

Mapa de la cadena de suministro "SEI-PCS Paraguay soy v1.2.2" de Trase: Fuentes de datos y métodos

Trase elabora mapas de las cadenas de suministro de commodities agropecuarios, lo que permite vincular los productos y los actores de la cadena de suministro con áreas específicas de producción, y los riesgos y oportunidades de sostenibilidad relacionados. Utiliza un enfoque denominado Spatially Explicit Information on Production to Consumption Systems (SEI-PCS) como base de este trabajo (ver esta [página web](#) o nuestro [manual](#) para obtener más información). Este documento describe los datos y métodos que Trase utilizó para mapear la cadena de suministro subnacional para las exportaciones de soja paraguayas, utilizando un modelo llamado "SEI-PCS Paraguay soy v1.2.2".

Para todas las exportaciones de soja, este modelo determinó el departamento de producción probable. Se utilizaron datos comerciales y de producción, así como información sobre silos de almacenamiento de soja y plantas de molienda de soja específicas de la empresa, y redes de carreteras. El modelo utilizó la programación lineal para vincular las exportaciones a los silos de almacenamiento de soja y las plantas de molienda de soja, y luego para vincular estos silos de almacenamiento de soja y las plantas de molienda de soja a los departamentos en los que se produce la soja. En la tabla 1 se presenta un panorama general de las estadísticas más importantes.

Tabla 1. Resumen de las estadísticas

	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Exportaciones de soja (millones de toneladas*)	7,90	7,53	8,24	8,19	8,59	7,35
Número de empresas exportadoras	63	54	57	48	56	38
Cantidad de países importadores	49	49	44	55	49	47
Exportaciones con fuente de origen desconocida (%)	0	0	0	0	0	0

*= toneladas métricas

Datos y fuentes

Datos comerciales

El modelo utilizó datos por envío (datos de aduanas, conocimientos de embarque y/o manifiestos de carga) para el período 2014-2019 que abarcan todas las exportaciones de soja clasificadas bajo los códigos aduaneros del "SA" en la tabla 2. El Banco Central recalibra las declaraciones aduaneras para contabilizar el hecho de que gran parte de las exportaciones de Paraguay se reexportan a través de Argentina (no a partir de 2018), Uruguay y Brasil. Confirmamos la calidad de los datos comparándolos con otras fuentes de datos y con datos en diferentes formas agregadas.

Tabla 2. Productos de soja y sus códigos del SA

Producto	Código del SA
Habas de soja, incluso quebradas	1201
Aceite de soja y sus fracciones: refinado o sin refinar, pero sin modificar químicamente	1507
Tortas de aceite y otros residuos sólidos: incluso molidos o en pellets, resultantes de la extracción del aceite de soja	2304
Salvados, piensos y demás residuos de leguminosas, incluso en pellets, procedentes del zarandeado , tamizado o de otros procesos	230250

Demanda interna

Este modelo no incluye la demanda interna de soja.

Datos sobre producción

Obtuvimos la producción de soja a nivel de distrito a partir de los mapas de la superficie relativa sembrada con soja (Global Land Analysis and Discovery, Universidad de Maryland). Estos mapas de soja estaban disponibles solo para el período 2016-2019, por lo que también utilizamos el mapa de 2016 como indicador para 2014 y 2015. Combinamos la información sobre la superficie relativa sembrada con soja por distrito con las estadísticas del gobierno sobre la producción y el rendimiento a nivel de departamento para estimar la producción anual de soja a nivel de distrito.

Cadena de suministro

Datos de activos

Silos de soja

A través de una investigación secundaria, identificamos 178 silos de soja. A cada uno le otorgamos una identificación y coordenadas de activos únicas y, cuando fue posible, registramos la propiedad de la compañía. Asumimos que el rendimiento anual es el mismo para todos los silos y lo calculamos dividiendo la cantidad total de soja sin moler por la cantidad de silos.

Plantas de molienda

Identificamos 17 plantas de molienda en funcionamiento entre 2014 y 2019. A cada una le otorgamos una identificación y coordenadas únicas, y registramos la propiedad de la compañía. Utilizamos los datos sobre las capacidades máximas diarias de estas plantas de molienda como un indicador para el rendimiento anual de soja en cada planta (Hinrichsen 2015; 2018). Distribuimos la cantidad total de soja molida a nivel nacional, según la Cámara Paraguaya de Cereales y Oleaginosas CAPECO, entre todas las plantas de molienda activas según su capacidad máxima diaria relativa (CAPECO 2018).

Datos de transporte

Red de carreteras

Utilizamos un mapa de la red de carreteras de OpenStreetMap para calcular una matriz de distancias, primero entre los puntos de exportación y los silos o plantas de molienda de soja, y luego entre estos activos a los distritos productores de soja.

Puertos y aduanas

A partir de los datos comerciales, identificamos 75 puertos y oficinas de Aduanas individuales asociados a las exportaciones de soja. Asignamos a cada uno de ellos una identificación y coordenadas de latitud/longitud única (a partir de una investigación secundaria). Agrupamos los puertos/oficinas de Aduanas en los casos en que había más de un nombre para el mismo lugar.

Datos de las empresas

Utilizamos el número de identificación único (el código RUC) de cada empresa exportadora de soja en los registros de exportación para identificar todos sus envíos, y para vincular a las empresas con los silos y plantas de molienda que poseen.

Límites

Los límites jurisdiccionales se obtuvieron de la Dirección General de Estadística, Encuestas y Censos (DGEEC), que estableció los límites departamentales de Paraguay a partir de 2019 (DGEEC 2019).

Implementación del SEI-PCS

Utilizamos un árbol lógico de decisión (ver anexo 1) para definir los factores de ponderación de los programas lineales que utilizamos para: a) vincular las exportaciones a las plantas de molienda y silos de soja, y luego b) vincular los silos y las plantas de molienda de soja a los distritos donde se produce la soja.

La etapa 1 de la implementación consistió en cuatro programas lineales separados que vincularon las exportaciones de subproductos de commodities con el silo y las plantas de molienda de soja. Los programas lineales minimizaron la distancia total que la soja podría haber recorrido entre los nodos de oferta (silos de soja y plantas de molienda) y los nodos de demanda (exportaciones) para:

- a) exportaciones de habas de soja a los silos de soja;
- b) exportaciones de aceite de soja a plantas de molienda;
- c) exportaciones de torta de soja a plantas de molienda, y
- d) exportaciones de residuos de soja a plantas de molienda.

Los nodos de oferta estaban limitados por la capacidad de rendimiento de los activos, concretamente, la capacidad anual de almacenamiento en silos y la producción de aceite, torta y residuos vegetales. Los programas lineales utilizaron la matriz de distancias para minimizar las distancias entre los puertos de exportación y los silos de soja y plantas de molienda (activos). El modelo utilizó la información sobre la propiedad de los activos para aplicar un "descuento de costos" a la distancia, para reflejar que los exportadores se abastecen preferentemente de sus propias plantas.

En la etapa 2 de la implementación se utilizó un programa lineal para vincular los silos y las plantas de molienda (nodos de demanda) con los distritos productores de soja (nodos de oferta). El programa lineal minimizó la distancia total que la soja habría recorrido entre los nodos de la oferta y la demanda. La demanda de los silos y las plantas de molienda de soja se limitó por su capacidad de producción anual, y la oferta de cada distrito se limitó por su producción. En el caso de las exportaciones de torta, aceite o residuos de soja, convertimos el insumo de soja cruda a plantas de

molienda (donde se procesa la soja), en productos de aceite, torta y residuos en proporciones adecuadas.

Finalmente, combinamos las dos etapas de los programas lineales (exportaciones a activos en la etapa 1, y activos a la producción en la etapa 2) para vincular las exportaciones a los distritos de producción. Agregamos los resultados a nivel departamental debido a la incertidumbre sobre la exactitud de los datos de producción, que solo estaban disponibles en el gobierno a nivel departamental.

Indicadores de sostenibilidad subnacional y empresarial

El manual de indicadores de Trase para Paraguay describe la conexión de estos datos de la cadena de suministro con los indicadores de sostenibilidad a nivel departamental, incluido el riesgo de deforestación causada por la soja, y abarca la agricultura, el medio ambiente, la gobernanza territorial, los compromisos de los actores y los aspectos socioeconómicos y contextuales (por ejemplo, los biomas).

Cambios respecto a versiones anteriores

Versión	Fecha de entrega	Cambios
1.2.2	Junio 2021	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizamos un mapa de la red de carreteras diferente. • Actualizamos la serie temporal para incluir el año 2019. • Corregimos el volumen de comercio anual de soja de 2018 y el valor FOB, eliminando algunos duplicados erróneos.
1.2.1	Junio 2020	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicamos una nueva definición y un nuevo cálculo para la deforestación causada por la soja y el riesgo de deforestación causada por la soja.
1.2.0	Diciembre de 2019	<ul style="list-style-type: none"> • Actualizamos la serie temporal para incluir el año 2018. • Además, el modelo utiliza mapas de cultivos de 2016 y 2018 además del mapa de cobertura de cultivos de soja de 2017 que la v1.1 utilizó para las estimaciones de producción. El mapa de 2016 se utiliza como un indicador para los años 2014 y 2015. Esto mejora la precisión de nuestras estimaciones de la producción a nivel de distrito. • Introdujimos la propiedad de los activos de las empresas en la programación lineal para poder vincular la producción de los silos de soja y las plantas de molienda (centros logísticos) con las exportaciones. En los casos en que los exportadores son propietarios de los activos, aplicamos un "descuento de costos" a la distancia, para reflejar que los exportadores se abastecen preferentemente de sus propias plantas.
1.1	Mayo de 2019	<ul style="list-style-type: none"> • Actualizamos la investigación sobre los activos de soja pertenecientes a las empresas en Paraguay. • Extendimos la serie temporal para incluir el año 2017.

		<ul style="list-style-type: none"> • Incluimos los códigos del SA 230250 de pellets de soja en el modelo. • Interpolamos los datos gubernamentales de producción de soja (solo los datos a nivel de departamento) utilizando un mapa satelital de cultivos (2017) proporcionado por la Universidad de Maryland. Esto nos permitió estimar la producción a nivel de distrito y ejecutar la PL a nivel de distrito, mejorando la precisión de los resultados. • Creamos un nuevo árbol de decisión incluyendo una programación lineal de dos etapas. Ver Implementación del SEI-PCS (arriba) para más información. En este árbol de decisión, ya no se asignaron volúmenes de soja directamente al departamento X, cuando la producción en el departamento X era mayor que la cantidad demandada por las oficinas de Aduanas por año.
1,0	Noviembre de 2017	<ul style="list-style-type: none"> • Primera versión

Cómo citar este documento

Trase. 2021. Mapa de la cadena de suministro "SEI-PCS Paraguay soy v1.2.2" de Trase: Fuentes de datos y métodos. Disponible en www.trase.earth

Referencias

Hinrichsen, J.J. (2015). Paraguay: Capacidad instalada de elaboración de semillas oleaginosas al segundo semestre de 2015. [datos citados en Mesquida, F. (2017). Aumentó un 7% (25.000 tn/día) la capacidad de molienda en el Mercosur. *Infocampo*, 25 March www.infocampo.com.ar/aumento-un-7-25-000-tn-dia-la-capacidad-de-molienda-en-el-mercosur/]

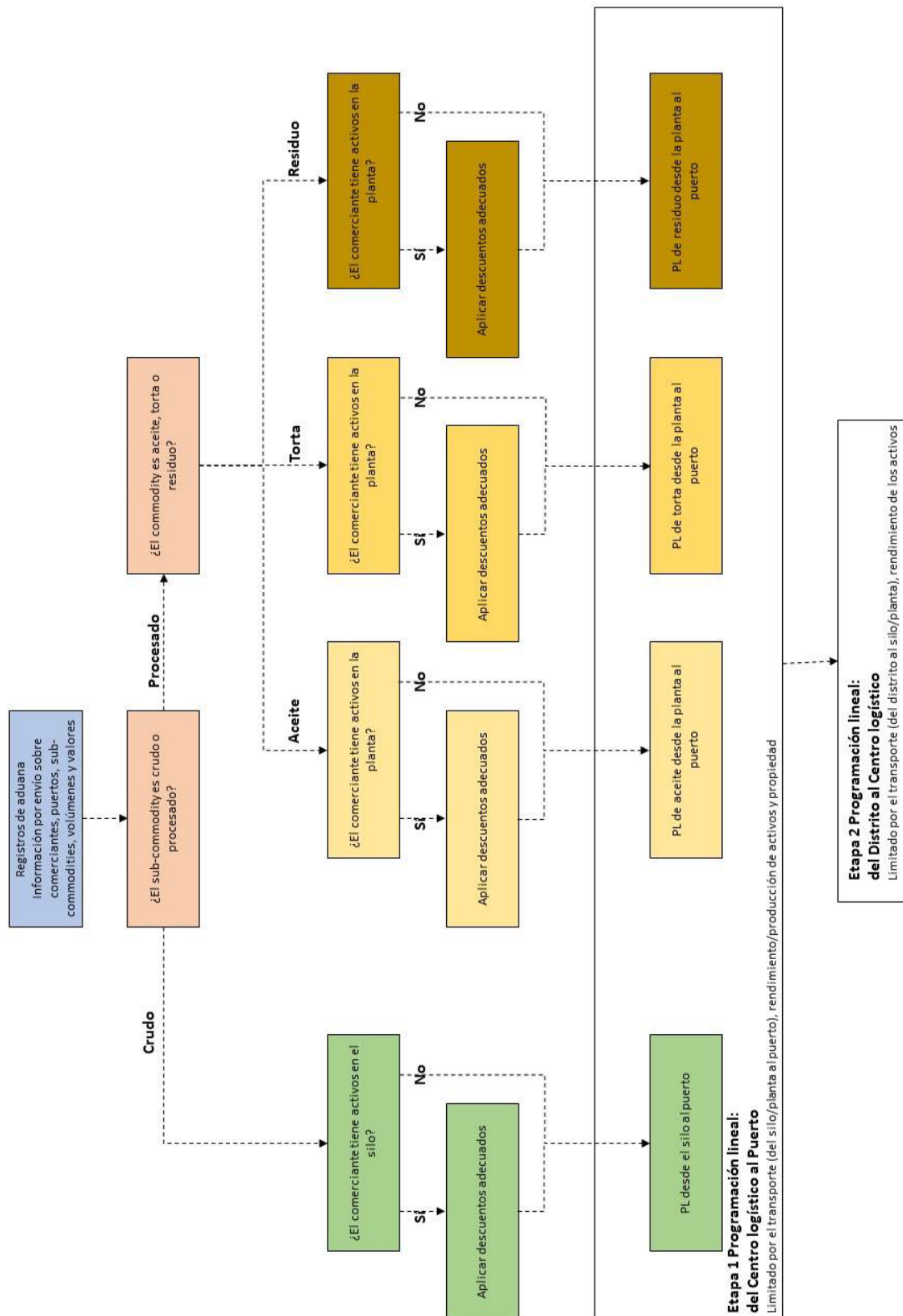
Hinrichsen, J.J. (2018). Paraguay: capacidad instalada de elaboración de semillas oleaginosas al segundo semestre de 2017.

CAPECO. (2019). Uso de la soja. <https://capeco.org.py/uso-de-la-soja-es/>

DGEEC. (2019). Conjuntos de datos: "paraguay_2019_distritos". Dirección General de Estadística, Encuestas y Censos. <http://geo.stp.gov.py/user/dgeec/datasets>

Open Street Map (2020) <https://www.openstreetmap.org/#map=7/-24.312/-56.459>

Anexo 1: Árbol de decisión para el modelo de la cadena de suministro "SEI-PCS Paraguay soy v1.2".



Anexo 2: Glosario

Término	Definición	Ejemplo
Activo	En el contexto de Trase, un recurso físico o material propiedad de una empresa o una entidad económica que se relaciona con la producción, almacenamiento o elaboración de un commodity.	Silo de soja, matadero, refinería, molino, granja.
Equivalente de commodity	Medida utilizada para relacionar las corrientes comerciales de diferentes productos a un equivalente de commodity. Se obtiene utilizando el factor de equivalencia de commodities.	El aceite de soja y los productos en torta se convierten en equivalentes de habas de soja.
Factor de equivalencia de commodities	Factor utilizado para convertir la cantidad de un producto en un equivalente de commodity.	1 kg de harina y aceite de soja equivalen a 1,031 kg de habas de soja (3 g son residuos).
Árbol de decisión	Describe el filtrado condicional de los datos comerciales para vincular las exportaciones de commodities a un centro logístico.	Cada manual del mapa de la cadena de suministro contiene una figura de sus respectivos árboles de decisión.
Matriz de distancias	Las distancias entre los diferentes nodos de oferta y demanda. Se utiliza en el paso de programación lineal para resolver el problema de minimizar la distancia total incurrida para satisfacer toda la demanda.	Los nodos de oferta son jurisdicciones de producción. Los nodos de demanda incluyen las exportaciones desde los puertos y los nodos de demanda interna, como las granjas de pollos para la soja de Brasil. Las distancias se basan en las redes de carreteras disponibles.
Código del SA	Código único del Sistema Armonizado (SA) que describe la naturaleza de los productos que se comercializan internacionalmente.	1201: Habas de soja, incluso quebrantadas 120110: Habas de soja, semillas; incluso quebradas
Jurisdicción	Las unidades administrativas territoriales en las que se divide un país.	Municipio en el Brasil, <i>kabupaten</i> (distrito) en Indonesia, departamento en Argentina, departamento en Paraguay (de menor resolución, con departamentos compuestos por distritos).

Programación lineal	La programación lineal (PL, también llamada optimización lineal) es un método para lograr el mejor resultado (como el máximo beneficio o el mínimo costo) en un modelo matemático cuyos requisitos se representan mediante relaciones lineales.	Se utiliza la programación lineal para minimizar la distancia entre los centros logísticos y los municipios de producción.
Logística	Actividades relacionadas con la producción, almacenamiento, procesamiento, transporte, comercio, etc., de commodities en las cadenas de suministro.	Cría de pollos, sacrificio de ganado vacuno, molienda de habas de soja, acopio de aceite de palma, transporte.
Centro logístico	Jurisdicción que contiene uno o más activos que son nodos de la cadena de suministro de commodities.	Municipio, departamento de ubicación del silo, matadero, plantas de aceite de palma.
Nodo	Jurisdicción, activo, comerciante o país que representa un punto de agregación o transferencia de un commodity a través de su cadena de suministro.	
Cadena de suministro	Secuencia de nodos que vinculan una jurisdicción de producción con un país de importación.	