

# Informe de la Huella de Carbono



# ÍNDICE

---

<b>Contextualización</b> .....	3
<b>Planteamiento del Cálculo</b> .....	4
<b>Cálculo de la Huella de Carbono en SOJA INNOVA2</b> .....	5
Contenido en Materia Orgánica .....	5
Cálculo de emisiones .....	5
Cálculo de absorciones .....	6
<b>Conclusiones generales</b> .....	7

El proyecto **SOJA INNOVA** ha tenido como objetivo principal el desarrollo de un modelo de producción optimizado de rotación de cultivos herbáceos en el que se incluye la soja como 2º cultivo. La producción de proteína vegetal teniendo en cuenta el modelo de rotación innovador propuesto pretende contribuir a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Por ello, y con el fin de lograr la consecución del OG1 del proyecto, se realizó el estudio de la Huella de Carbono a lo largo de las dos campañas.

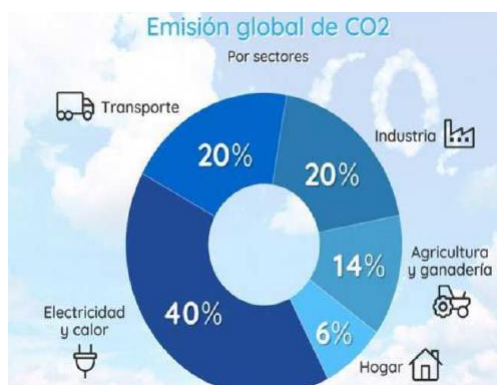
## Contextualización

En los últimos años se están desarrollando políticas entorno al **Cambio Climático** como son la Agenda 2030 y diversas leyes tanto a nivel estatal como foral. La Unión Europea se ha propuesto como objetivo vinculante para todos los estados alcanzar en 2030 la reducción de las emisiones de GEI un 55% respecto a 1990. En este ámbito, el Gobierno de Navarra tiene previsto la obligatoriedad de realizar el cálculo y la reducción de la Huella de Carbono en las explotaciones agrarias. En este sentido, deberán elaborar y publicar un plan de reducción de dichas emisiones en el que se fije un objetivo cuantificado a cinco años, y las medidas que se van a realizar para su consecución. Además, se prevé la posibilidad de que las empresas puedan compensar de manera voluntaria su huella de carbono.

### ¿Qué es la Huella de Carbono?

La **Huella de Carbono** es el parámetro utilizado para describir la cantidad de **emisiones GEI** asociadas a una empresa, evento, actividad o al ciclo de vida de un producto/servicio, en orden a determinar su contribución al Cambio Climático, expresándose en **toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente**.

La Figura 1 muestra la distribución por sectores de las emisiones de GEI, donde se puede observar que las emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes del sector agropecuario rondan el 14% de las emisiones globales.



*Figura 1.* Contribución de los distintos sectores a las emisiones globales de CO<sub>2</sub>.

El óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) presenta un potencial de calentamiento 310 superior al del CO<sub>2</sub>. En este contexto, el sector agrícola puede contribuir considerablemente a la reducción de las emisiones GEI mediante, por ejemplo, la producción de proteína vegetal que permite la asimilación de nitrógeno y su fijación en el suelo (hasta 100 kg/Ha y mes) y la consiguiente reducción en el uso de fertilizantes nitrogenados sintéticos. Por otro lado, la búsqueda de técnicas más responsables con el clima mediante la práctica de agricultura y ganadería regenerativas pueden contribuir a disminuir las emisiones así como a mejorar la salud del suelo. Como ejemplo, se puede citar la

realización de cultivos de cobertura que, a la vez que fijan materia orgánica en el suelo, minimizan la evapotranspiración del agua (Figura 2).

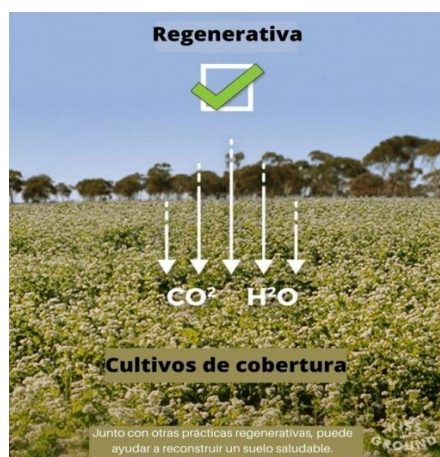


Figura 2. Efecto de la agricultura regenerativa.

## Planteamiento del Cálculo

El cálculo de la Huella de Carbono de la producción de soja se realizó siguiendo el **Protocolo GHG**, herramienta internacional para el cálculo y gestión de las emisiones GEI. Este protocolo identifica seis tipos de GEI entre los que se encuentran el **CO<sub>2</sub>** y el **N<sub>2</sub>O**, y su objetivo es la determinación, medida y disminución de las emisiones hacia la atmósfera.

### Aspectos a tener en cuenta

- **Relevancia:** La información obtenida debe permitir la toma de decisiones.
- **Integridad:** El inventario debe desarrollarse con honradez para permitir un cálculo robusto.
- **Consistencia:** La metodología debe permitir futuras comparaciones según se requiera.
- **Transparencia:** Los datos deben ser claros, comprensibles y auditables.
- **Precisión:** Los cálculos deben ser correctos y sin desviaciones.

### Definición del Alcance y la Unidad Funcional de la Huella de Carbono en SOJA INNOVA2

- **Alcance:** Se trata del cálculo parcial de la huella de carbono, por no contabilizarse las emisiones aguas arriba y aguas abajo del proceso.
- **Unidad Funcional:** Kg de soja producida
- **Datos de Actividad:** Kg totales producidos y Kg producidos por ensayo
- **Fuentes de emisión GEI identificadas:** Combustible y fertilización.

### Datos de Interés

- **Superficie** total de Ensayo: 14,77 Ha
- **Consumo de gasoil:** 1.450 Litros (98 L / Ha)
- **Consumo de fertilizante:** 6.140 Kg

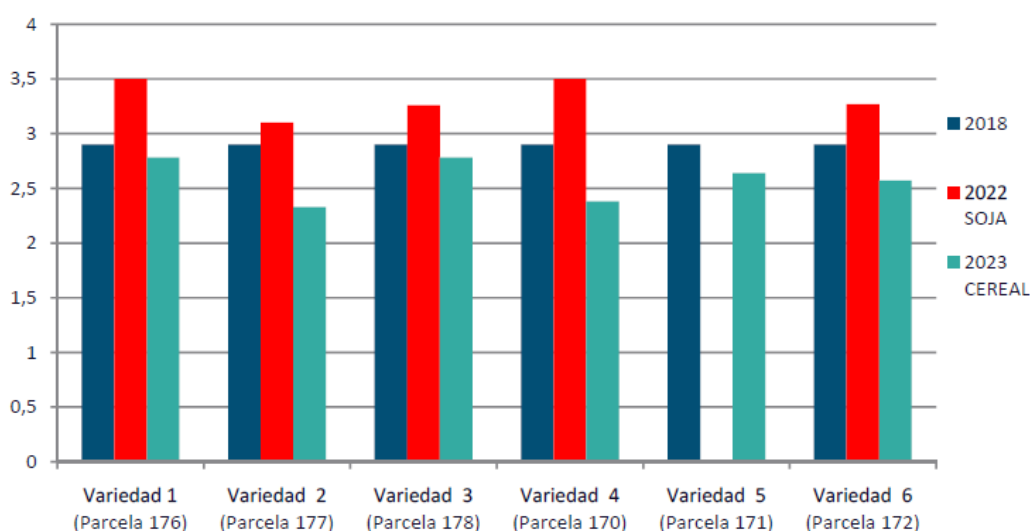
# Cálculo de la Huella de Carbono en SOJA

## INNOVA2

En la campaña de 2022 se incluyó por primera vez el cultivo de soja dentro del sistema de rotación tras el cultivo de cebada en parcelas de la Cooperativa Figueras. En esta primera campaña se realizó el cultivo de 6 variedades de soja que fueron sembradas los primeros días de julio, y posteriormente cosechadas a principios de noviembre. Tras la cosecha se sembró de nuevo cebada como cultivo principal de la rotación, y a continuación y después de cosechar el cereal, se sembró la segunda campaña de soja. En la campaña de 2023 se utilizaron 3 variedades seleccionadas tras la optimización del cultivo realizada en las primeras fases de **SOJA INNOVA**.

## Contenido en Materia Orgánica

El contenido de materia orgánica en suelo se determinó en muestras tomadas en la fase de maduración de los cultivos, previamente a su cosecha. La Figura 3 muestra la evolución del contenido en materia orgánica del suelo (g / 100 g suelo) tras el cultivo de soja y el de cebada, y en comparación a los datos obtenidos en un análisis realizado en 2018 en las mismas parcelas.



**Figura 3.** Contenido en materia orgánica expresado en g / 100 g muestra según las variedades cultivadas. 1) Avril, 2) Amma, 3) Castelis, 4) Chaki, 5) Annette y 6) Luna.

Tras la primera campaña de soja (2022) se observó un aumento considerable de la materia orgánica alcanzando el 12.6% respecto a la presente en 2018. Sin embargo, el cultivo de cebada que sucedió al de soja en la rotación, produjo una reducción significativa de la materia orgánica en suelo siendo hasta un 20% inferior en la parcela donde previamente se había cultivado la variedad Chaki.

## Cálculo de emisiones

El cálculo de las emisiones de **SOJA INNOVA** se ha realizado teniendo en cuenta las emisiones relativas a la aplicación de fertilizante en el cultivo, al consumo de gasoil durante el laboreo y a

las emisiones genéricas de N<sub>2</sub>O estimadas. A continuación se muestran los datos usados y los resultados obtenidos.

FUENTE DE EMISIÓN	CONSUMO	FACTOR EMISIÓN	EMISIONES
Gasoil	1.007 L	2,708 Kg CO <sub>2</sub> eq/ L	2726,95 Kg CO <sub>2</sub> eq
Fertilizante	4.431 Kg	0,20 Kg CO <sub>2</sub> eq/ Kg	886,20 Kg CO <sub>2</sub> eq
N <sub>2</sub> O genérico	4 Kg N <sub>2</sub> O	280 Kg CO <sub>2</sub> eq/ Kg N <sub>2</sub> O	16.542,40 Kg CO <sub>2</sub> eq

Las mayores emisiones generadas en el cultivo fueron debidas al uso de combustible, aunque las emisiones estimadas debidas al N<sub>2</sub>O generado son mucho más significativas. Teniendo en

PRODUCCIÓN
1.713 Kg / Ha
Total: 25.301 Kg

cuenta la producción de soja se obtuvieron las emisiones por Ha y Kg útiles para comparar respecto al cultivo de maíz que se pretende sustituir. De esta manera, tal y como se muestra a continuación, la sustitución del maíz por soja supuso un ahorro de 482.61 Kg de

fertilizante por Ha, lo que se tradujo en una **reducción del 62% en las emisiones** ligadas a la fertilización.

Cultivo	CONSUMO		EMISIONES		% reducción
	Kg / Ha	kg CO <sub>2</sub> eq /Ha	Totales		
Maíz	782,61	156,52	2.311,83		
Soja	300	60	886,2		
Reducción GEI	482,61	96,52	1425,63		62%

Cabe señalar que las emisiones totales del cultivo de soja fueron de **20.155,56 Kg CO<sub>2</sub> eq.**

EMISIONES	
Emisiones /Ha	244,63 Kg CO <sub>2</sub> eq
Emisiones /Kg	0,143 Kg CO <sub>2</sub> eq
Emisiones Cultivo	3.613,15 Kg CO <sub>2</sub> eq
Emisiones N <sub>2</sub> O	16.542,40 Kg CO <sub>2</sub> eq
<b>Totales</b>	<b>20.155,56 Kg CO<sub>2</sub> eq</b>

## Cálculo de absorciones

El cálculo de las absorciones en **SOJA INNOVA** se ha realizado tomando como valor la suma de la media de estudios recientes que lo sitúan en torno a los 4.000 Kg/Ha/año, con los resultados obtenidos de los análisis de suelo y el grano obtenido. A continuación se muestran los datos usados y los resultados obtenidos.

ABSORCIONES			
Superficie	Absorción teórica	Absorción análisis	ABSORCIONES
14,77 Ha	4.000 kg CO <sub>2</sub> eq / Ha	85 kg CO <sub>2</sub> eq / Ha	60.335,45 kg CO <sub>2</sub> eq

Como se puede observar, la estimación de las absorciones de CO<sub>2</sub> en el cultivo de la soja fueron de **60.335,45 Kg CO<sub>2</sub> eq**, lo que hace que el balance emisiones/absorciones sea positivo. Más en concreto, la incursión de la soja como 2º cultivo en el sistema de rotación ha resultado en la absorción de **49.179,89 Kg CO<sub>2</sub> eq.** en el terreno.

A continuación se muestra el balance por variedad siendo las variedades con menor huella de carbono LUNA, AVRIL y CHAKI.

Variedad	Emisiones	Absorción	Balance
AVRIL	0,16 Kg CO <sub>2</sub> eq/ Kg	0,510 Kg CO <sub>2</sub> eq/ Kg	0,350 Kg CO <sub>2</sub> eq/ Kg
AMMA	0,146 Kg CO <sub>2</sub> eq/ Kg	0,339 Kg CO <sub>2</sub> eq/ Kg	0,193 Kg CO <sub>2</sub> eq/ Kg
CASTELIS	0,142 Kg CO <sub>2</sub> eq/ Kg	0,438 Kg CO <sub>2</sub> eq/ Kg	0,296 Kg CO <sub>2</sub> eq/ Kg
CHAKI	0,188 Kg CO <sub>2</sub> eq/ Kg	0,496 Kg CO <sub>2</sub> eq/ Kg	0,308 Kg CO <sub>2</sub> eq/ Kg
LUNA	0,247 Kg CO <sub>2</sub> eq/ Kg	0,689 Kg CO <sub>2</sub> eq/ Kg	0,442 Kg CO <sub>2</sub> eq/ Kg

## Conclusiones generales

La implantación del nuevo sistema de rotaciones, en el que se introduce la soja de ciclo corto entre dos campañas de cereal, resulta muy beneficioso para la reducción de la Huella de Carbono. En primer lugar se detectó que, tras el cultivo de soja, la cantidad de **materia orgánica** en suelo **umentaba** considerablemente frente a la disminución que se observó tras el cultivo de cereal. Esta disminución pudo producirse como consecuencia del laboreo y manejo de los cultivos.

Por ello, se debe **considerar alternativas de laboreo** incluso de rotaciones para evitar la emisión de CO<sub>2</sub> del suelo. En este sentido, sería interesante realizar pruebas de cultivos para **acolchado permanente** y otras técnicas de **agricultura regenerativa**, así como el uso de **ganadería extensiva** para el aprovechamiento de rastrojos, abono animal y control de hierbas.

En segundo lugar, la sustitución del maíz por soja **disminuye el consumo de fertilizante** y con ello **las emisiones** derivadas de su uso. Además, la soja tiene un efecto positivo en la disponibilidad de N en suelo actuando como abono verde, de manera que la cantidad de fertilizante a aplicar en los siguientes cultivos sea menor.

La reducción de emisiones relativa al manejo del cultivo debería centrarse en **el cambio de las fuentes de emisión** como sería el **uso de biocombustibles y la fertilización orgánica**, además de ser necesario un mayor registro y control del consumo de agua.

Para finalizar, cabe señalar que el cultivo de las variedades de soja ensayadas ha permitido la **absorción de más de 60 toneladas de CO<sub>2</sub> en el terreno**. En un futuro, y gracias a las absorciones logradas, se podría diferenciar la producción bajo un **sello distintivo de responsabilidad climática**.