UCA
Ingeniería y Ciencias Agrarias

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA ARGENTINA

Ingeniería Agronómica

“Proyecto de medición de la huella de carbono del poroto de soja en una empresa agroexportadora argentina.”

Trabajo final de graduación para optar por el título de: Ingeniero Agrónomo

Autor: Federico Díaz Cantón.

Tutor: Ing. Agr. Piñeyro Victor.

Cotutor: Ing. Prod. Agr. Fernando Raúl Perez Ezeiza.

Tabla de contenido

Resumen 4
Palabras clave 5
Objetivo general 5
Objetivos específicos 5
Introducción 6
Ciclo de carbono 6
Huella de carbono 7
Bases del cálculo de huella de carbono 7
Metodologías de medición de huella de carbono 8
GHG Protocol 8
Normas ISO 8
Verificaciones PAS 8
Guías del IPCC 9
Emisiones globales de gases de efecto invernadero 9
Exigencias de los mercados internacionales 10
Mercado de soja 11
Pérdida de competitividad de productos del complejo sojero argentino en el mercado internacional y la huella de carbono como oportunidad 13
Empresa impulsora del proyecto 17
Objetivos corporativos de la empresa 17
Alcance y objetivo del proyecto de medición 17
Alianzas para ejecutar el proyecto 18
Funcionamiento de la calculadora 18
Fases del proyecto 19
Fase 1: Promoción 19
Fase 2: entrevistas 20
Fase 3: conformidad y firma de NDA 20
Fase 4: recolección y procesamiento de datos 20
Fase 5: cálculo de huella de carbono 21
Fase 6: certificación 21
Fase 7: resultados de emisiones 21
Conclusión 22
Bibliografía 23

Índice de Gráficos

Gráfico 1: Distribución de emisiones de gases de efecto invernadero por sector en 2016....10
Gráfico 2: Evolución de la exportación de poroto de soja para Argentina, Brasil y EEUU.....14
Gráfico 3: Evolución de la exportación de harina de soja para Argentina, Brasil y EEUU. 14
Gráfico 4: Evolución de la producción de soja para Argentina, Brasil y EEUU.....15
Gráfico 5: Evolución de la molienda de soja para Argentina, Brasil y EEUU.....15
Gráfico 6: Evolución del porcentaje de proteína y aceite de soja en la zona núcleo sojera Argentina.....16

Índice de Imágenes

Imagen 1: Exportaciones de Poroto de Soja Argentina por Destino. Año 2020. 12
Imagen 2: Exportaciones de Aceite de Soja Argentina por Destino. Año 2020. 12
Imagen 3: Exportaciones de Harina de Soja Argentina por Destino. Año 2020. 13
Imagen 4: Profundidad promedio de los principales puertos agroexportadores de Argentina, Brasil y EEUU. 16
Imagen 5: Tablero de Control de Cálculo de Emisiones 21
Imagen 6: Tablero de Control de Emisiones por Fuente.....22

Índice de Cuadros

Cuadro 1: Diagrama de fases del proyecto.....19

Resumen

El presente trabajo se centra en la creación de un plan con el propósito de determinar la huella de carbono asociada a la producción del poroto de soja por parte de una empresa agroexportadora en Argentina. El proyecto nace en un contexto internacional donde las iniciativas, acuerdos, esquemas y regulaciones para disminuir las emisiones y proteger la biodiversidad están en aumento, mientras que Argentina sufre la pérdida de competitividad en el mercado del complejo sojero a costa del estancamiento productivo y el avance constante de la producción de Brasil y Estados Unidos. El trabajo centra los argumentos de su creación en estos dos pilares, apoyados por los objetivos corporativos de la empresa, y a través de alianzas estratégicas y un flujo de trabajo ordenado se logra comenzar a registrar las emisiones para aportar mayor información al producto, comenzar a tener una referencia para fijar objetivos de disminución de las emisiones de alcance 3 y agregar un valor que esté en línea con los requerimientos internacionales y permita aumentar la competitividad del complejo sojero argentino.

Palabras clave

Proyecto. Huella de carbono. Soja. Sustentabilidad. Mercados. Competitividad.

Objetivo general

- Describir un proyecto para conocer la huella de carbono del poroto de soja en una empresa agroexportadora argentina.

Objetivos específicos

- Evaluar la medición de la huella con relación a las exigencias de los mercados internacionales.
- Describir los objetivos de sustentabilidad de la empresa respecto a las demandas globales.

Introducción

En un mundo donde la sostenibilidad ambiental se ha convertido en un parámetro fundamental, las empresas a nivel internacional enfrentan la creciente presión de reducir su huella de carbono y promover prácticas comerciales responsables. En este contexto, el presente trabajo de tesis se adentra en un análisis estratégico centrado en la producción del poroto de soja, un cultivo fundamental en la economía argentina, y su relación con las emisiones de gases de efecto invernadero. El proyecto toma como punto de partida la coyuntura actual, donde se observa un incremento significativo de las iniciativas, acuerdos y regulaciones, tanto a nivel global como a nivel nacional, destinados a mitigar el cambio climático y preservar la biodiversidad. Así como a nivel internacional hay una gran cantidad de iniciativas que se detallan en el cuerpo de esta tesis, en Argentina se ha creado la Estrategia Nacional para el Uso de los Mercados de Carbono. Es la iniciativa más reciente y relevante para promover la medición de huella de carbono, ya que busca impulsar la participación en estos mercados y contribuir al fortalecimiento y al financiamiento para la adaptación al cambio climático (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2023).

Este proyecto de tesis nace en un momento crucial para Argentina, que se enfrenta a una pérdida de competitividad en el mercado del complejo sojero, causada por el estancamiento productivo y la creciente producción en países como Brasil y Estados Unidos. La búsqueda de soluciones que permitan a la industria sojera argentina mantener su posición en el escenario internacional resulta indispensable.

A través de alianzas estratégicas y un proceso de trabajo meticuloso, este proyecto aspira a cuantificar la huella de carbono asociada a la producción del poroto de soja que la empresa utiliza como insumo para la industrialización y exportación, proporcionando datos esenciales que contribuirán a la toma de decisiones empresariales más sostenibles. Asimismo, se pretende establecer una referencia sólida para la fijación de objetivos de reducción de emisiones de alcance 3, un área crítica en el compromiso de la empresa con la sostenibilidad. En última instancia, se aspira agregar un valor significativo al producto exportado por la empresa, armonizando sus operaciones con las demandas internacionales de sostenibilidad y, así, aumentando su competitividad en el mercado global.

Ciclo de carbono

“El carbono del planeta se almacena en cinco grandes compartimientos: las reservas geológicas, los océanos, la atmósfera, los suelos y la biomasa vegetal.” (Gallardo J. 2007) Según Jaramillo V. (2004), el CO_2 se encuentra en la atmosfera terrestre en una concentración de aproximadamente 0,036%. Existen procesos que regulan la concentración de CO_2 en la atmósfera. El primer mecanismo general es el ciclo geoquímico del Carbonato-Silicato, el cual opera a una escala temporal de cientos de millones de años. Este ciclo regula la concentración mediante la disolución del CO_2 atmosférico en el agua de lluvia, formando ácido carbónico que reacciona con los minerales expuestos sobre la superficie terrestre y generando lo que se conoce como intemperismo de la roca. Luego, los ríos acarrean los productos disueltos al océano. En el océano se forma el carbonato de calcio y se deposita en los sedimentos marinos, que por el proceso de subducción entran a la corteza baja de la tierra. En este proceso se reincorporan elementos a los minerales primarios de las rocas y el carbono regresa a la atmosfera como CO_2 por las emisiones volcánicas e hidrotermales. Este ciclo ha ayudado a mantener la concentración del CO_2 atmosférico por debajo del 1% durante los últimos 100 millones de años, aunque los flujos de carbono anuales son relativamente pequeños.

Por otro lado, la aparición de la vida sobrepuso al ciclo geoquímico con un ciclo biogeoquímico de corto plazo. En este dominan dos grandes transferencias anuales de C: el flujo de CO_2 de la atmosfera a las plantas como resultado de la fotosíntesis, y el regreso de CO_2 a la atmosfera como resultado de la descomposición de la materia orgánica. En los periodos en los que la producción de materia orgánica excede la descomposición, el C

orgánico se acumula en los sedimentos geológicos. Este gas es adquirido por las plantas superiores mediante difusión a través de los estomas, y es transportado a los sitios donde se lleva a cabo la fotosíntesis. Se estima que 120 PgC/año es convertido en carbohidratos durante este proceso, mientras que solo el 60 PgC/año se incorpora en los tejidos vegetales, como hojas, raíces y tejido leñoso. El restante vuelve a la atmosfera como CO_2 debido a la respiración autotrófica. Eventualmente, en el transcurso de los años, casi todo el C fijado en los tejidos regresa a la atmosfera por medio de dos procesos: la respiración heterótrofa, que incluye a los descomponedores de la materia orgánica (bacterias y hongos) y a los herbívoros; y por la combustión en los fuegos naturales o antropogénicos. Gran parte de la biomasa muerta se incorpora a la materia orgánica del suelo, donde es utilizada para la respiración microbiana a diferentes velocidades y generando almacenes de C en el suelo que regresan a la atmosfera en diferentes periodos.

Este ciclo sufre perturbaciones a causa de la intervención del ser humano, mediante sus actividades cómo el uso de combustibles que contienen carbono, la deforestación (que provoca la descomposición de la materia orgánica) y la quema de la biomasa vegetal.

Huella de carbono

La huella de carbono (HC) es “la totalidad de los gases de efecto invernadero emitidos por efecto directo o indirecto por un individuo, organización, evento o producto” (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2023). La diferencia con el concepto de balance de carbono es que el balance cuantifica las emisiones y absorciones netas de dióxido de carbono.

Según el ministerio mencionado, la HC puede interpretarse como la de una organización o la de un producto. La de una organización mide la totalidad de los gases de efecto invernadero (GEI) emitidos por efecto directo o indirecto provenientes del desarrollo de la actividad de dicha organización. En cambio, la de un producto mide los gases de efecto invernadero emitidos durante todo el ciclo de vida del mismo.

Al mismo tiempo, este autor sostiene que, dentro de la HC de una organización, existen emisiones directas e indirectas. Una emisión directa es toda emisión que es propiedad de la organización, o está controlada por la misma. En cambio, una emisión indirecta es consecuencia de las actividades de la organización, pero que ocurren en propiedad de otra organización, o está controlada por esta.

Las emisiones de una organización se definen en tres alcances.

- Alcance 1: son las emisiones directas de GEI.
- Alcance 2: son las emisiones indirectas que se relacionan con la generación de electricidad que adquiere y consume una organización.
- Alcance 3: son otras emisiones indirectas cómo la utilización de productos o servicios ofrecidos por otras organizaciones.

Definir estas clasificaciones resulta fundamental para segmentar las distintas fuentes de emisión que ocurren en una organización y poder identificar el enfoque del proyecto de medición de la empresa.

Bases del cálculo de huella de carbono

Según el ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (2023), la base metodológica del cálculo de huella de carbono consiste en la siguiente formula:

$$Huella\ de\ Carbono\ (CO2eq) = Dato\ Actividad(ton) \times Factor\ de\ Emisión(\frac{CO2eq}{ton})$$

Donde:

- El Dato Actividad es el parámetro que define el nivel de la actividad generadora de emisiones.

- El Factor de Emisión es el parámetro que explica la cantidad de gases de efecto invernadero emitidos por cada unidad del Dato Actividad.

El resultado de estos parámetros resulta en el dato de huella de carbono en dióxido de carbono equivalente.

Las emisiones expresadas en dióxido de carbono equivalente representan la "cuantía de emisión de dióxido de carbono que causaría el mismo forzamiento radiativo integrado, en un plazo de tiempo dado, que cierta cantidad emitida de un gas de efecto invernadero o de una mezcla de gases de efecto invernadero" (IPCC, 2013). Por lo tanto, la unidad engloba a todos los GEI emitidos y los convierte en el equivalente en dióxido de carbono que generaría el mismo impacto sobre el efecto invernadero. Según la Convención Macro de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (1997), los GEI definidos en el protocolo de Kyoto son el dióxido de carbono (CO_2), el metano (CH_4), el óxido nitroso (N_2O), los hidroflurocarbonos (HFC), los perfluorocarbonos (PFC) y el hexafloruro de azufre (SF_4). Según el servicio de estudios del parlamento europeo (2015), durante la enmienda de Doha al protocolo de Kyoto en 2012, se incorpora el trifloruro de nitrógeno (NF3) al listado anterior de gases de efecto invernadero. Por lo tanto, son siete los gases reconocidos que se convierten mediante un factor para obtener la unidad de dióxido de carbono equivalente, y así poder estandarizar la medición.

Metodologías de medición de huella de carbono

Existen diversas metodologías aceptadas para la medición de huella de carbono. A continuación, se mencionan cuatro esquemas propuestos para realizar dicho cálculo. Estos son el GHG Protocol, las normas ISO, las verificaciones PAS y las guías del IPCC.

GHG Protocol

Según el sitio web de GHG Protocol (sin fecha), este protocolo describe una metodología desarrollada por el World Resources Institute (WRI) y el World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), que establece esquemas estandarizados globales y completos para medir y gestionar las emisiones de GEI de las operaciones del sector privado y público, las cadenas de valor y las acciones de mitigación.

Normas ISO

Según el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (2023), las normas ISO se segmentan en tres. La norma UNE-EN ISO 14064-1, publicada en 2006, es la que especifica los principios y requisitos a nivel de organización, para la cuantificación y el informe de emisiones y remociones de GEI. Se establece otra normativa que constituye una guía para la aplicación de la normativa anterior, la UNE-ISO/TR 14069, publicada en 2015, en la cual se describe la cuantificación e informe de GEI para organizaciones. Por otro lado, la UNE-EN ISO 14065, publicada en 2021, establece los requisitos para los organismos que realizan la validación y verificación de los GEI, para su uso en acreditación u otras formas de reconocimiento.

Verificaciones PAS

Según el sitio web de British Standards Institution, la PAS 2050 (2011) es una especificación publica que establece requisitos para la evaluación de las emisiones de GEI en el ciclo de vida de productos, ya sean bienes o servicios, basándose en técnicas y principios clave de evaluación del ciclo de vida. Es aplicable a organizaciones que evalúan las emisiones de GEI de productos a lo largo de su ciclo de vida. Según el mismo autor, La PAS 2060 es una norma que especifica un proceso para demostrar la neutralidad de carbono. Entonces, mientras la PAS 2050 establece las directrices para la evaluación de huella de carbono del ciclo de vida de los productos, la PAS 2060 se enfoca en la neutralidad de carbono y cómo una organización puede declarar que ha compensado sus emisiones de GEI a lo largo de un periodo.

Guías del IPCC

Según el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (2023), durante el año 2006 el IPCC publica una guía completa para calcular GEI provenientes de diferentes fuentes y sectores, que incluye una detallada lista de factores de emisión. Esta guía se llama "Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories". Aunque su función es orientar la cuantificación de emisiones de GEI de los inventarios nacionales, estos factores son aceptados para aquellos casos en los que no se dispone de factores de emisión específicos.

Emisiones globales de gases de efecto invernadero

Las emisiones antropogénicas globales netas de GEI han ido en aumento en los últimos años. Según el IPCC (2022), el dato anual para 2019 registra un valor de 59 GtCO2-eq, el cual representa un aumento del 12% respecto de las emisiones registradas en el año 2010, y un 54% a las del año 1990.

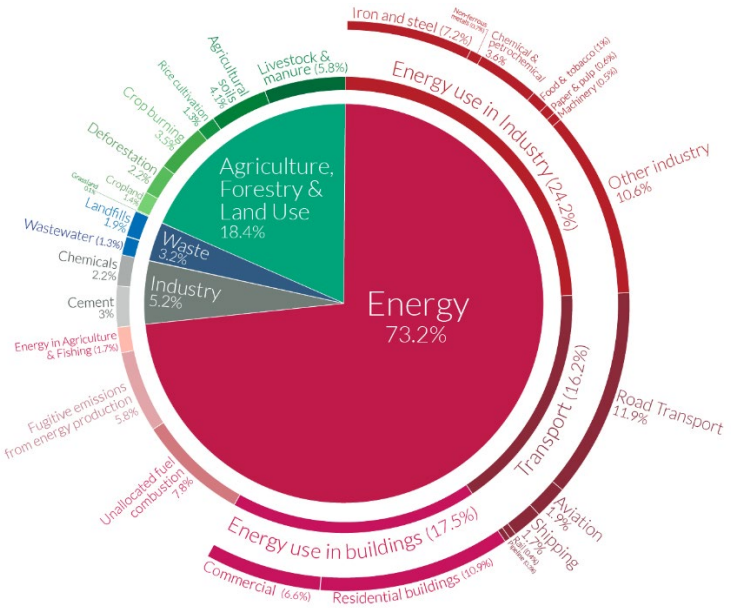
Según el IPCC (2022), las emisiones de GEI provienen de diversos sectores de la economía, entre ellos podemos encontrar a los detallados a continuación.

- Energía: Incluye la quema de combustibles fósiles para generar electricidad, transporte, calefacción y refrigeración.
- Industria: Abarca procesos industriales, cómo la producción de cemento, hierro y acero.
- Transporte: engloba a la aviación, el transporte terrestre y marítimo.
- Agricultura, silvicultura y uso de suelo: Refiere a las actividades agrícolas y ganaderas, la deforestación, la degradación del suelo y la conversión de áreas forestales en tierras agrícolas.
- Residuos: Explicado por los vertederos y la gestión de residuos.

Al identificar qué porcentaje de estas emisiones proviene del sector agrícola, y cómo se compara con otros sectores clave, se consigue una visión general del impacto ambiental de la actividad y es una de las bases para proponer medidas de mitigación y prácticas sostenibles que reduzcan el impacto climático.

En el gráfico 1 puede observarse la distribución de estas emisiones por sector en el año 2016.

Gráfico 1: Distribución de emisiones de gases de efecto invernadero por sector en 2016.



Fuente: https://ourworldindata.org/emissions-by-sector, Emissions by Sector, consulta de Agosto 2023.

Se observa que todo el sector de agricultura, silvicultura y uso de suelo representa un 18,4% en la participación de emisiones de efecto invernadero mundiales para el año 2016, y esto lo ubica en segundo lugar luego del sector energético, que encabeza el podio con un 73,2% de participación. La energía utilizada para la agricultura y pesca se considera dentro del sector energético y representa el 1,7% de las emisiones. El sector de agricultura, silvicultura y uso de suelo representa al uso de suelo agrícola (4,1% del total), la degradación de suelos agrícolas (1,4% del total), la deforestación (2,2% del total), la quema de rastrojos (3,5% del total), la producción de arroz (1,3% del total) y la producción ganadera (5,8% del total).

Aunque el sector agrícola no es el sector con el mayor volumen de emisiones, toda medida de mitigación o práctica sostenible dirigida al sector puede colaborar con la reducción del volumen total de emisiones y proporcionar un progreso a nivel mundial en este sentido.

Exigencias de los mercados internacionales

Las naciones ponen cada vez más atención en promover una cadena de valor con menor impacto ambiental, tanto en términos generales cómo en el caso de la soja. En las últimas décadas se han presentado diversas iniciativas, compromisos, esquemas y regulaciones con el fin de reducir las emisiones de GEI mundiales y conservar la biodiversidad. Esto surge de una conciencia ambiental creciente en las comunidades y motiva a las empresas a mejorar sus procesos.

Un hito importante para comenzar con este enfoque se da en el año 1997 cuando se establece el protocolo de Kyoto, el cual pone en funcionamiento a la Convención Macro de las Naciones Unidas (CMNUCC). Según la misma (1997), en el protocolo se establecen compromisos para reducir y limitar las emisiones de GEI para un listado de 36 países involucrados, cada uno con sus metas específicas. Desde entonces, la preocupación de los gobiernos y consumidores por esta materia se incrementa. Estos compromisos son renovados en 2012, durante la enmienda de Doha.

Luego, en 2015, durante la COP21, las partes de la CMNUCC establecen el acuerdo de París. Las Naciones Unidas (2015) publican dicho acuerdo detallando que el objetivo es “reforzar la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, en el contexto del desarrollo sostenible y de los esfuerzos por erradicar la pobreza” (Naciones Unidas, 2015), y para lograr

esto se propone “mantener el aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de los 2°C con respecto a los niveles preindustriales, y proseguir los esfuerzos para limitar ese aumento de la temperatura a 1,5°C (…) aumentar la capacidad de adaptación a los efectos adversos del cambio climático y promover la resiliencia al clima y un desarrollo con bajas emisiones de gases de efecto invernadero, de un modo que no comprometa la producción de alimentos y situar los flujos financieros en un nivel compatible con una trayectoria que conduzca a un desarrollo resiliente al clima y con bajas emisiones de gases de efecto invernadero” (Naciones Unidas, 2015).

En 2019 se establece el Pacto Verde Europeo. Según la Comisión Europea (2019), este pacto surge como estrategia para abordar los desafíos ambientales y climáticos, con el objetivo de transformar a la Unión Europea (UE) en una sociedad equitativa y próspera, con una economía eficiente en el uso de recursos y sin emisiones netas de GEI para 2050. El pacto busca proteger el capital natural de la UE y la salud de los ciudadanos, asegurando una transición justa e integradora. La participación publica y la movilización de inversiones privadas hacia la sostenibilidad es esencial. La UE busca liderar a nivel internacional y forjar alianzas para abordar los desafíos globales, manteniendo su competitividad y seguridad de abastecimiento. El comunicado del pacto presenta una hoja de ruta inicial para su implementación, destacando la necesidad de coordinación y maximización de beneficios en todas las áreas de acción, en línea con la Agenda 2030 de las Naciones Unidas y las prioridades de la presidente Von der Leyen.

En 2023, se publica el reglamento 2023/1115 del parlamento europeo y del consejo de la Unión Europea. Según el Diario Oficial de la Unión Europea (2023), este reglamento establece que a partir del 30 de diciembre de 2024, la soja comercializada en la Unión debe ser producida en tierras que no hayan sufrido deforestación después del 31 de diciembre de 2020. Además, plantea que se deben identificar las parcelas de terreno en las que se produjeron las materias primas mediante geolocalización. Este reglamento no acepta el balance de masa, por lo que se debe aplicar la segregación de la mercadería.

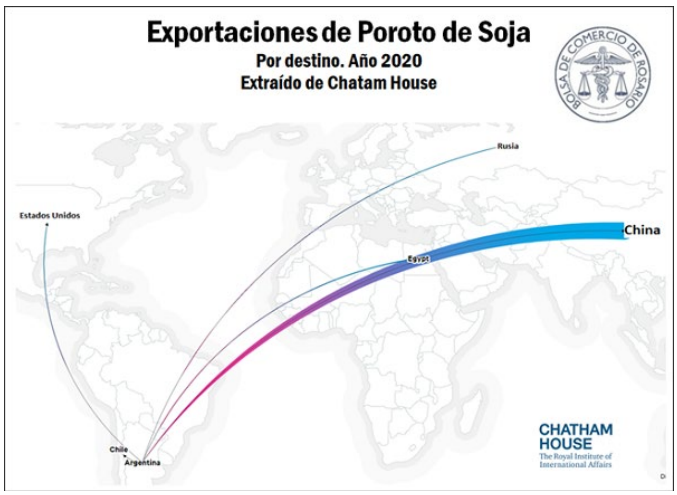
Estos protocolos, acuerdos, pactos y reglamentos demuestran el compromiso de las naciones por reducir las emisiones de GEI y proteger la biodiversidad, y promueven que la demanda considere de mayor valor a los productos que contengan información sobre el impacto ambiental que provocan. La soja que se encuentra certificada dentro de esquemas de sustentabilidad ya es más valorada en el mercado argentino, por ejemplo, bajo el esquema francés de certificación de soja para la producción de biocombustibles 2BSvs, o el americano (EPA). En ambos casos se cotizan primas por sobre la soja convencional. La medición de la huella de carbono está en línea con el compromiso de proveer más información sobre el impacto ambiental del producto y colabora con el cumplimiento de las diversas iniciativas y regulaciones que las naciones promueven, siendo un factor más para abastecer a una demanda internacional que es y será cada vez más exigente en estos términos.

Mercado de soja

Según datos históricos del USDA Foreign Agricultural Service (2023), los tres mayores productores y exportadores de poroto y subproductos de soja son Brasil, Estados Unidos y Argentina, mientras que el mayor importador de poroto de soja es China, los mayores importadores de harina de soja son la Unión Europea y el sudeste asiático, y el mayor importador de aceite de soja es India.

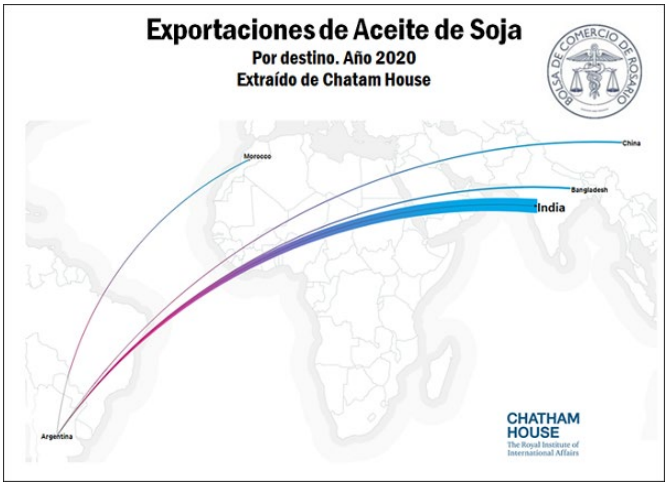
Según Guido D’angelo y Emilce Terré (BCR, 2022), las exportaciones de poroto de soja desde Argentina tienen a China como principal destino (imagen 1). Las exportaciones de aceite de soja se destinan principalmente a India (imagen 2). Las exportaciones de harina se distribuyen principalmente entre el sudeste asiático y la Unión Europea, dejando un menor volumen para destinos como Australia, Sudáfrica y medio oriente (imagen 3).

Imagen 1: Exportaciones de Poroto de Soja Argentina por Destino. Año 2020.



Fuente: D'angelo G. y Terré E. (2022). ¿Cómo podrían afectar las políticas externas a las exportaciones del Complejo Soja? Especial campaña de soja 2021/22 de la Bolsa de Comercio de Rosario. Edición N° 2045.

Imagen 2: Exportaciones de Aceite de Soja Argentina por Destino. Año 2020.



Fuente: D'angelo G. y Terré E. (2022). ¿Cómo podrían afectar las políticas externas a las exportaciones del Complejo Soja? Especial campaña de soja 2021/22 de la Bolsa de Comercio de Rosario. Edición N° 2045.

Imagen 3: Exportaciones de Harina de Soja Argentina por Destino. Año 2020.

Fuente: D'angelo G. y Terré E. (2022). ¿Cómo podrían afectar las políticas externas a las exportaciones del Complejo Soja? Especial campaña de soja 2021/22 de la Bolsa de Comercio de Rosario. Edición N° 2045.

Como se observa en la imagen 3, muchos países de la Unión Europea son grandes compradores de la harina de soja argentina. En el marco del Pacto Verde Europeo y el nuevo reglamento de la Unión Europea en materia de deforestación, es importante que Argentina se prepare para abastecer a este mercado, y medir la huella de carbono es un elemento que contribuye a esta preparación.

Pérdida de competitividad de productos del complejo sojero argentino en el mercado internacional y la huella de carbono como oportunidad

La competitividad de los productos del complejo sojero argentino está disminuyendo en los últimos años debido a la fuerte participación de Brasil y Estados Unidos. El valor agregado que aporta el registro de la huella de carbono de los mismos y utilizar estos datos para exportar productos con niveles de emisiones cada vez más bajos puede contribuir a revertir esta tendencia.

En los siguientes gráficos, se visualiza la participación de los tres principales países exportadores (Argentina, Brasil y Estados Unidos) durante las últimas 23 campañas en el mercado internacional de poroto y harina. La base del cálculo para la determinación del porcentaje de participación se obtiene a partir de la siguiente formula:

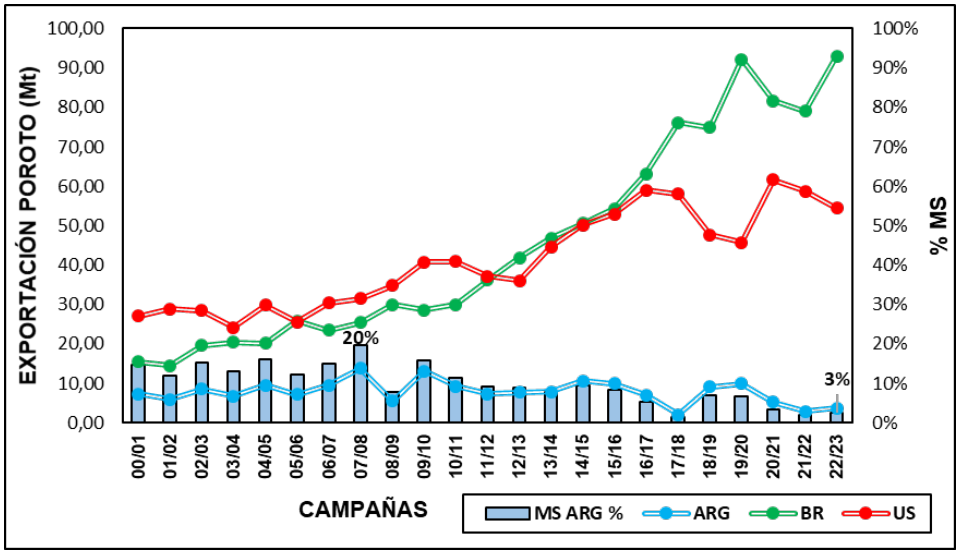
$$Participacion\ en\ exportaciones = Xi/Xs$$

Donde:

- Xi: Exportaciones del país i de un año
- Xs: Sumatoria de exportaciones de Argentina, Brasil y Estados Unidos en un año

En el gráfico 2, se detalla la evolución de la exportación del poroto de soja para los tres participantes principales. La cuota de mercado de Argentina se ubica en su máximo de los últimos 20 años con un 20% durante la campaña 2007/2008, mientras que en la última campaña (2022/2023) esta es del 3%, demostrando una fuerte pérdida. Además, ni los niveles máximos son suficientes para alcanzar a los países competidores, por lo que Argentina nunca se caracterizó por ser un exportador de poroto, siendo los subproductos de molienda los que hacen del país un fuerte participante del mercado. En cambio, Brasil captura el 93%, arrastrando un crecimiento imponente en los últimos años, dejando a Estados Unidos en el segundo lugar desde la campaña 2012/2013 y con una participación del 54% en la última campaña.

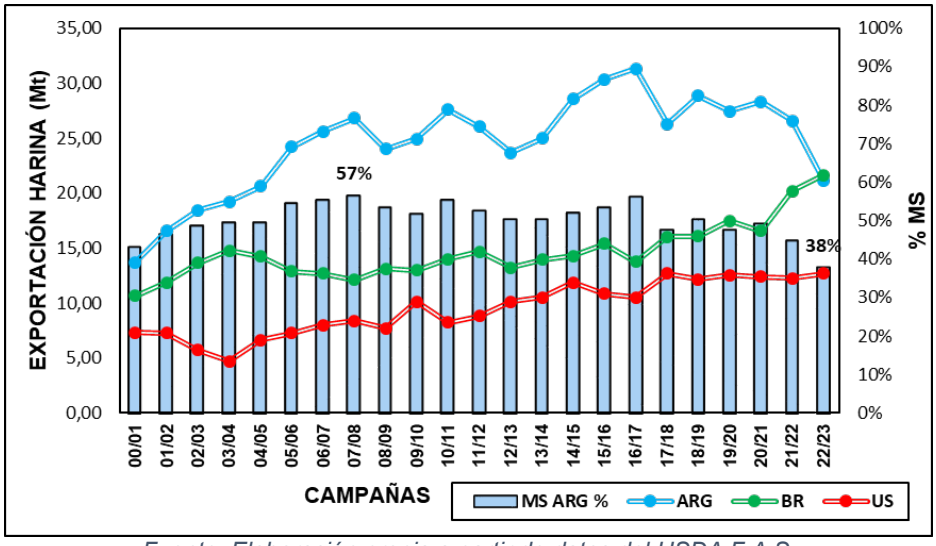
Gráfico 2: Evolución de la exportación de poroto de soja para Argentina, Brasil y EEUU.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del USDA F.A.S.

En cuanto al mercado de harina de soja, como puede observarse en el grafico 3, este fue encabezado por Argentina durante todo el siglo 21, alcanzando un 57% durante la campaña 2007/2008. Sin embargo, nunca ha vuelto a registrar ese nivel, y para la campaña 2022/2023 registra un 38%, siendo el único año en el que Brasil se ubica cómo el mayor exportador.

Gráfico 3: Evolución de la exportación de harina de soja para Argentina, Brasil y EEUU.

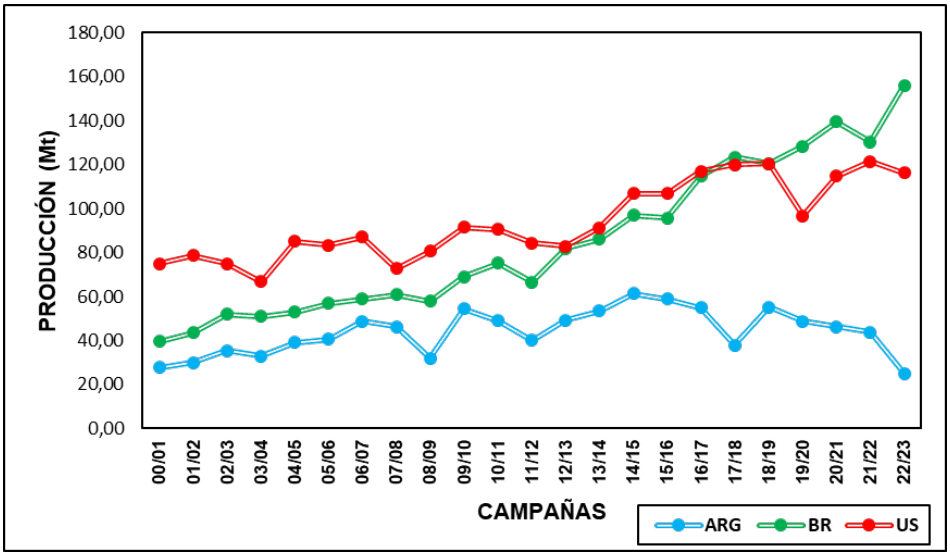


Fuente: Elaboración propia a partir de datos del USDA F.A.S.

Este gráfico permite visualizar con claridad el estancamiento argentino contra la mejora de Brasil y Estados Unidos. Este suceso se podría explicar por un agregado de motivos, por ejemplo, la expansión de la frontera agrícola en Brasil o la presión impositiva que le quita incentivos al sector agrícola argentino. Lo cierto es que, tal como se observa en el gráfico 4, la producción de Argentina oscila aproximadamente entre 25 y 60 millones de toneladas, sin demostrar un crecimiento marcado en ningún momento y demostrando un estancamiento en los volúmenes totales durante los últimos 23 años. En cambio, las curvas de volúmenes productivos anuales de Brasil y Estados Unidos demuestran una marcada

tendencia positiva. A medida que avanzan los años, la producción de estos dos países aporta una mayor diferencia en millones de toneladas frente a la producción de Argentina.

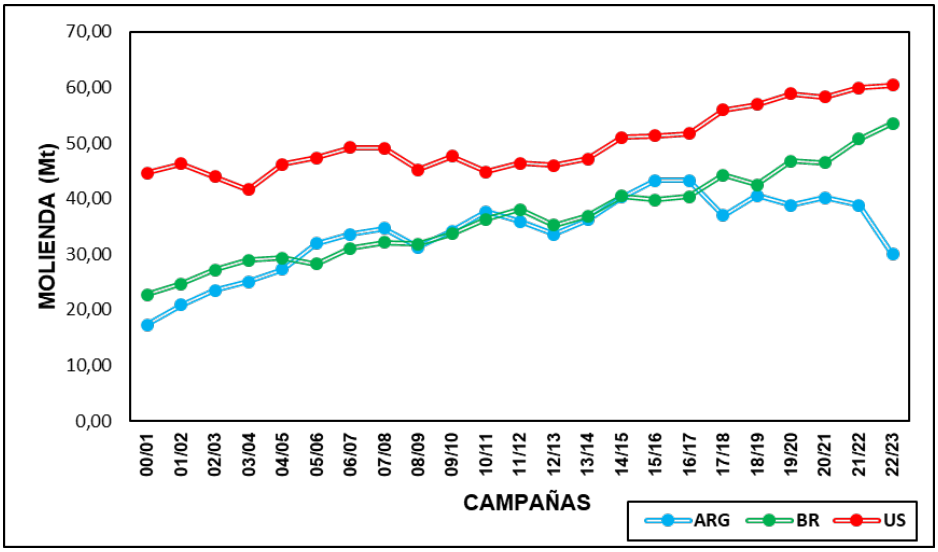
Gráfico 4: Evolución de la producción de soja para Argentina, Brasil y EEUU.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del USDA F.A.S.

Por otro lado, si se observan los gráficos de molienda, se puede interpretar el mismo análisis. El gráfico 5 muestra la evolución anual de la molienda de Argentina, Brasil y Estados Unidos. El volumen de molienda para Argentina mantiene valores similares a los de Brasil durante gran parte de los años, y ambos se aproximan a los valores de Estados Unidos. Sin embargo, mientras los datos de Brasil continúan aproximándose a los valores estadounidenses, los datos argentinos se bifurcan a partir de la campaña 2017/2018 y no vuelven a acompañar la pequeña diferencia que demostraba tener con Brasil en el pasado.

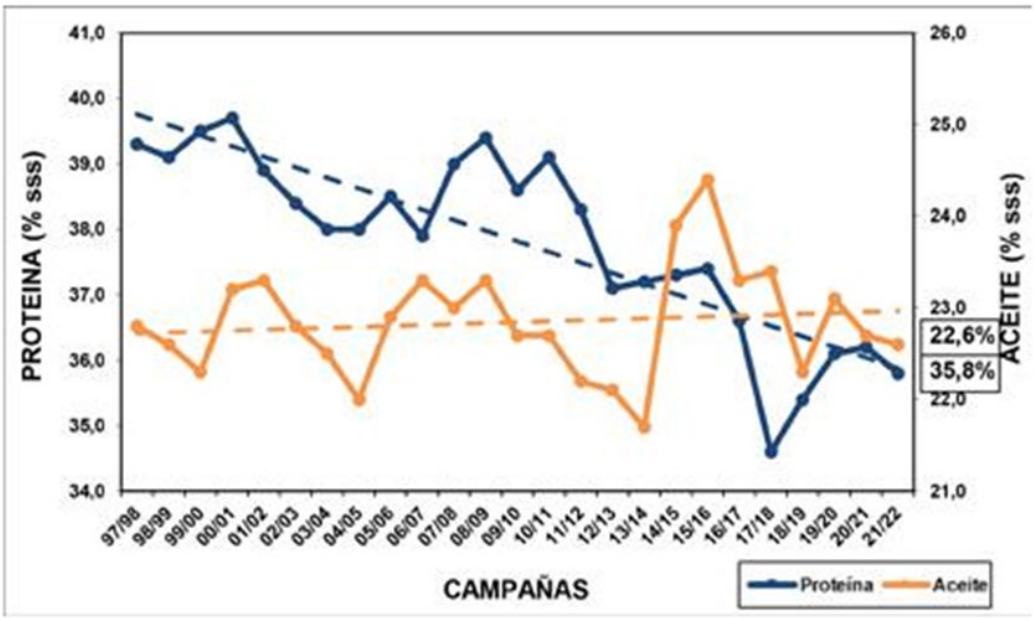
Gráfico 5: Evolución de la molienda de soja para Argentina, Brasil y EEUU.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del USDA F.A.S.

Además, la soja de Argentina está perdiendo calidad a lo largo de los años. Es importante que el producto exportable cumpla con los requisitos de calidad de la demanda para pertenecer a un mercado, y la proteína es una variable fundamental en este sentido. En el gráfico 6, se puede observar cómo disminuye a lo largo de los años el porcentaje sobre seco de proteína en el poroto de soja de la zona núcleo Argentina.

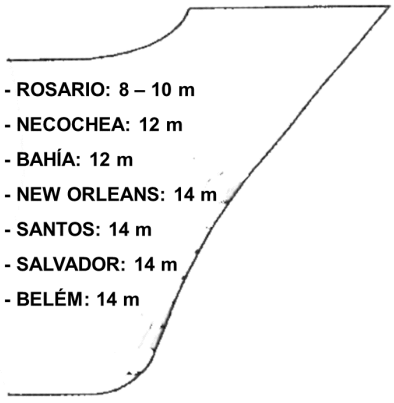
Gráfico 6: Evolución del porcentaje de proteína y aceite de soja en la zona núcleo sojera Argentina



Fuente: INTA Marcos Juarez (2022)

Por último, Argentina padece limitantes logísticas que sus competidores no poseen, y esto agrega un motivo adicional que debe motivar al país en abastecer al mundo con un producto de mejor calidad. La profundidad de los principales puertos agroexportadores de Brasil y Estados Unidos promedian un valor de 14 metros, mientras que los puertos marítimos argentinos promedian 12 metros, y el puerto fluvial de Rosario varía entre 8 y 10 metros de profundidad (imagen 4).

Imagen 4: Profundidad promedio de los principales puertos agroexportadores de Argentina, Brasil y EEUU.



Fuente: worldportsource.com, Word Port Source, consulta de Agosto 2023

Argentina está perdiendo a lo largo de los años su capacidad de mantener la participación y competitividad en el mercado de soja y sus subproductos de molienda. En un contexto en el cual las naciones impulsan iniciativas, acuerdos, esquemas y regulaciones que buscan reducir el impacto ambiental de las actividades económicas y aumentar la conciencia ambiental de las comunidades, se espera una demanda cada vez mayor de productos que contengan información sobre su impacto en el medio. La medición de la huella de carbono del poroto, su certificación y la utilización de esos datos para disminuir el nivel de emisiones en la mercadería de exportación es un trabajo incorporado en el producto que permite aumentar el

conocimiento de este y diferenciarlo, mejorando su posicionamiento frente al producto brasilero y estadounidense.

Empresa impulsora del proyecto

La empresa impulsora del proyecto es una multinacional llamada Viterra, con presencia en 37 países, que se ubica entre las principales agroexportadoras del mundo y tiene una fuerte presencia en Argentina. Exporta granos y posee diversas plantas en los tres nodos portuarios más importantes del país para el procesamiento del poroto de soja y la semilla de girasol, exportando los subproductos obtenidos.

La empresa posee una capacidad teórica de molienda diaria que representa un 18,6% de la capacidad nacional. Según Hinrichsen J. J. (2022), en el nodo portuario del Gran Rosario, la firma posee una planta para la molienda de soja con una capacidad teórica instalada de 30.000 toneladas por día. En Quequén posee dos plantas para la producción de aceite de girasol que entre ambas acumulan una capacidad teórica de 3.350 toneladas diarias. En Bahía Blanca, se ubica otra planta de la compañía para la producción de aceite de girasol con una capacidad teórica de 2.200 toneladas diarias. Por último, en Daireaux se ubica una planta de la empresa con una capacidad teórica de 1.800 toneladas diarias que también es utilizada para la producción de aceite de girasol.

En lo que se refiere a volúmenes, la firma adquiere una alta relevancia en Argentina. Según Marín N. y Terré E. (2023), en 2022 la compañía encabezó el ranking de ventas al exterior de granos y subproductos, con 12,3 millones de toneladas. En términos porcentuales, la participación en este mercado representa un 15%.

Esta fuerte presencia en activos y participación convierte a la compañía en una de las más competitivas de Argentina. Para mantener esta capacidad es crucial adaptarse a las necesidades cada vez más exigentes de la demanda global en términos de sustentabilidad, y la medición de emisiones cobra cada vez más importancia en esta industria.

Objetivos corporativos de la empresa

El proyecto tiene una relación íntima con los objetivos corporativos de sustentabilidad que define la compañía. Estos son los detallados a continuación:

- Convertirse en carbono neutral para 2050 en emisiones de alcance 1 y 2.
- Comenzar a medir las emisiones de alcance 3 para prepararse en establecer un objetivo de reducción de emisiones en el futuro.

Gracias a los registros que se obtienen en el proyecto se comienzan a medir las emisiones de alcance 3 para un producto muy importante dentro de la Argentina, por lo que aporta de manera relevante al cumplimiento del segundo objetivo detallado.

Alcance y objetivo del proyecto de medición

El proyecto de la empresa pretende conocer el dato en kg de CO_2-eq/tonelada del total de GEI emitidos por parte del poroto de soja que se utiliza para desarrollar su actividad. Cómo el poroto de soja es un insumo que se origina de otra organización, la fuente emisora es indirecta y de alcance 3.

El objetivo es alcanzar las 500.000 hectáreas medidas en el primer año, 750.000 de hectáreas en el segundo y llegar al millón para el tercero.

Alianzas para ejecutar el proyecto

Para que la empresa pueda efectuar una correcta medición certificada de productos elaborados por un tercero es indispensable que se recurra a diferentes alianzas estratégicas con otras empresas.

En primer lugar, es necesario obtener un mecanismo de cálculo eficiente y con validez internacional. Para lograr esto, la empresa realiza una alianza con Puma, una empresa que ha desarrollado una metodología de cálculo basada en estándares internacionales y acreditada por la certificación de Control Union, cuyo sello es aceptado por todos los principales mercados e industrias. La calculadora permite la estimación de emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero asociados a la producción agrícola. A partir de este desarrollo, Puma brinda el servicio de cálculo a partir de los datos proporcionados y provee una plataforma para la visualización, análisis y comparación de resultados.

En segundo lugar, el resultado del cálculo debe estar certificado para adquirir validez y reconocimiento. A raíz de esto, la certificadora Control Union, además de certificar la metodología de cálculo, proporciona el servicio de auditoría de los datos ingresados en la calculadora e incorpora su sello en los resultados.

En tercer lugar, Viterra se enfrenta ante el desafío de automatizar la recolección y el procesamiento de los datos para simplificar el trabajo del productor y alcanzar la medición de un gran caudal de datos en el menor periodo de tiempo posible. Por este motivo, la empresa realiza una alianza con Agrology, una empresa que, entre otras cosas, tiene la capacidad de acceder a la información que los productores cargan en los sistemas de gestión más utilizados del país (Albor Agro y Finnegans) y procesarlos para ser incorporados al cálculo de huella.

Funcionamiento de la calculadora

El texto a continuación se basa en el Documento Metodológico del Calculador de Carbono PUMA desarrollado por Puma en 2021. Según el mismo, el calculador permite la estimación de las emisiones y absorciones correspondientes a la producción agrícola de cultivos y forrajes tanto de secano como bajo riego. Incluye las estimaciones de los gases dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O), reportando los resultados en CO_2 equivalente. Los valores para convertir los tres GEI mencionados en CO_2 equivalente que utiliza por defecto el calculador son los indicados en la directiva europea de energías renovables – EU 2018/2001. También podrían utilizarse los valores del segundo, cuarto o quinto informe del IPCC. En todos los casos, se toman los potenciales de calentamiento global a 100 años.

El documento clasifica las diferentes fuentes de emisión y sumideros incluidos en el calculador Puma. Estas son:

- Emisiones por residuos de cosecha: directas e indirectas por el nitrógeno de residuos de cultivos.
- Emisiones por fertilizantes sintéticos: directas e indirectas de N_2O en suelos bajo fertilización con nitrógeno sintético. Emisiones de CO_2 por la aplicación de urea y cal.
- Emisiones por quema de combustibles: provenientes de la oxidación intencional de materiales para proporcionar trabajo mecánico a un proceso.
- Emisiones por producción de insumos y combustibles: provenientes de la producción de las sustancias químicas y combustibles utilizados en el lote.
- Emisiones y absorciones por balance de carbono en suelos: de CO_2 y directas e indirectas de N_2O de suelos gestionados por mineralización vinculada a la variación de materia orgánica del suelo.

Las emisiones y absorciones debidas a la variación de la materia orgánica del suelo se reportan por separado por cuestiones metodológicas.

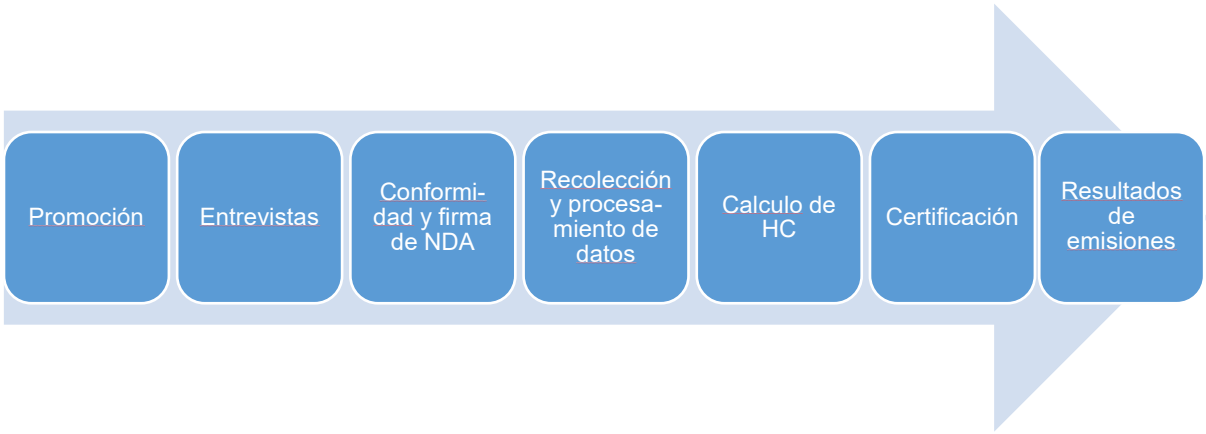
Cada una de estas fuentes tiene una metodología de cálculo particular y respetan una equivalencia con GHG Protocol. Los lineamientos indicados en el refinamiento del año 2019 de las guías IPCC 2006 (IPCC 2019), volumen 4 – capítulo 11, proporcionan los factores de emisión para las emisiones por residuos de cosecha, emisiones por fertilizantes sintéticos, emisiones por quema de combustibles y para las emisiones directas e indirectas de N_2O de suelos gestionados por mineralización vinculada a la variación de materia orgánica del suelo. Para calcular el balance de carbono en suelos se incluyen las emisiones y absorciones de CO_2 de acuerdo con el modelo "AMG", el cual es un modelo de largo plazo desarrollado por Andriulo et al. Las emisiones por producción de insumos y combustibles basan sus factores de emisión en los valores reportados en el Informe Nacional de Inventario del Tercer Informe Bienal de Actualización de la República Argentina CMNUCC, el calculador BioGrace-II (GHG calculation tool for electricity, heating and cooling Version 4 -Draft) y la Directiva europea de energías renovables. Los datos para multiplicar por sus respectivos factores de emisión son en parte proporcionados manualmente, mientras que muchos son estimados por algoritmos desarrollados en la calculadora.

Por último, el calculador utiliza la información geográfica del lote para definir los parámetros climáticos y edáficos necesarios para el cálculo. La obtención consta en la utilización de las bases de datos en superposición con el polígono del lote. La definición de la región climática se basa en el "Modelo de clasificación para las regiones climáticas" indicado en el refinamiento del año 2019 de las guías IPCC 2006 (IPCC 2019), Volumen 4 - Capítulo 3 – Figura 3A.5.2. Los datos necesarios para clasificar la región climática se obtienen del "Atlas Climático Digital de la República Argentina" del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria en base al polígono georreferenciado del lote sobre el cual se está realizando el cálculo. Para los datos edaficos, estos pueden ser cargados manualmente o estimados a partir de la información disponible en la iniciativa "International Soil Reference and Information Centre (ISRIC — World Soil Information)".

Fases del proyecto

Para lograr el cumplimiento del proyecto y obtener los resultados de emisiones de los cultivos de cada productor se debe respetar la siguiente matriz de seguimiento con siete fases críticas:

Cuadro 1: Diagrama de fases del proyecto



Fuente: Elaboración propia.

Fase 1: Promoción

Cómo el producto a medir no es propio, sino que es elaborado por un tercero con otros objetivos, es de gran valor generar una percepción positiva en el productor para tener la motivación de proporcionar los datos para el cálculo.

Se realizan diferentes acciones comerciales y de promoción que impulsen a los productores a tomar la iniciativa de pertenecer al programa. A nivel comercial, la compañía ofrece una bonificación del 2% por sobre el precio de mercado para los negocios que involucren soja dentro del esquema de medición. A partir de esta oferta se logran mejorar las condiciones del negocio y generar un estímulo monetario. Para complementar esto, la alianza con Agrology ofrece un menor esfuerzo y es otro factor que motiva al productor para aportar sus datos. Todo esto requiere de una promoción adecuada, contactando a todos los productores y participando de exposiciones del sector que congreguen a proveedores reales y potenciales, donde se muestre el proyecto y las ventajas del mismo, mencionando el valor agregado que puede proporcionar la medición a nivel de cadena productiva para afrontar la pérdida de competitividad que la Argentina viene demostrando en los últimos años en el mercado internacional del complejo sojero.

Estas medidas son críticas para alcanzar la desafiante meta de 1.000.000 de hectáreas medidas para el tercer año de proyecto, ya que la conformidad del proveedor resulta indispensable para avanzar en superficie.

Fase 2: entrevistas

Una vez que la contraparte está al tanto del proyecto y demuestra interés en participar en el mismo, se procede a la segunda etapa. Esta consta de una entrevista en la que participan representantes del productor interesado, de Viterra (representación comercial), del calculador Puma (representación técnica) y de Agrology (representación técnica). El objetivo de la reunión es proporcionar más información a la contraparte sobre el funcionamiento del proyecto y despejar las consultas puntuales que la misma pueda tener.

Fase 3: conformidad y firma de NDA

Cuando el productor finaliza la fase de entrevistas tiene que tomar la decisión de formar parte o no del programa. En esta instancia, si el mismo está de acuerdo debe proceder a la firma de un “NDA”, que corresponde a un compromiso de confidencialidad en el cual se aceptan términos y condiciones para llevar a cabo la medición.

Fase 4: recolección y procesamiento de datos

En esta instancia, el productor ya forma parte del programa y comienza el proceso de cálculo a partir de la adquisición y procesamiento de los datos para luego ser incorporados en la calculadora. Se deben recibir los polígonos de los lotes en formato kmz y la base de datos con laboreos realizados y cultivos sembrados.

El productor debe llevar registro de todas las labores que realiza en sus lotes, por lo que realiza una recopilación de órdenes de trabajo en las que se detalla el nombre del lote y del campo, el tipo de labor (pulverización, arado, siembra, cosecha, etc.), el tipo de insumo (fertilizante, semilla, herbicida, fungicida, insecticida, etc.), el nombre del insumo, las hectáreas tratadas y las dosis aplicadas. También debe registrar el riego, las incidencias y los análisis de suelo disponibles (este último no es obligatorio).

Esta información puede encontrarse cargada en sistemas de gestión o registrada en planillas. En base a la fuente de la información, se despliegan dos caminos de procesamiento. Cuando la información está dentro de los sistemas de gestión Finnegans o Albor Agro, entonces es alcanzada por parte de la comunidad Agrology, y es el personal de esta empresa la responsable de absorber los datos y prepararlos para presentarlos cómo la calculadora Puma los demanda. Cuando la fuente de la información no se encuentra en estos sistemas, entonces es responsabilidad del personal de Viterra la de solicitar estos datos al productor y encargarse del procesamiento para presentarlos a la calculadora Puma tal como la misma los requiere. En este segundo caso, el procesamiento es menos estandarizado por no tener uniformidad en la fuente de datos, y es un trabajo manual que debe realizar el personal de la empresa con el objetivo de proporcionar la misma sencillez al productor que si tuviese los sistemas de gestión asociados a Agrology.

En ambos caminos de procesamiento, las labores originales deben ser traducidas al lenguaje que la calculadora Puma sepa leer. Esto quiere decir que cada nombre de labor e insumo, o unidades de dosificación y superficie, tienen que estar en la nomenclatura que coincida con la base de datos que la calculadora utiliza para asignar los factores de emisión de cada variable.

Fase 5: cálculo de huella de carbono

Cuando están preparados los datos, estos son enviados al personal de Puma para el cálculo de la huella de carbono. El polígono del lote sirve para proporcionar el área de trabajo y la ubicación geográfica que permitirá extraer la información climática y edáfica. La base de datos proporciona toda la información de ingreso manual que la calculadora precisa, que en conjunto con las estimaciones programadas y los factores de emisión estipulados se ejecuta el análisis y se alcanza un resultado para emisiones por tonelada (kg de CO_2-eq/tonelada), otro para emisiones por hectárea (kg de CO_2-eq/hectárea) y un resultado de emisiones y absorciones en suelo (kg de CO_2-eq/hectárea).

Fase 6: certificación

Luego de la obtención del resultado para un lote, es necesario que este dato adquiera validez y reconocimiento. La certificadora Control Union aprueba la metodología de cálculo desarrollada por Puma y en esta instancia tiene la función de auditar la fuente de los datos para corroborar que se introducen valores reales. Tras realizar el análisis emite un certificado al dato final obtenido y le da validez comercial a la medición de huella.

Fase 7: resultados de emisiones

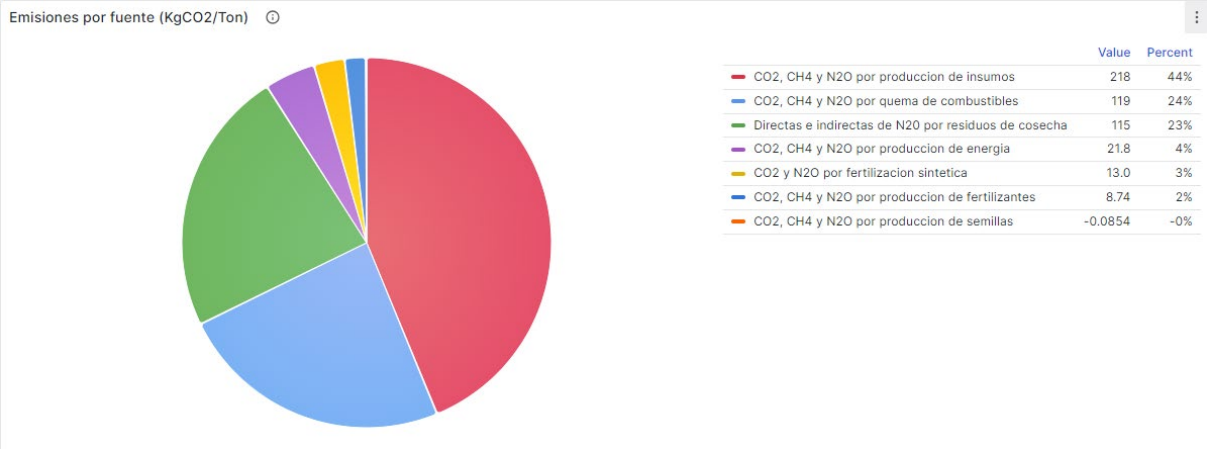
Al culminar todas las fases del proceso de medición se alcanzan los resultados certificados. Estos datos se acumulan en un tablero de control para poder cuantificar el total de campos calculados, las hectáreas calculadas y las emisiones promedio con o sin balance de suelo en kg de CO_2-eq/tonelada o en kg de CO_2-eq/hectárea. En la imagen 5, se visualiza un ejemplo del tablero con datos provisorios. Los datos certificados para agregar valor al producto son los de “Emisiones promedio (kgCO_2-eq/Ton)”, y el de “Emisiones totales con suelo (kgCO_2/tn)”, el cual tiene en cuenta el balance de carbono del suelo. Cabe destacar que los datos de la imagen 5 no representan un valor real y solo se muestran a modo ilustrativo, ya que las mediciones siguen en proceso en la actualidad.

Imagen 5: Tablero de Control de Cálculo de Emisiones

Fuente: Plataforma PUMA

Como complemento, se puede utilizar la información para desagregar las emisiones en distintas categorías y realizar distintos análisis, por ejemplo, el de emisiones por fuente ($kgCO_2$/Ton). Tal cómo se muestra en el ejemplo de la imagen 6, se interpreta el impacto porcentual de las emisiones de cada fuente.

Imagen 6: Tablero de Control de Emisiones por Fuente



Fuente: Plataforma PUMA

La imagen 6 demuestra que este proyecto está acompañado de un enorme flujo de datos que puede ser utilizado para un abanico de estudios que permitan comprender en mayor nivel de detalle las emisiones generadas durante la producción de soja, de manera que se puedan identificar motivos y puntos de acción para mejorar los resultados en el largo plazo.

Conclusión

Se verifica la viabilidad y metodología del proyecto para conocer la huella de carbono del poroto de soja en una empresa agroexportadora argentina, demostrando la idoneidad de la metodología empleada por su capacidad de reproducir a gran escala la adquisición de información y su procesamiento para obtener un dato acreditado de emisiones.

Además, se contextualiza la relevancia internacional de este tipo de mediciones, evidenciando la conexión entre los resultados obtenidos y las demandas actuales de diversos mercados y regulaciones globales. Los objetivos corporativos de la empresa se encuentran alineados con estas demandas de sostenibilidad, lo que resalta la importancia estratégica de este estudio en el contexto actual.

Bibliografía

- American Soybean Association. SoyStats 2022. 2022.
- Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. (1997). Protocolo de Kyoto a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.
- Comisión Europea (2019). Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones: El Pacto Verde Europeo. COM (2019) 640 final: Página 1 - 28.
- D'angelo G. y Terré E. (2022). ¿Cómo podrían afectar las políticas externas a las exportaciones del Complejo Soja? Especial campaña de soja 2021/22 de la Bolsa de Comercio de Rosario. Edición N° 2045.
- Diario Oficial de la Unión Europea (2023). Reglamento (UE) 2023/1115 del parlamento europeo y del consejo, de 31 de mayo de 2023, relativo a la comercialización en el mercado de la Unión y a la exportación desde la Unión de determinadas materias primas y productos asociados a la deforestación y la degradación forestal, y por el que se deroga el reglamento (UE) n.° 995/2010.
- Gallardo, J. El Ciclo del Carbono y la Dinámica de los Sistemas Forestales. En: Bravo, F. El Papel de los Bosques Españoles en la Mitigación del Cambio Climático. Barcelona, España. Fundación Gas Natural. 2007. Página: 43.
- https://ourworldindata.org/emissions-by-sector. Emissions by Sector, Consulta de Agosto 2023.
- https://unfccc.int/es/kyoto_protocol. United Nations Climate Change. Consulta de Octubre 2023.
- https://unfccc.int/es/most-requested/que-es-el-acuerdo-de-paris#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20el%20Acuerdo%20de%20Par%C3%ADs%3F,-Progress%20Tracker&text=El%2012%20diciembre%20de%202015,con%20bajas%20emisiones%20de%20carbono.. United Nations Climate Change. Consulta de Octubre 2023.
- https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/advQuery. USDA Foreign Agricultural Service. Consulta de Agosto 2023.
- https://ghgprotocol.org/about-us. Sitio web GHG Protocol. About Us. Consulta de Agosto 2023.
- https://knowledge.bsigroup.com/products/specification-for-the-assessment-of-the-life-cycle-greenhouse-gas-emissions-of-goods-and-services/standard/preview British Standards Institution (2011). Consutla de Agosto 2023.
- http://www.camarapuertos.com.ar/mapas Mapas, consulta de Agosto 2023.
- IPCC, 2013. Glosario [Planton, S. (ed.)]. En: Cambio Climático 2013. Bases físicas. Contribución del Grupo de trabajo 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, 2022: Summary for Policymakers. En: Cambio Climático 2022: Mitigación del Cambio Climático. Contribución del Grupo de Trabajo III al Sexto Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático [P.R. Shukla, J. Skea, R. Slade, A. Al Khourdajie, R. van Diemen, D. McCollum, M. Pathak, S. Some, P. Vyas, R. Fradera, M. Belkacemi, A. Hasija, G. Lisboa, S. Luz, J. Malley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Nueva York, NY, Estados Unidos.
- Jaramillo V. El Ciclo Global del Carbono. En: Martinez J. y Fernández Bremauntz A. Cambio Climático: Una Visión desde Mexico. Mexico D.F. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología. 2004. Página: 77-82.
- J. J. Hinrichsen S.A. Anuario. Buenos Aires, Argentina. Editor J. J. Hinrichsen S.A. N°58. 2023.

- Marín N. y Terré E. (2023). ¿Qué empresas lideraron el ranking de exportadores en 2022? Informativo Semanal de la Bolsa de Comercio de Rosario. Edición N° 2103.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2023). Estrategia Nacional para el Uso de los Mercados de Carbono. Anexo 2 de la Resolución 385/2023 RESOL-2023-385-APN-MAD.
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Guía para el cálculo de la huella de carbono y para la elaboración de un plan de mejora de una organización. España. Ministerio Para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. 2023.
- Puma (2021). Documento Metodológico del Calculador de Carbono PUMA. Version 1 de Enero 2021.
- Rodríguez Zurro T. y Terré E. (2023). El Gran Rosario se mantuvo en el segundo puesto del ranking de nodos portuarios agroexportadores del mundo en 2022. Informativo Semanal de la Bolsa de Comercio de Rosario. Edición N° 2096.
- Schvarzer J. y Tavosnanska A. (2007) El Complejo Sojero Argentino. Evolución y Perspectivas. Centro de Estudios de la Situación y Perspectivas de la Argentina. N° 10 (1).
- Sorrentino A. y Otto Thomasz E. (2013) Incidencia del Complejo Sojero: Implicancias en el Riesgo Macroeconómico. Revista de Investigación en Modelos Financieros.
- USDA (2023). World Agricultural Supply and Demand Estimates. WASDE N° 637 (1): Página 28.
- Viterra (2022) Sustainability Report. (1): Página 44.
- worldportsource.com, Word Port Source, consulta de Agosto 2023