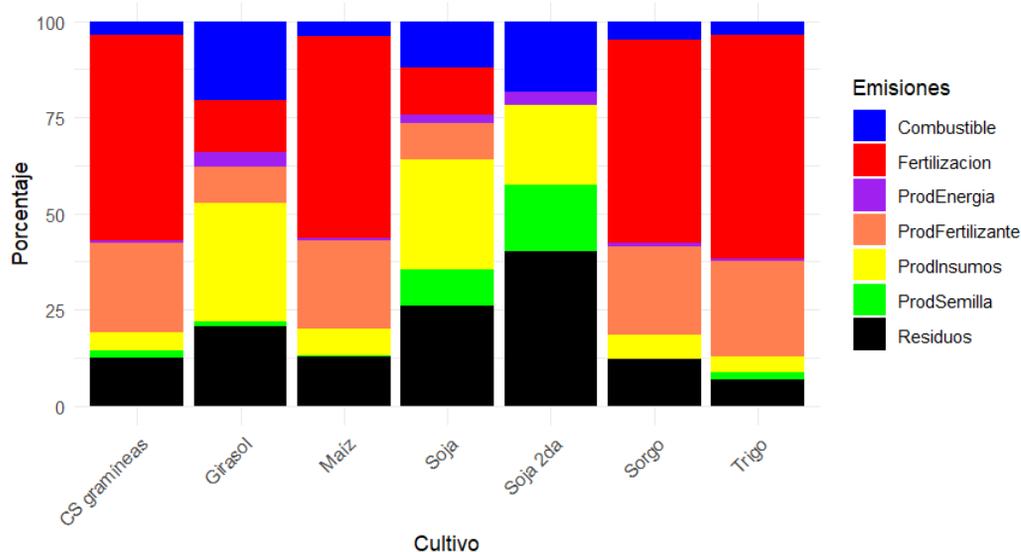


Figura 28. Contribución de cada factor en XII.

En la zona XIII (Figura 29), con suelos fundamentalmente arenosos y muy bajas proporciones de arcilla (alrededor del 7%), las emisiones por CS gramíneas (centeno) se deben a la descomposición de sus residuos que permanecen en el suelo. La cosecha de maíces de 1,3 toneladas por hectárea de rendimiento

revelaron las altas emisiones por producción y aplicación de fertilizantes nitrogenados en dosis de 200 kg/ha. En el cultivo de soja, la mayor representación de las emisiones responde a la producción y aplicación de herbicidas e insecticidas.

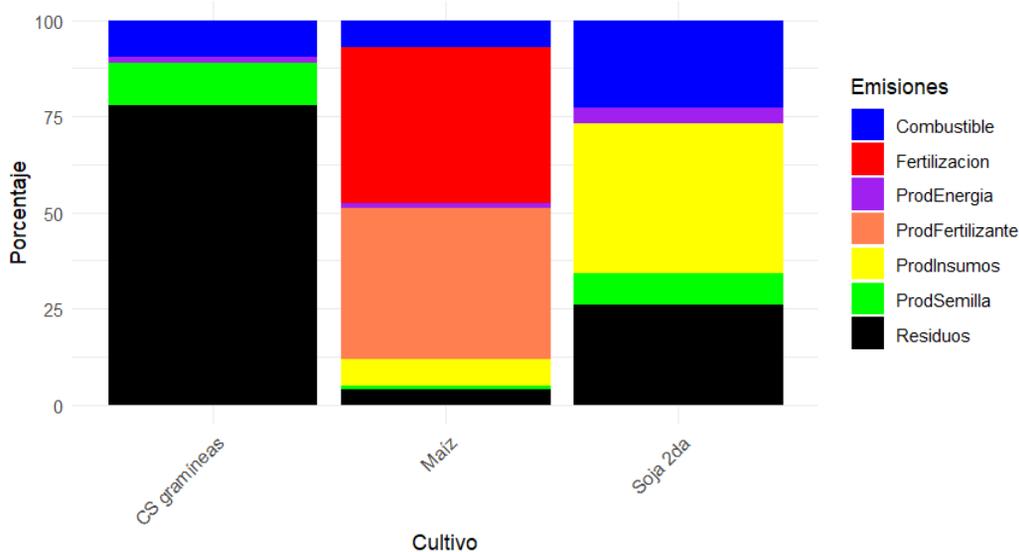


Figura 29. Contribución de cada factor en XIII.

Balance de carbono

Los gráficos desarrollados muestran la variación del COS frente a diversas alternativas de manejo de cultivo, como el monocultivo y las rotaciones con diversas intensificaciones.

Balance de carbono por cultivo y secuencia

Los gráficos siguientes facilitan el análisis y la cuantificación del impacto de los distintos planteos productivos en el balance de carbono de los suelos, considerando las 9 zonas bajo estudio y el desempeño de algunos de los cultivos extensivos más relevantes durante las campañas 2021-2022, 2022-2023 y 2023-2024. Cabe destacar que estos cultivos mostraron una gran variabilidad en cuanto a rendimientos, lo que impactó directamente en el balance final de COS.

Los valores positivos de las Figuras 30 y 31 indican una pérdida de COS. Por ejemplo, un valor de 0,83% en soja como único cultivo significa que el carbono orgánico en el suelo disminuyó en un

0,83% en relación al contenido inicial. Esto puede explicarse debido a la baja cantidad y calidad del rastrojo aportado por el cultivo y por el tiempo en que el suelo permaneció sin cobertura luego de su cosecha. Lo mismo sucede, con un valor de 0,49% para maíz como monocultivo.

En el caso de CS - Maíz, la variación de COS del 0% representa un balance neutral entre el contenido de carbono inicial y final. Esto permite asumir que tanto la cantidad de carbono que se libera como la que se captura es exactamente la misma, lo que implica que no hay un aumento ni una disminución neta del contenido de carbono en el sistema.

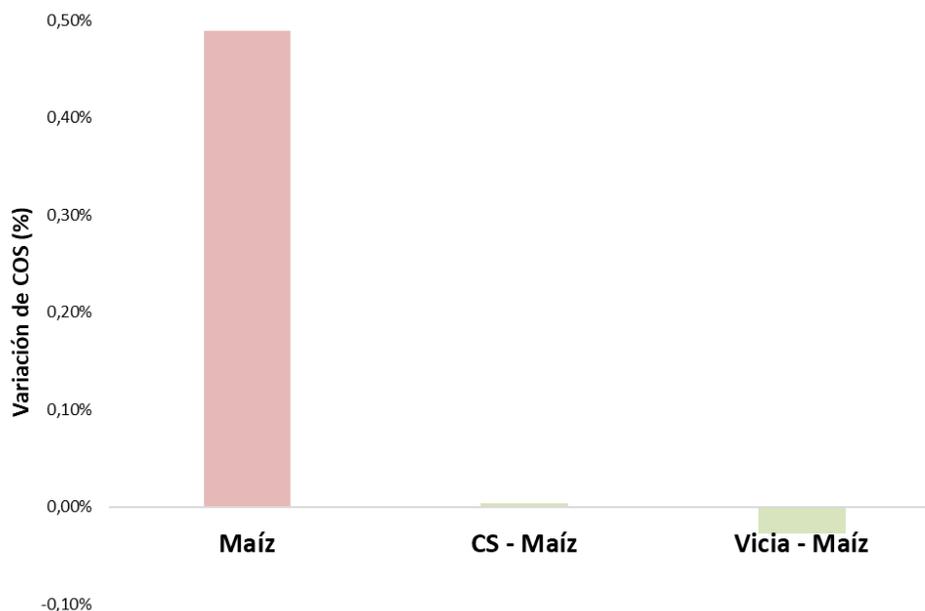


Figura 30. Balance de carbono considerando maíz.

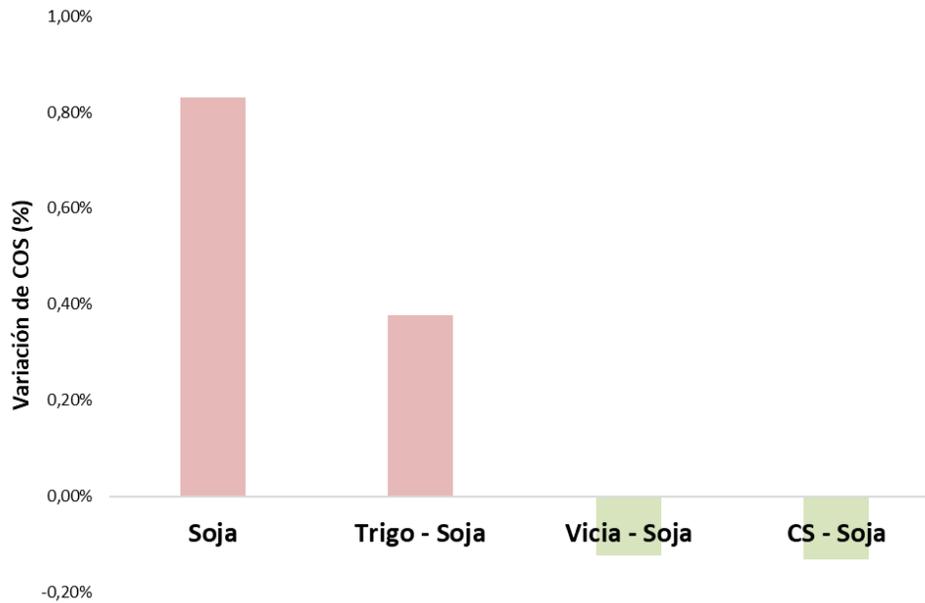


Figura 31. Balance de carbono considerando soja.

La existencia de valores negativos indican un secuestro de carbono, es decir, un aumento en la cantidad de carbono orgánico en el suelo. Por ejemplo, un valor de -0,13% tanto para la integración de CS - Soja y Vicia - Soja significa que el carbono orgánico en el suelo aumentó en un

0,13% respecto al contenido inicial. Este incremento se visualiza en suelos que permanecen cubiertos todo el año, lo que demuestra la gran importancia de realizar dobles cultivos con alta intensificación y aporte de residuos al sistema.

CONCLUSIONES

Luego de analizar las emisiones totales asociadas al manejo por hectárea y por tonelada de producto producido de los productores de Aapresid que participaron en el proyecto, se procedió a comparar estos valores con un índice nacional desarrollado por Plataforma Puma. Este índice proporciona el valor promedio de las emisiones de GEI por hectárea y por tonelada de los principales cultivos de renta a nivel nacional con datos provenientes de más de 2 millones de hectáreas monitoreadas en los últimos cinco años. Los valores del índice están representados en las Figuras 32 y 33 por un punto rojo, lo que facilita su comparación con los resultados obtenidos de los productores de Aapresid (punto verde).

Los resultados obtenidos indican que, en la mayoría de los casos, los productores de Aapresid presentan valores de emisiones significativamente menores, tanto por hectárea como por tonelada de producto producido, en comparación con el promedio nacional. Esto sugiere que las prácticas agrícolas ya

implementadas, tales como la rotación de cultivos, la optimización del uso de insumos y la adopción de tecnologías más sostenibles, juegan un papel clave en la reducción de las emisiones de GEI frente a las prácticas agrícolas más convencionales.

Sin embargo, sigue siendo fundamental comenzar a implementar estrategias adicionales, como el manejo integrado de plagas y la fertilización variable. La incorporación de fertilizantes sólidos nitrogenados al suelo es particularmente importante ya que mejora su eficiencia y reduce las pérdidas por volatilización, contribuyendo a una utilización más responsable de estos insumos. Además, la aplicación de insumos (herbicidas, insecticidas y fungicidas) mediante drones resulta muy interesante cuando el objetivo es disminuir el impacto ambiental de las actividades agrícolas, ya que permite una aplicación más precisa y controlada, reduciendo el uso excesivo de productos y minimizando los riesgos de contaminación.

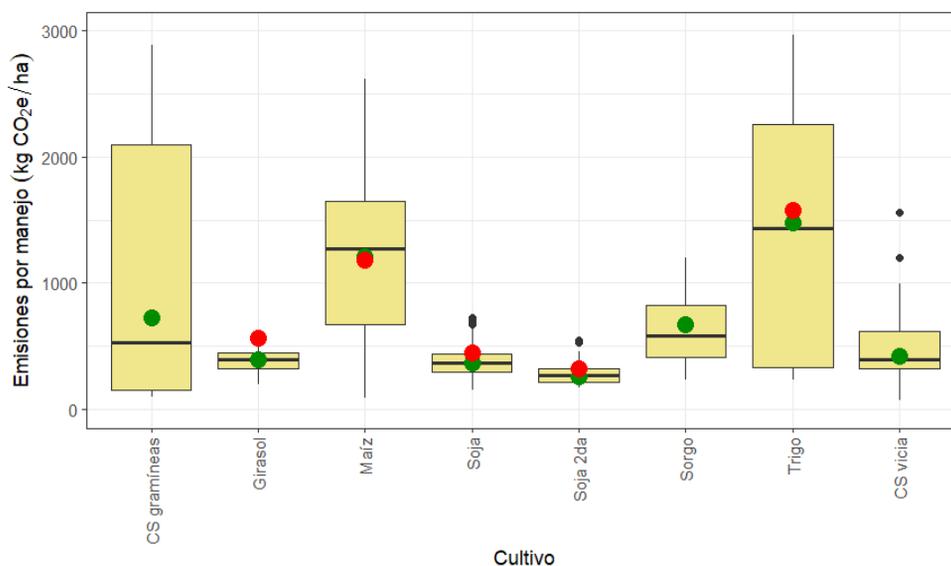


Figura 32. Comparación de emisiones por hectárea con el índice nacional.

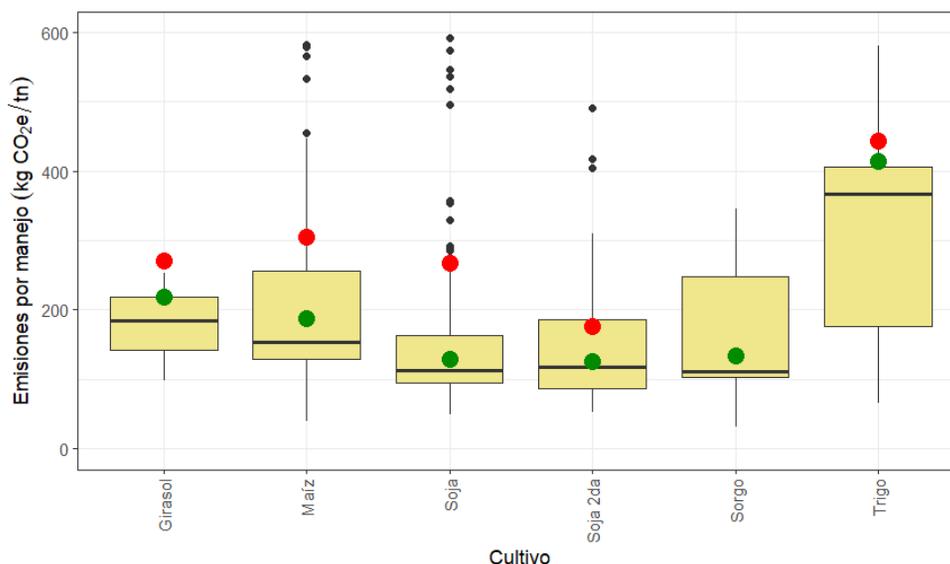


Figura 33. Comparación de emisiones por tonelada con el índice nacional.

Respecto al balance de COS, tras analizar los distintos planteos productivos implementados por los productores de Aapresid, pudimos concluir que los sistemas que priorizan la rotación e intensificación de cultivos, la diversificación y la cobertura continua del suelo contribuyen significativamente a la mejora del balance de carbono. Estas prácticas no solo ayudan a reducir la erosión sino que también favorecen la acumulación de materia orgánica, lo que incrementa el secuestro del carbono orgánico en el suelo. Además, el uso de cultivos de servicio que al descomponerse aportan carbono al suelo

en forma de biomasa, contribuyen a mejorar su estructura y salud a largo plazo. Entre los beneficios adicionales derivados de estas prácticas se encuentran una mayor retención hídrica, una mejor disponibilidad de nutrientes, mejoras en la textura del suelo y una mayor resiliencia frente a condiciones climáticas adversas. En contraposición, las prácticas de monocultivo continuo tienden a producir un agotamiento de los nutrientes del suelo y una menor capacidad de retención de carbono, afectando negativamente su salud a largo plazo.

Bibliografía

Andriulo, A., Mary, B., & Guerif, J. (1999). Modelling soil carbon dynamics with various cropping sequences on the rolling pampas. *Agronomie*, 19(5), 365-377.

IPCC 2019. 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Calvo Buendia, E., Tanabe, K., Kranjc, A., Baasansuren, J., Fukuda, M., Ngarize, S., Osako, A., Pyrozhenko, Y., Shermanau, P. and Federici, S. (eds). Published: IPCC, Switzerland.

IPCC, 2013: Glosario [Planton, S. (ed.)]. En: Cambio Climático 2013. Bases físicas. Contribución del Grupo de trabajo I al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex y P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Nueva York, NY, Estados Unidos de América.

IPCC 2006. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. y Tanabe K. (eds). Publicado por: IGES, Japón.

Lal, R. (2020). Regenerative agriculture for food and climate. *Journal of soil and water conservation*, 75(5), 123A-124A.

2018. Directiva (UE) 2018/2001 del Parlamento Europeo y del Consejo de 11 de diciembre de 2018 relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables (versión refundida).

Milesi Delaye, L. A., Irizar, A. B., Andriulo, A. E., & Mary, B. (2013). Effect of continuous agriculture of grassland soils of the Argentine Rolling Pampa on soil organic carbon and nitrogen. *Applied and environmental soil science*, 2013.

ISRIC 2020. ISRIC World Soil Information - Laura Poggio and Luis de Sousa.

2019. Relevamiento de Tecnología Agrícola Aplicada (ReTAA) Departamento de Investigación y Prospectiva – Bolsa de Cereales de Buenos Aires.

2021. Calculador de Carbono PUMA Versión 1.
<https://www.plataformapuma.com/>

<https://www.iso.org/obp/ui/es/#iso:std:iso:14067:ed-1:v1:es>





Manejo del nitrógeno y emisiones de GEI en maíz

Investigación y Desarrollo: PROFERTIL S.A.

El maíz es uno de los cultivos de mayor importancia en Argentina y el **nitrógeno (N)** el principal nutriente que limita su producción. Por este motivo, es fundamental trabajar con estrategias de nutrición que integren las **Mejores Prácticas de Manejo (MPM)** para la fertilización, las **4R** (dosis correcta, momento y forma de aplicación adecuados y fuentes que aseguren una fertilización balanceada y la mayor eficiencia de uso).

Elegir trabajar con las MPM permite, no solo mayores eficiencias de uso de los nutrientes aplicados, sino también maximizar la producción y la eficiencia de uso de otros recursos e insumos, mantener y mejorar la fertilidad de los suelos y cuidar el ambiente, ya que ayuda a una mayor adaptabilidad al cambio climático, **disminuir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI)** y **aumentar el secuestro de carbono de los suelos**.

La fuente de fertilizante nitrogenado más utilizada y con mayor porcentaje de N, es la urea (46% N). Cuando la misma se aplica en el suelo, ésta comienza un proceso de hidrólisis catalizado por la enzima ureasa, la cual es producida por microorganismos del suelo y plantas. Si la urea es aplicada al voleo, este proceso comienza en la superficie aumentando la probabilidad de pérdidas de N por **volatilización del amoníaco (NH₃)**, una de las emisiones indirectas de **óxido nitroso (N₂O)** y uno de los gases de efecto invernadero (**GEI**). La magnitud de esta pérdida depende de numerosos factores tales como el pH, CIC, materia orgánica, rastrojo, temperatura, viento, precipitaciones, manejo, dosis de N, etc. En el mapa podemos ver la probabilidad de pérdida de N por volatilización (% N) que puede encontrarse en las distintas regiones de nuestro país.



MAPA. Pérdidas de N por volatilización del amoníaco (%) encontradas en ensayos de maíz según localización geográfica en Argentina.
Fuente: adaptado de Toribio *et. al.* (2023).

Varios trabajos han reportado que el uso de inhibidores que retardan o inhiben la hidrólisis de la urea, son efectivos para reducir las pérdidas de N por volatilización del amoníaco del fertilizante. En el mercado hay **fuentes de N estabilizadas**, como el **eNeTOTAL PLUS (Urea + inhibidor)**, que

actúan como seguros del N, ya que regulan la velocidad de conversión de la urea a amonio, controlando su tasa de conversión y reduciendo así la volatilización del amoníaco y mejorando la Eficiencia de Uso del N (EUN).

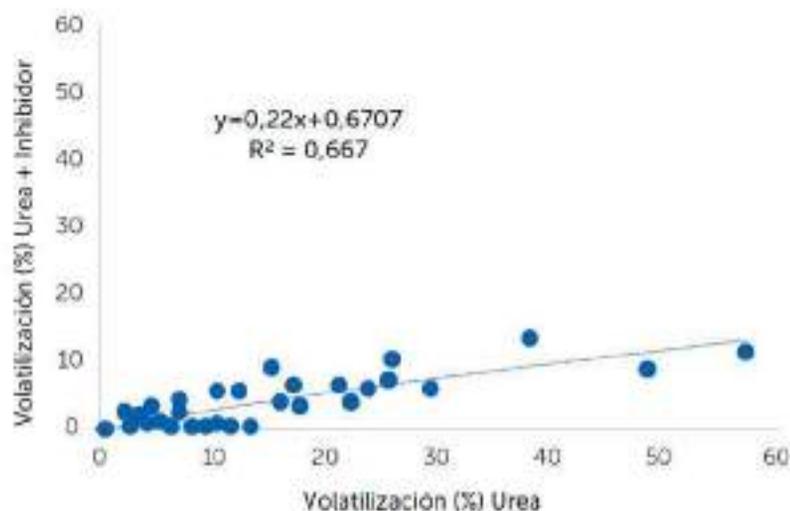


Gráfico 1. Relación entre el porcentaje de pérdidas por volatilización de N de dos fuentes de N (Urea + inhibidor y Urea).
Fuente: Toribio *et. al.* (2023).

En el **Gráfico 1** vemos la relación entre la pérdida de N por volatilización de dos fuentes de N evaluadas en diferentes ensayos de maíz. Observamos que esta pérdida se reduce cerca del 70% cuando se utiliza la fuente con inhibidor de la ureasa. Es decir, que por cada 10% de pérdida de N por volatilización con urea, solo se pierde 3% si se emplea urea + inhibidor.

Para poder contar con **factores de emisión (FE)**

locales de **GEI (Tier 2)** en el uso de la **Urea y eNeTOTAL PLUS**, en el año 2020 comenzamos una red de ensayos de maíz en distintas localidades (**Balcarce y Oliveros**) con especialistas en nutrición. Durante el ciclo del cultivo, para cada una de las fuentes de N, se determinó la volatilización de **N-NH₃** utilizando un sistema estático semiabierto y la emisión de **N₂O** con cámaras estáticas rectangulares móviles. Esta red continúa extendiéndose en la actualidad.

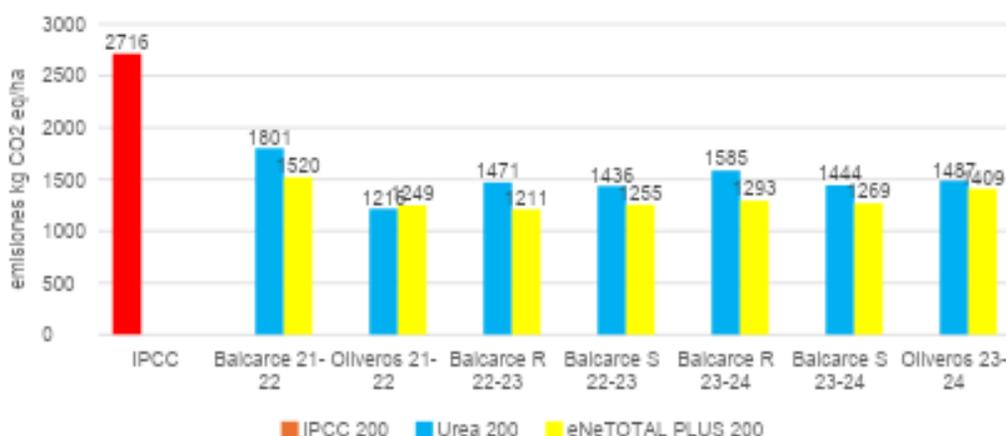


Gráfico 2. Emisiones en kg CO₂eq/ha durante el cultivo de maíz bajo distintas fuentes de N (Urea y eNeTOTAL PLUS). Campañas (2021-24).
Localidades: Balcarce y Oliveros. Dosis= 200 kg N/ha
Fuente: Elaboración propia (2024).

Como vemos en el **Gráfico 2**, en las dos localidades (Balcarce y Oliveros) para la dosis de 200 kg N/ha, se encontró que con el uso de **FE locales** obtenidos (Tier 2), las emisiones en kg CO₂eq/ha (producción + uso) es entre un 50 y

60% menor que la obtenida con factores de Tier 1 del IPCC (columna roja). Además, el empleo del **eNeTOTAL PLUS** redujo las emisiones entre un 15 y 20% con respecto a la urea.

Más información: Boletín técnico N°39. Biblioteca Virtual - Profertil

Recomendamos usar eNeTOTAL PLUS en aplicaciones en superficie y cuando las condiciones son propicias para el proceso de volatilización, ya que es el fertilizante con inhibidor de la ureasa más eficiente, que cuenta con dos principios activos NBPT y NPPT.





Cifras que transforman: impulsando la agricultura regenerativa

En el marco de la nueva campaña de maíz, la empresa noruega Yara presentó un análisis cuantitativo de su Solución “MásMaíz”, logrando reducciones de un 34% en la huella de carbono mientras aumenta el rendimiento en un promedio de 292 kilogramos por hectárea.

Buenos Aires, 26 de Diciembre de 2024

La agricultura regenerativa se convirtió en un pilar esencial de la industria agropecuaria actual. La incorporación de prácticas sostenibles no solo fortalece los sistemas de producción mejorando la salud de los suelos y promoviendo la biodiversidad, sino que también desempeña un rol fundamental en la recuperación de ecosistemas y en la lucha contra el cambio climático.

En este contexto, Yara presentó los resultados concretos de su programa de sustentabilidad y adopción tecnológica denominado "Juntos por Más". Estos datos provienen de la colaboración con empresas que desde hace algunos años han mostrado interés en medir su huella de carbono. Uno de los logros más destacados de este programa es el aumento en el rendimiento promedio, con un incremento de 292 kilogramos por hectárea. Esta mejora se debe a la mayor eficiencia en el uso del nitrógeno (EUN) que ofrece la Solución MásMaíz, con un incremento promedio del 48% en comparación con diferentes

manejos nutricionales y una disminución del 19% en la cantidad de nitrógeno aplicado. Al mismo tiempo, se logró una reducción del 34% en las emisiones de huella de carbono. Al respecto, Cecilia Martin, Especialista en Agronomía y Sustentabilidad de Yara Argentina agrega: "En Yara, estamos comprometidos en la reducción de la huella de carbono en los sistemas de producción de cultivos a través de la adopción de nuevas tecnologías, la implementación de estrategias nutricionales considerando el concepto de las 4R's (Fuente correcta, dosis correcta, momento correcto y lugar correcto) propuesto por el IPNI, el uso eficiente de los recursos y la mejora de la rentabilidad".

En resumen, la agricultura regenerativa se consolida como una ruta hacia la sostenibilidad. Datos sólidos respaldan su eficacia en términos de productividad, viabilidad económica y reducción de emisiones. Con el compromiso continuo de toda la cadena de valor, la agricultura regenerativa tiene el potencial de transformar nuestro sistema alimentario, satisfaciendo las crecientes demandas de los consumidores.

Mejores resultados en términos económicos, productivos y de sustentabilidad en maíz



*EUN: Eficiencia de Uso de Nitrógeno Aplicado.

Basado en datos de Yara por 19ha, Campaña 22-23, n=28.

Acerca de Yara

Yara impulsa y promueve el conocimiento para alimentar al mundo de manera responsable y proteger el planeta. Apoyados en nuestra visión de un mundo sin hambre y un planeta respetado, lideramos una estrategia de crecimiento de valor sostenible, que promueve soluciones de nutrición de cultivos amigables con el ambiente y soluciones energéticas con cero emisiones. La ambición de Yara se enfoca en Cultivar un Futuro Alimentario Positivo para la Naturaleza, capaz de crear valor para nuestros clientes, accionistas y la sociedad en general, y que proporcione una cadena de valor alimentaria más sostenible.

Para lograr esta ambición, hemos tomado la iniciativa en el desarrollo de herramientas digitales para la agricultura de precisión, y trabajamos muy estrechamente con socios a lo largo de la cadena de valor, para mejorar la eficiencia y sostenibilidad de la producción de alimentos. A través de nuestro enfoque en la producción limpia de amoníaco, nuestro objetivo es habilitar la economía del hidrógeno, impulsando la transición verde del transporte marítimo, la producción de fertilizantes y otras industrias intensivas en energía.

Fundada en 1905 para resolver la hambruna emergente en Europa, Yara ha establecido una posición privilegiada como la única empresa global de nutrición de cultivos en la industria. Operamos un modelo de negocio integrado por alrededor de 17.000 colaboradores y operaciones en más de 60 países, con una trayectoria de sólidos rendimientos.



CONTACTO

Federico Mayer
Página 1 Comunicación
Celular: (+54) 911 4196 1512
E-mail: fmayer@pg1.com.com



Síguenos en:



Yara Latinoamérica



@YaraLatam





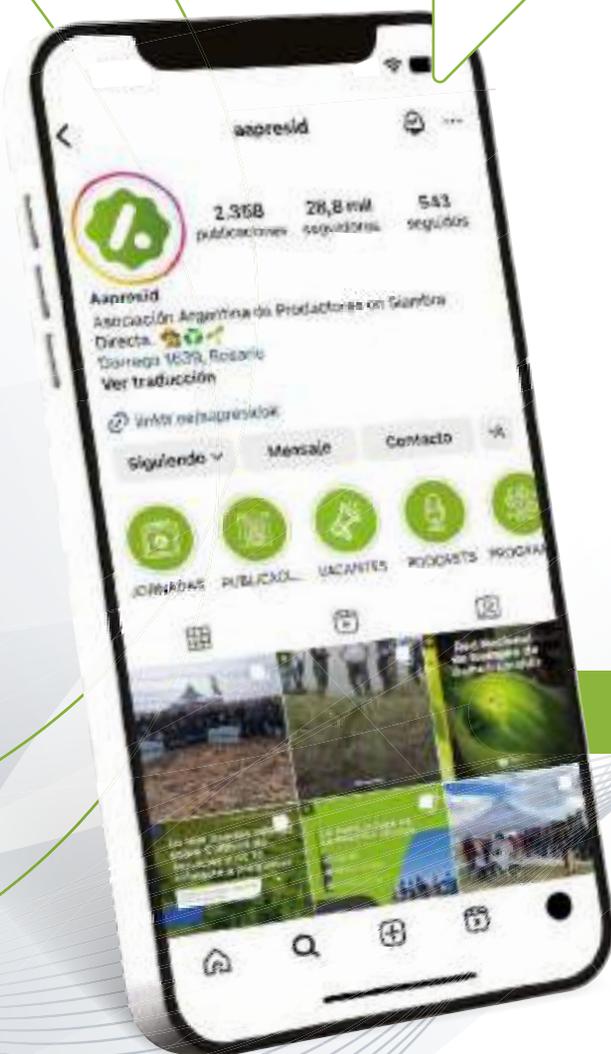
SUSTENTABILIDAD

**No es necesario estar
en el campo para sembrar.
En el campo o en la ciudad,
sembramos.**

Porque cultivando esfuerzo, solidaridad,
y diversidad, podemos cosechar progreso,
empatía, innovación. Y un futuro mejor.

**Todos los días podemos
sembrar algo nuevo.**

syngenta



Las redes que **FORTALECEN** nuestro trabajo **JUNTOS**

SUMATE A LA COMUNIDAD AAPRESID



www.aapresid.org.ar



 **Aapresid**

