

01. Estimación del suelo virtual contenido en las exportaciones de Santa Fe

Estimation of Virtual Soil Contained in Santa Fe's Exports

- *Martín Ganem**

Resumen

La provincia de Santa Fe combina una estructura productiva diversificada con una canasta exportadora donde predominan principalmente los productos primarios y las manufacturas de origen animal, que representan aproximadamente el 86% del total de las exportaciones de Santa Fe para el año 2019 medidas en dólares. Si la medición se realiza en toneladas, estas dos categorías representan el 95.3% de las exportaciones santafesinas. Así, vemos que las exportaciones son más intensivas en materiales y energía que en dólares.

Este análisis está basado puramente en factores monetarios y en los flujos visibles de materiales comercializados. Pero hay una parte escondida, que debe ser puesta a la luz para poder realizar un análisis completo de este fenómeno. Esto es lo que se pretende visibilizar a partir de la estimación del suelo virtual de las exportaciones santafesinas que se propone en este trabajo. Además, se presenta un análisis sobre la valoración monetaria de estos nutrientes en las cadenas oleaginosas de la soja y el girasol, y un análisis comparativo entre las doce principales exportaciones de Santa Fe.

Palabras clave: Suelo virtual – exportaciones – Economía Ecológica – uso del suelo

* Martín Ganem es estudiante de la Licenciatura en Economía de la Facultad de Ciencias Económicas y Estadística de la UNR, integrante del Instituto de Investigaciones Económicas de la misma facultad e integrante del Grupo de Estudios sobre Economía, Ambiente y Sociedad (GEEAS).

Abstract

Santa Fe combines a diversified productive structure with an export-dominated patron by commodities and its derivatives, representing 86.% in terms of U.S Dollars – 95.3% in terms of tonnes. Thus, we see that exports are more intensive in materials and energy than in dollars.

This analysis is based purely on monetary factors and the visible flows of traded materials. But there is a hidden part, which must be brought to light in order to perform a complete analysis of this phenomenon. This is the purpose of the following estimation of the virtual soil of exports from Santa Fe. In addition, an analysis of the monetary valuation of these nutrients in the soybean and sunflower oilseed chains and a comparative analysis of the twelve main exports of Santa Fe are presented.

Keywords:

Virtual soil – exports – Ecological Economics – soil use

Marco teórico

El presente trabajo se enmarca dentro del campo de la “Economía Ecológica”, que es un campo de estudios transdisciplinar. De acuerdo a Pengue (2010), es una economía que reconoce que la racionalidad económica y la ecológica por separado son insuficientes para poder resolver los problemas del siglo XXI. Se define como la ciencia de la gestión de la sostenibilidad y estudia las interacciones entre sociedad y naturaleza, para lo cual adopta métodos de otras disciplinas para poder medir el impacto no monetario.

En términos de teoría económica, la Economía Ecológica surge como una crítica a la Economía Ambiental. Una de las principales diferencias entre ambas es la manera en que se “introduce” el ambiente al análisis económico. La Economía Ambiental parte de la base de que toda asignación de recursos escasos debe ser resuelta por el mercado. Además, supone que la biosfera tiene valor dado que brinda distintos servicios ambientales que permiten satisfacer necesidades humanas. Por esta razón, el mercado debería ser quien le ponga un precio. Pero como esto no ocurre, se introduce la noción de fallos de mercado, destacando especialmente las externalidades, con el objetivo de valorizar la biosfera y de esta manera lograr una asignación eficiente de los recursos (Azqueta, 2007). Siguiendo esta noción, la única forma de incorporar el ambiente a la esfera de lo económico es a través de la monetización. Si esto no pudiera realizarse, quedaría excluido del análisis.

Por otra parte, la Economía Ecológica redefine el clásico esquema del flujo circular del ingreso para insertar el sistema económico como parte de un sistema sociocultural, el cual a su vez está dentro de un sistema natural. Así, las lógicas económicas pasan a estar determinadas y condicionadas por factores socioculturales y naturales (Peinado, 2018). Al estar inmerso en el sistema natural, el ahora subsistema económico recibe del anterior flujo de energías y materiales, que son necesarios para su normal desarrollo. De esta manera, se puede ver que para la Economía Ecológica, el sistema económico no es uno cerrado (como lo es para la lógica ambientalista), sino que es un sistema abierto.

A partir de esta concepción diferente de la cuestión económica y ambiental,

ha tomado mucha fuerza el concepto de metabolismo social. Es un concepto tomado de la biología, lo cual marca el carácter transdisciplinar antes mencionado, que se refiere a los procesos internos de un organismo, el cual tiene un proceso de intercambio continuo de materia y energía con su medioambiente (Pengue, 2009). Esta misma lógica se aplica a los seres humanos y sus distintos sistemas sociales, es decir, la idea es que las sociedades toman recursos naturales, los convierten en productos manufacturados o servicios, produciendo también desechos, emulando así el metabolismo de un organismo. Los flujos de materiales y energías *per cápita* y por año determinan lo que Fisher Kowalski (1997) llama el perfil metabólico característico de una sociedad.

Además, la Economía Ecológica supone que el crecimiento está limitado por razones físicas antes que económicas. Es decir, se encuentra con una frontera ecológica, la cual limitará las capacidades de la economía en su conjunto para poder crecer (Mora & Peinado, 2021).

Estudiar y comprender el funcionamiento del metabolismo de la sociedad ayuda a comprender su evolución y las formas en que ésta se apropia de la naturaleza (Pengue, 2009). Examinar el metabolismo de las sociedades brinda un marco que permite distinguir y apreciar las características particulares de cada una de ellas. Para poder estudiar los flujos de materiales y energías implicados en el metabolismo social, la Economía Ecológica hace uso de los llamados indicadores biofísicos.

Indicadores monetarios y biofísicos

¿Por qué calcular indicadores biofísicos y no utilizar solo los monetarios? En las corrientes mainstream de la economía, los impactos ambientales causados por las actividades económicas no son tenidos en cuenta a la hora de elaborar indicadores que midan la producción total de un país o el bienestar de una determinada sociedad. Se forman indicadores puramente monetarios.

Entre estos indicadores se encuentra, por ejemplo, el Producto Bruto Interno

(PBI). Esta variable macroeconómica mide el valor monetario de los bienes y servicios finales producidos por un país en un período determinado y tiene en cuenta lo que se genera dentro de las fronteras nacionales sin tener en cuenta la nacionalidad de sus productores.

Como se plasma en la definición, es una variable puramente monetaria, pero algunos economistas la utilizan como medida del bienestar del país. La justificación que encuentran para esto es que hay cierta correlación entre el bienestar de un país y su PBI.

Una de las limitaciones que tiene el PBI para cumplir dicha función es que no tiene en cuenta las externalidades generadas por las actividades económicas contaminantes. En el caso de una producción de contaminación y posterior descontaminación mediante otro proceso, se contabilizan 2 procesos económicos diferentes, para un resultado global nulo, cuando es muy probable que para el medioambiente el resultado no sea nulo.

Debido a estas limitaciones, sumadas a otras tantas, es que el PBI no es un buen indicador del bienestar de una sociedad o de su sostenibilidad en el tiempo. Se han propuesto variables, como el "PBI Verde". Este se obtiene una vez que se resta del PBI los deterioros de los recursos naturales causados por la actividad económica. También se ha intentado contabilizar el deterioro de los recursos naturales a través de las Cuentas Nacionales.

Si bien todos estos indicadores implican un avance, ya que de cierta manera tienen en cuenta la interferencia humana en el ecosistema, son indicadores desarrollados desde la perspectiva neoclásica de la Economía Ambiental. ¿Qué quiere decir esto? Que si bien tienen en cuenta la interferencia del ser humano en el ecosistema, lo que hacen es otorgar un valor monetario al ecosistema. Para la Economía Ambiental, la biosfera tiene un valor económico, que viene dado por los servicios que proporciona, los cuales permiten satisfacer una serie de necesidades y aumenta el bienestar de las personas (Azqueta, 2007). Como el mercado no es capaz de otorgar valor a estas funciones, quienes las utilizan en propio beneficio no las introducen

en su función de costos, generando que tampoco sean tenidas en cuenta en el PBI y otras mediciones.

Al otorgar un valor económico a las funciones que cumple el ambiente, intenta que los daños causados a éste sean reconocidos, pero lo hace a través de una lógica puramente monetaria, intentando lograr que se alcance un equilibrio entre el consumo de los recursos naturales y su preservación. Por otra parte, los indicadores biofísicos son desarrollados desde la Economía Ecológica. Como ya se desarrolló anteriormente, esta nueva rama de la economía entiende que las actividades económicas no son actividades aisladas, sino que están centradas en la utilización de los ecosistemas.

A diferencia de otros indicadores monetarios, los biofísicos permiten medir el impacto ambiental de la actividad humana en unidades físicas. Lo que se pretende con estos indicadores es visibilizar el rol del ambiente en la producción y distribución tanto de los bienes como de los servicios, así como también el grado de sustentabilidad de los procesos mencionados (Peinado, 2018). El objetivo no es sustituir a los indicadores monetarios, sino complementarlos utilizando diferentes unidades de medida en pos de poder tener una mirada completa del proceso económico y profundizar el debate.

Uno de los objetivos de los indicadores biofísicos es dar cuenta de la presión que ejercen las sociedades sobre los recursos naturales (Zuberman, 2019). Siguiendo a Pengue (2009), entre los más importantes se destacan:

- La huella ecológica, que puede definirse como el área biológicamente productiva necesaria para producir los desechos que genera dicha población y absorber sus desechos.
- La capacidad de carga, definida como el nivel de población que puede soportar un medioambiente sin sufrir un impacto negativo significativo.
- El agua virtual, que es una herramienta utilizada para calcular el uso real de agua de un país y se define como el volumen de agua requerido para la producción de bienes y servicios.
- El EROI (Energy Return on Energy Input), que mide la relación entre la

energía que necesita un determinado proceso y aquella obtenida en este mismo proceso. Es una forma de ver a la economía humana como flujo de energía.

- El suelo virtual, que se desarrollará a continuación más en detalle.

Suelo Virtual y Huella de Nutrientes

En este trabajo se profundizará sobre los indicadores biofísicos de la Huella de Nutrientes y el Suelo Virtual, con una aplicación de este último para las exportaciones de Santa Fe en el año 2019. El objetivo buscado es tratar de visibilizar los flujos ocultos del comercio internacional, que permanecen así debido a la excesiva centralidad otorgada a los indicadores monetarios, que son determinados por el mercado. De esta manera, al contar con indicadores biofísicos y monetarios, es posible realizar un análisis comparativo del ingreso monetario generado por las exportaciones con la presión ejercida por estas mismas sobre los suelos santafesinos.

Con el objetivo mencionado en el párrafo anterior, se utilizarán los cocientes USD/kilos de suelo de virtual exportados y USD/toneladas de producto exportado con el objetivo de realizar una comparación entre los dólares por toneladas generados por la exportación del suelo virtual y los dólares por toneladas que se obtienen a partir de la exportación del producto. Se tomarán los casos de la cadena de la soja y del girasol.

Conocer el uso y la degradación del suelo es muy importante, debido a que el sistema agroalimentario global, del cual Argentina forma parte principalmente como proveedor de alimentos, genera una enorme presión sobre el suelo. Los países que exportan alimentos son los que más lo sufren, como es el caso argentino.

Cruzate y Casas (2012) marcan que en los últimos 50 años, la superficie agrícola de Argentina aumentó un 50%, en tanto que la producción de granos lo hizo un 400%. Esto fue posible gracias a la utilización de nuevas tecnologías y mayor nivel de conocimiento, pero esto también conlleva

un fuerte desgaste de los suelos. El deterioro de estos reduce o elimina su capacidad para poder cumplir y proporcionar distintas funciones ecosistémicas que resultan cruciales para el presente y el futuro de la vida humana.

Estos mismos autores marcan que la extracción total de nutrientes para la campaña 2010/11 fue un 11% más elevada con respecto a la campaña 2006/07. La diferencia se debe a la mayor superficie sembrada (0.54% mayor) y también al aumento en la producción, donde se produjo un aumento del 7.6%. A su vez, al analizar el caso de la campaña 2015/16, los autores encuentran que la extracción de nutrientes fue un 20% mayor que en la 2010/11, adjudicado a las mismas razones esgrimidas anteriormente (Cruzate y Casas, 2017).

Tabla 1. Balance de nutrientes en toneladas para Argentina en la campaña agrícola 2010/11

	N	P	K	Ca	S	Total
Fertilizado	820233	280895	61028	82727	114946	1359829
Extraído	2091572	441348	1021821	154462	222664	3931967
Balance	-1271339	-160453	-960893	-71735	-107718	-2572138

Fuente: Cruzate y Casas (2012)

Tabla 2. Balance de nutrientes en toneladas para Argentina en la campaña agrícola 2015/16

	N	P	K	Ca	S	Total
Fertilizado	607616	191304	37291	75631	75803	987645
Extraído	1960127	492379	1169133	163170	243555	4028363
Balance	-1352511	-301075	-1131842	-87539	-167751	-3040719

Fuente: Cruzate y Casas (2017)

Así, vemos que no hay una reposición de nutrientes bajo el criterio de reconstrucción y mantenimiento, deteriorando el suelo. Este problema se agrava con el pasar de los años.

La evolución del uso de los suelos en Argentina fue pasando por varias etapas. Hasta mediados del siglo XX, la producción se sostuvo con la alta fertilización de los suelos, especialmente en la región pampeana, donde el elevado contenido original de materia orgánica y la composición del suelo desalentaron el uso de fertilizantes.

Hacia finales de la década de 1980, si bien hubo una mayor intensificación en el uso de los suelos con propósitos agrícolas, la mayor parte del incremento de la producción agrícola se dio a causa de la expansión sobre tierras naturales, es decir, se expandió la frontera agrícola. En este período no hubo un fuerte uso de fertilizantes, pero comenzó a notarse lentamente el deterioro del suelo (Díaz de Astarloa, 2020). En la década siguiente, se da un proceso de reprimarización de la economía argentina, con un fuerte énfasis en las actividades extractivas, lideradas por la agricultura. Posteriormente, la introducción de la soja transgénica y todo su paquete tecnológico marcaron un quiebre en el modo de producción agropecuaria (Díaz de Astarloa & Pengue, 2018).

La producción agrícola requiere una gran cantidad de nutrientes para poder proporcionar los componentes básicos a todos los cultivos. Los países con gran actividad agrícola tienden a aumentar el uso de fertilizantes para poder satisfacer la demanda de alimentos y mantener una presencia competitiva en el mercado internacional. Argentina, dentro de América Latina, se encuentra entre los países que menos fertilizantes utiliza, lo cual genera una pérdida neta de nutrientes, ya que estos no son repuestos. Si los nutrientes no se regeneran naturalmente o no son repuestos, el suelo se agota y se restringe el crecimiento del cultivo. Este agotamiento del suelo representa un costo oculto, que no es tenido en cuenta.

Por esta razón, resulta relevante hacer distintos análisis que den cuenta del impacto que genera la expansión de la agricultura, más en Argentina, donde se trata, al menos para el caso de la exportación, de un caso donde la soja y sus derivados conforman un porcentaje alto de la canasta exportadora, lo cual implica un proceso de extracción selectivo de nutrientes.

Para esto, se utiliza el suelo virtual y la huella de nutrientes, que son dos indicadores similares, están relacionados entre sí y se utilizan para medir el impacto que tienen, tanto de manera temporal como espacial, las actividades, sobre todo, agropecuarias sobre el recurso suelo, especialmente aquellas ligadas a la exportación.

La huella de nutrientes considera los flujos de entrada de nutrientes, ya sean estos naturales (fijación biológica natural) o artificial (vía fertilización), y los de salida, principalmente vía extracción (Pengue, 2014). Intenta reflejar la disminución de nutrientes en los espacios productivos, haciendo énfasis en los flujos internacionales de estos productos. Así, la huella de nutrientes nos brinda una mirada completa que permite estudiar y analizar el impacto que tienen en los suelos la creciente demanda mundial de recursos naturales.

Se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Huella de nutrientes} = S + \sum F_{iz} + \text{FBN} - \sum C_{ij}P_{jk}$$

Siendo: S = stock de nutrientes; F = fertilizante; i = nutrientes; z = cultivo; FBN = Fijación Biológica; C = coeficiente de extracción; P = producción; j = grano; k = departamentos. El último término representa la extracción total y, si se resta al FBN se obtiene la reposición total de los nutrientes.

El cálculo de esta huella queda fuera del alcance de este trabajo, pero distintos autores como Zuberman (2019) y Díaz de Astarloa junto con Pengue (2018) sí las han hecho. Si bien ambos análisis presentan diferencias en los periodos y en los cultivos que se estudian (Zuberman solo analiza el caso de la soja entre 1970 y 2015, mientras que los dos autores restantes estudian el

metabolismo de toda la producción agropecuaria entre 1961 y 2015), llegan a la misma conclusión: hay una fuerte pérdida de nutrientes, causada en parte por la incapacidad de reponerlos.

Por su parte, el suelo virtual se define como la cantidad de nutrientes extraídos por los distintos productos exportables desde la tierra o la tierra misma convertida en materiales que forman parte del comercio internacional, medido en toneladas o kilogramos (Pengue, 2009). Se intenta reflejar la disminución de los nutrientes en los distintos espacios productivos, poniendo énfasis en los flujos internacionales de los mismos. Así, el suelo virtual se focaliza sólo en la parte extractiva de los suelos, sin considerar los flujos de ingresos de nutrientes a los suelos. Es sobre este indicador que se centra el presente trabajo y sobre el cual se realizará una estimación del contenido en las exportaciones de Santa Fe en el año 2019.

Metodología

Los datos sobre las exportaciones de la provincia de Santa Fe durante el año 2019 se obtuvieron a partir de la base de datos "Origen provincial de las exportaciones argentinas" (OPEX) del INDEC (<https://opex.indec.gov.ar/>). Se obtuvieron los datos de las exportaciones tanto en dólares como en volumen (toneladas). La información sobre la extracción de nutrientes se obtuvo de distintas fuentes, principalmente de diferentes estudios realizados sobre la temática como Zuberman (2019), Cruzate y Casas (2020) y Díaz de Astarloa (2020), entre otros.

El proceso de cálculo del suelo virtual de un producto a partir del método utilizado en este trabajo se puede enumerar paso por paso de la siguiente manera:

1. Primero, se obtuvo la lista de productos exportados en el año 2019 por la provincia de Santa Fe a partir de la base de datos de OPEX. Allí se muestran los distintos bienes y servicios exportados tanto en dólares como en toneladas.
2. Luego, se procedió a obtener los coeficientes de extracción de nutrientes de los distintos cultivos. Se consideraron los siguientes nutrientes: nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, calcio, magnesio, boro y zinc.

3. Una vez que se contó con la mayor cantidad de recursos posibles, se realizó un promedio simple para contar con una única tabla de extracción de nutrientes.
4. Para calcular el suelo virtual total necesario para producir todos los bienes exportados, se le asignó un coeficiente de extracción a cada producto según la tabla anteriormente elaborada. A partir de esto, se multiplicaron las toneladas exportadas por los kilos de nutrientes extraídos por cada tonelada de producto.
5. Finalmente, a fin de establecer ciertas comparaciones de interés, se calcularon algunos ratios, como el de dólares por tonelada (USD/Tn) o el de dólares por cada kilo de suelo virtual (USD/kg). Los cálculos de estos ratios son sencillos una vez obtenido el suelo virtual total. El primer ratio se obtuvo simplemente dividiendo la cantidad total de dólares obtenidos por la exportación de un producto y las toneladas exportadas de este mismo, en tanto que el segundo se obtuvo a partir de la división de los dólares obtenidos de la exportación de un producto y el suelo virtual necesario para producirlo.

El caso de Santa Fe en el año 2019

Santa Fe es la segunda provincia argentina por nivel de exportaciones. A pesar de tener una estructura productiva diversificada con un grado importante de industrialización, las exportaciones están fuertemente sesgadas en manufacturas de origen agropecuario y productos primarios, que también tienen un peso importante en la estructura productiva (Peinado, Braidotti, Ganem, Passalía, Mora, Piccolo, Vazquez y Arancibia, 2023). En este sentido, alrededor de un 90% de las exportaciones de la provincia de Santa Fe tienen que ver con el complejo primario exportador que en ella se despliega (Rodríguez, Peinado, Mora, Passalía, Piccolo, & Braidotti, 2022).

De las exportaciones totales, los productos primarios representaron el 13% del total en dólares y el 24% del total en toneladas, mientras que las manufacturas de origen agropecuario (MOA) representaron el 73% del total en dólares y el 71% del total en toneladas. Como resultado, el gran rubro de

productos primarios sumado al gran rubro de MOA representa el 86% de las exportaciones de la provincia en dólares y el 95% de las exportaciones medidas en toneladas. De esta manera queda claro que Santa Fe es una provincia proveedora de recursos naturales al resto del mundo.

Se han realizado muchos análisis desde la economía tradicional sobre las exportaciones de las distintas provincias. El indicador común entre ellos es que solo se limitan a estudiar los indicadores monetarios de las mismas, observando solamente los flujos de dinero que ingresan a la provincia por ellas. Así, no se tienen en cuenta los flujos de materiales y energía que hay detrás de ellos. El enfoque de la Economía Ecológica busca visibilizar estos flujos ocultos. Mismo, utilizando este análisis se puede ver cómo impacta el modelo de inserción internacional seguido por la provincia en sus ecosistemas.

A continuación, se presenta una estimación del suelo virtual contenido en las exportaciones de las categorías Productos Primarios y MOA de Santa Fe en el año 2019. Además, se incluye un análisis sobre el valor monetario de la cadena de la soja y el girasol y de los nutrientes que hay en dichas exportaciones, finalizando con una comparación entre las doce principales exportaciones de Santa Fe.

Si bien se toma el año 2019 para realizar los distintos análisis anteriormente explicados, a lo largo de los años la estructura exportadora de Santa Fe no ha experimentado grandes cambios, manteniéndose una canasta exportadora compuesta fundamentalmente por productos primarios y manufacturas de origen agropecuario.

Tabla 3. Porcentaje participación de los Productos Primarios (PP) y Manufacturas de Origen Agropecuario (MOA) sobre el total de exportaciones, medidos en toneladas y en dólares

	Toneladas PP	Toneladas MOA	USD PP	USD MOA
2013	23,30%	13,38%	70,39%	68,58%
2014	14,49%	8,43%	78,36%	74,66%
2015	18,65%	11,69%	77,55%	77,37%
2016	17,69%	9,47%	76,73%	75,17%
2017	19,78%	10,41%	74,30%	72,11%
2018	19,01%	9,17%	74,46%	73,66%
2019	24,16%	13,21%	71,15%	72,80%
2020	31,24%	15,83%	64,70%	73,46%
2021	26,02%	13,14%	68,58%	73,27%
2022	28,73%	14,44%	65,66%	70,03%
2023	21,07%	10,31%	74,48%	76,21%

Fuente: elaboración propia en base a datos de IPEC

Resultados

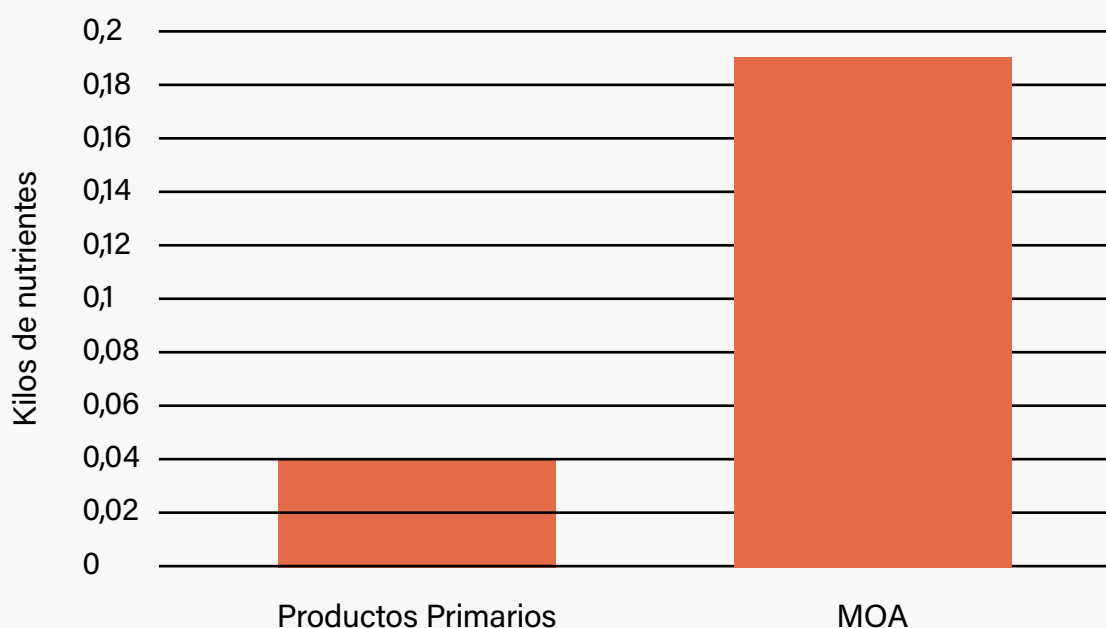
En 2019, las exportaciones de productos primarios en Santa Fe alcanzaron la cifra de USD 1900 millones, 8.4 millones de toneladas y 329 millones de kilos de nutrientes. Es decir que para producir un bien contenido dentro de esta categoría se necesitan, en promedio, 0.039 kilos de nutrientes por cada kilo de producto destinado a la exportación.

En el caso de las manufacturas de origen agropecuario (MOA), se exportaron

USD 10300 millones, 25 millones de toneladas y 1600 millones de kilos de nutrientes. En este caso, para producir un kilo de esta categoría de bienes se necesitaron 0.19 kilos de nutrientes.

En este primer análisis se puede apreciar una gran diferencia entre los materiales que necesitan las MOA y los productos primarios. Esto puede deberse a que las manufacturas requieren más etapas productivas, además de que hacen un uso más intensivo de los recursos naturales. Por ejemplo, para producir una tonelada de aceite de soja (MOA), se requieren 5 toneladas de porotos de soja (producto primario).

Gráfico 1. Suelo virtual contenido en promedio en una tonelada de producto



Fuente: elaboración propia

Para detallar el análisis, se tuvo en cuenta el caso de la cadena de la soja y de la cadena del girasol. Si seguimos con la teoría clásica, a medida que el producto primario se va industrializando y va pasando por distintas etapas productivas, se le debería agregar valor, es decir, deberíamos obtener un mayor ratio de USD por tonelada exportada y un mayor ratio de USD por kilo de suelo virtual.

Tabla 3. Comparación de la soja y sus derivados en términos de dólares por toneladas (USD/tonelada), dólares por kilo de suelo virtual (USD/kilo de suelo virtual) y suelo virtual por kilo de producto (kilos de suelo virtual/kilo de producto)

Producto	USD/tonelada	USD/kilo de suelo virtual	Kilos de suelo virtual por kilo de producto
Soja	338.66	4.22	0.08
Subproductos oleaginosos de soja	315.46	1.65	0.19
Aceite de soja	647.39	1.61	0.4

Fuente: elaboración propia

Así, vemos que para el caso de la soja lo establecido anteriormente se cumple sólo de manera parcial. Se puede apreciar que sólo para el caso del aceite de soja se obtiene una mayor cantidad de dólares por tonelada exportada, mientras que esto no ocurre en el caso de los subproductos. Si analizamos el ratio de USD por kilo de suelo virtual, claramente no se cumple la hipótesis planteada. Para ambos productos se necesita una mayor cantidad de nutrientes por kilo de producto, lo cual es razonable por ser productos manufacturados, pero estos nutrientes valen mucho menos. En el caso de los subproductos, se necesita un poco más del doble de nutrientes, mientras que se los paga sólo un 40% de lo que se paga por los nutrientes en la soja. Con el aceite de soja ocurre lo mismo.

Tabla 4. Comparación del girasol y sus derivados en términos de dólares por toneladas (USD/tonelada), dólares por kilo de suelo virtual (USD/kilo de suelo virtual) y suelo virtual por kilo de producto (kilos de suelo virtual/

kilo de producto)

Producto	USD/tonelada	USD/kilo de suelo virtual	Kilos de suelo virtual por kilo de producto
Girasol	559.68	14.34	0.039
Aceite de girasol	870.02	9.14	0.095
Subproductos oleaginosos de girasol	141.05	1.63	0.087

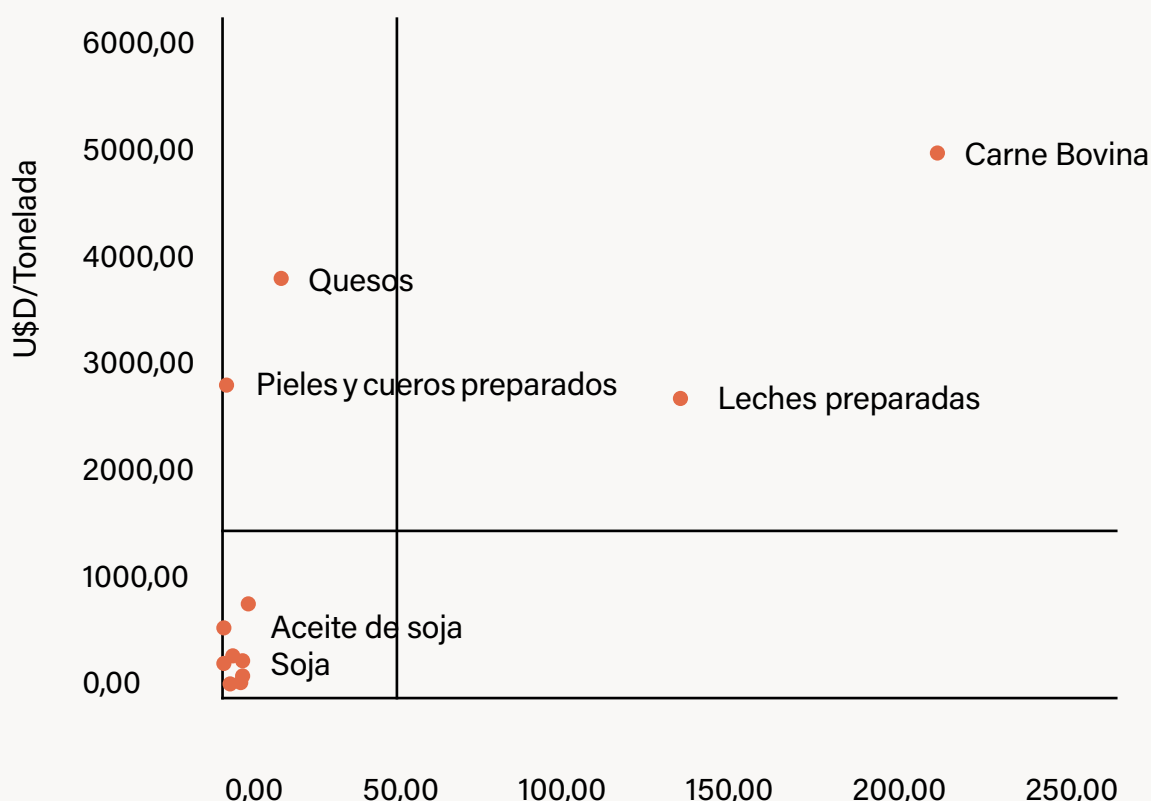
Fuente: elaboración propia

En el caso del girasol ocurre exactamente lo mismo que en el de la soja. Si bien se obtiene una mayor cantidad de dólares por toneladas con el aceite, no sucede lo mismo con los subproductos. Analizando ya más en detalle lo que ocurre con el suelo virtual necesario, en ambos casos se necesitan más nutrientes, pero se pagan mucho menos.

De este análisis particular se puede derivar un estudio de carácter general. Considerando la cuantificación del suelo virtual contenido en las exportaciones santafesinas y teniendo en cuenta las toneladas de las mismas, se realizó un estudio que relaciona el ingreso generada por las mismas con el ingreso generado por cada kilo de suelo virtual exportado. Para esto, se seleccionaron doce productos que representan el 88% del total exportado en USD y el 91% en toneladas.

Este gráfico permite ver cuáles son aquellos productos exportados por los que se recibe una gran cantidad de divisas por kilo de suelo virtual exportado y cuáles son aquellos cuyos recursos naturales son menos valorados.

Gráfico 2. Las doce exportaciones principales



Fuente: elaboración propia

El gráfico está dividido en cuadrantes que dejan ver la sustentabilidad de cada producto. El cuadrante superior derecho se podría definir como "sostenible", en base a que allí se encuentran productos por los cuales se recibe una cantidad considerable de divisas tanto por el suelo virtual que contienen como por el mismo producto. En este cuadrante se encuentran las leches preparadas y la carne bovina. Esta categoría representa tan sólo el 8% del total de las exportaciones medidas en USD y no llega al 1% del total si consideramos las toneladas.

Por otra parte, el cuadrante inferior izquierdo es el de los productos "insostenibles", que son aquellos por los que no se recibe una gran cantidad de divisas por tonelada de producto y en los cuales el suelo virtual tiene muy poca valoración monetaria. Entre estos productos se encuentran la soja y sus derivados, el trigo, el maíz y otros más que representan el 90%

del total de las exportaciones medidas en toneladas y el 77% en USD.

Conclusiones

A partir del estudio realizado, se pueden insinuar algunas conclusiones. En primer lugar, se puede ver que la estrategia de inserción internacional seguida por Santa Fe se basa en la venta de productos que tienen un gran contenido de recursos naturales. Esto se evidencia en que una gran parte de la canasta exportadora está compuesta por Productos Primarios y Manufacturas de Origen Agropecuario.

Segundo, queda claro que las exportaciones santafesinas son intensivas en recursos naturales, pero generan una baja cantidad de divisas por unidad de recursos exportados. Ante esta situación, se identificaron algunos productos ya exportados, como las leches preparadas y la carne bovina, que hacen un uso menos intensivo de los recursos naturales y que también tienen un ratio de dólares por kilo de suelo virtual más alto, es decir, generan más divisas por kilo de nutrientes exportados.

Es preciso aclarar que, si bien estas alternativas serían mejores para el uso del suelo, se obtienen de un análisis biofísico parcial, sin tener en cuenta otros indicadores biofísicos como la huella ecológica o la huella hídrica. Además, si bien estos productos ya son exportados por la provincia, se hace en una cantidad mucho menor que los productos principales, por lo cual se desconocen cuáles son las dificultades técnicas y productivas a las que se podrían enfrentar en caso de que se decida migrar hacia la producción de estos bienes que son más sustentables.

Por último, el análisis realizado demuestra que el valor agregado que se genera a partir de la industrialización de los Productos Primarios convertidos en Manufacturas de Origen Agropecuario se lleva adelante principalmente a partir de la intensificación en el uso del suelo. Es decir que, si bien en Santa Fe se lleva adelante un proceso de industrialización de los productos primarios, esta es realizada principalmente a través de la agregación de más productos primarios. Por ejemplo, el aceite de soja es un producto industrializado, pero para poder exportar una tonelada de este producto, se

necesitan cinco toneladas de poroto de soja.

Así sucede con muchos de los productos industrializados que se exportan, constatando que la industrialización de los productos primarios tiene como consecuencia directa una intensificación del uso del suelo.

Así, se puede ver que claramente la estrategia de inserción internacional seguida por Santa Fe se basa en la venta de productos que tienen un gran contenido de recursos naturales pero que, en términos relativos, no tienen una fuerte valoración monetaria. Además, con este análisis queda en claro que existen otras alternativas que brindan una mayor valoración monetaria por kilo de suelo virtual exportado que ya están siendo producidas por la provincia, pero en menor cuantía.

Referencias

- Azqueta, D. (2007). *Introducción a la economía ambiental*. McGraw-Hill.
- Cruzate, G., & Casas, R. (2012). Extracción y balance de nutrientes en los suelos agrícolas de la Argentina. *Informaciones Agronómicas de Hispanoamérica*, 7-14.
- Cruzate, G., & Casas, R. (Diciembre de 2017). Balance de nutrientes en los suelos agrícolas de la Argentina en la campaña 2015/16. *Informaciones Agronómicas de Hispanoamérica* (28), 14-23.
- Díaz de Astarloa, D. (30 de Noviembre de 2020). *Metabolismo de nutrientes, indicadores biofísicos y sostenibilidad agroambiental en los sistemas agropecuarios de Argentina*. [Tesis doctoral].
- Díaz de Astarloa, D., & Pengue, W. (2018). Nutrients Metabolism of Agricultural Production in Argentina: NPK Input and Output Flows from 1961 to 2015. *Ecological Economics*, 74-83.
- Fisher Kowalski, M. (1997). Society's Metabolism: On the Childhood and Adolescence of a Rising Conceptual Star. In *The International Handbook of Environmental Sociology*. (pp. 119-137). Edward Elgar.
- Mora, A., & Peinado, G. (2021). *Economía Ecológica y Economía Feminista como visibilizadores de las bases del subsistema económico*. [Material de Cátedra]. Universidad Nacional de Rosario.
<https://es.scribd.com/document/653677962/Mora-y-Peinado-2021>
- Peinado, G. (2018). Economía ecológica y comercio internacional el intercambio ecológicamente desigual como visibilizador de los flujos ocultos del comercio internacional. *Revista Economía* (70), 53-69.
- Peinado, G., Braidotti, V., Ganem, M., Mora, A., Piccolo, P., Passalía, C., et al. (2023). Estimación del agua virtual y el suelo virtual exportado desde la provincia de Santa Fe, Argentina. *XVII Jornadas de Ciencias*,

Tecnologías e Innovación.

Pengue, W. (2009). Fundamentos de Economía Ecológica. Ediciones Kraicon.

Pengue, W. (2010). La Economía Ecológica y el desarrollo en América Latina.

Pengue, W. (2014). Suelos, Huellas de Nutrientes y Estabilidad Ecosistémica.
Revista Fronteras, 1-19.

Rodriguez, L., Peinado, G., Mora, A., Passalía, C., Piccolo, P., & Braidotti, V.
(2022). Caracterización de las exportaciones de Santa Fe:
Ecodependientes o Interdependientes. *XVI Jornadas de Ciencias,
Tecnología e Innovación*.

Zuberman, F. (2019). Suelo virtual y deuda ecológica. Un cálculo para la
expansión de la soja en Argentina. *SaberEs*, 11(1), 81-95.

Recibido: 25 julio 2024; Aceptado: 6 diciembre 2024

Publicado online: 24 de mayo