

FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ESTADÍSTICA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO

LICENCIATURA EN ECONOMÍA

SEMINARIO DE INTEGRACIÓN Y APLICACIÓN TRABAJO FINAL

SUSTENTABILIDAD DEL DESARROLLO: GÉNERO, ECOLOGÍA Y
DESIGUALDADES SOCIOECONÓMICAS

“ANÁLISIS SOBRE LA CONTAMINACIÓN INCORPORADA EN EL
SECTOR AGRÍCOLA-GANADERO EN ARGENTINA A LO LARGO DEL
2020”

MORASSI, MARTÍN (M-7167/9)

DOCENTE A CARGO DE LA COMISIÓN: PEINADO, GUILLERMO
2° Cuatrimestre de 2020

Resumen

Debido a que el medioambiente cumple con los principios de no rivalidad y no exclusión, no van a existir incentivos para disminuir las emisiones dentro de las fronteras nacionales de un país. Es por esto que se va a utilizar una metodología que calcule la contaminación sobre la base del consumo en vez de la producción y para esto va a ser necesario estimar la contaminación incorporada en el comercio internacional de Argentina. Como objeto de estudio se seleccionó al sector agrícola-ganadero por su gran nivel de exportaciones relativo a los demás sectores y para poder comparar entre las presiones ambientales y beneficios económicos que generan, con la finalidad de poder elegir al sector que es capaz de mejorar los términos de intercambio ambientales. Como conclusión se obtuvo que, en términos de contaminación incorporada en las exportaciones, el sector agrícola emite aproximadamente 5 veces más gases de efecto invernadero que el sector ganadero. Sin embargo, va a presentar mayores beneficios económicos por el mismo nivel de contaminación. Precisamente, el sector agrícola aporta un 37% más de divisas y tres trabajadores más por cada tonelada de gases de efecto invernadero emitida a la atmósfera comparando con el sector ganadero.

Palabras claves: contaminación incorporada, exportaciones, medioambiente, sector agrícola, sector ganadero, gases de efecto invernadero.

Índice

1.	<i>Introducción</i>	4
2.	<i>Marco teórico</i>	4
2.1	Las emisiones implícitas en el comercio internacional	4
2.2	Bienes públicos y economía ambiental.....	5
3.	<i>Medioambiente como bien público</i>	6
4.	<i>Introducción a la metodología sobre el cálculo de los GEI</i>	8
5.	<i>Contaminación Argentina hacia el mundo</i>	9
5.1	Análisis de la contaminación en las exportaciones agrícola-ganaderas en Argentina. 10	
5.1.1	Sector Agrícola	12
5.1.2	Sector Ganadero	12
5.1.2.1	Ajuste de contaminación por fermentación entérica al 2020	13
5.1.2.2	Contaminación oculta del ganado.....	13
5.1.2.3	Total de emisiones del sector ganadero	14
5.1.3	Total emisiones de las exportaciones del Sector Agrícola y Ganadero	15
6.	<i>Comparación entre el sector agrícola y el ganadero</i>	15
7.	<i>Conclusiones</i>	17
8.	<i>Referencias bibliográficas</i>	18

1. Introducción

El Cambio Climático es uno de los problemas mas graves que enfrenta la población mundial hoy. Este es definido como un cambio de clima que se atribuye directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera global y que se suma a la variabilidad climática natural observada durante periodos de tiempo comparables (UNFCCC, 1992).

La principal causa de este es la emisión de Gases de Efecto Invernadero (denominados como GEI), los cuales son componentes gaseosos de la atmósfera, tanto naturales como ocasionados por el hombre, que absorben y reemiten calor mediante la radiación infrarroja (UNFCCC, 1992).

Todos los países que producen bienes y servicios emiten GEI en alguna parte de dichos procesos. Argentina no es la excepción, según el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Argentina, el inventario de emisiones de 2016 fue de 364,44 millones de toneladas de dióxido de carbono equivalente (MtCO₂e).

Los sectores mas contaminantes son el sector energía con el 53,1% del total de las emisiones; el sector agricultura, ganadería, silvicultura y otros usos de la tierra con el 37,2% y el sector de Procesos industriales y uso de productos con 5,5%.

El objetivo de este trabajo es realizar un análisis de la contaminación incorporada en las exportaciones agrícolas y ganaderas argentinas para 2020 para lograr incrementar la concientización con respecto a la contaminación en el comercio internacional. Este análisis surge como parte de la aplicación empirica del cálculo de los terminos de intercambios ambientales planteados por Roldan Muradian, Martin Paul O'Connor y Joan Martinez-Alier en 2001.

Para esto, antes va a ser importante analizar el rol del medioambiente como un bien público, para entender como se asignan las emisiones de GEI en el mundo y al mismo tiempo en Argentina.

Por las dificultades en la obtención de datos desagregados en las emisiones de los países y por la complejidad que significa calcular los términos de intercambio ambientales para un país, el presente trabajo se va a limitar a realizar el cálculo de la contaminación en las exportaciones del sector alimentos (mas precisamente el sector agrícola-ganadero). Luego se va a realizar una comparación entre ambos sectores para determinar cual es el mas contaminante en términos relativos, teniendo en cuenta otros factores como las divisas que generan o el trabajo que agregan a la economía con la finalidad de plantear una posible mejora de los términos de intercambio ambientales para Argentina.

2. Marco teórico

2.1 Las emisiones implícitas en el comercio internacional

La actividad económica causa efectos en el medioambiente y al mismo tiempo en la sociedad que habita en el. Muchos procesos productivos crean distintos desechos y emisiones contaminantes o consumen capital natural, el cual contrariamente a lo que plantea la teoría económica neoclásica no tienen asignados precios en los mercados que reflejen su valor real.

Esto aplica también para el comercio internacional multilateral donde los mismos bienes que se producen dentro de las fronteras son exportados, acarreando consecuencias nocivas para el planeta. Este fenómeno fue investigado por Lee y Ronald-Holst (1993), quienes por primera vez introdujeron el término de comercio de efluentes integrados (*embodied effluent trade*) para brindar la idea de que las commodities intercambiadas entre países poseen una cierta cuantía de emisiones que fueron generadas dentro de la frontera del país exportador. Con este método, los autores crearon un índice ponderado que brinda los niveles de emisiones agregados, en términos monetarios, dada una cierta composición de la producción nacional. La limitación que va a tener este índice, sin embargo, es que se va a presentar al potencial de emisión de la producción nacional de cada país en unidades relativas con los Estados Unidos. Esto va a complejizar la interpretación del mismo ya que no hace alusión a una cierta cantidad de gases de efecto invernadero realmente emitidos.

Partiendo desde la noción de que hay países que pueden exportar o importar emisiones implícitamente a través de los bienes y servicios, Antweiler (1996) acuñó su idea con el nombre terminos de intercambio de contaminación (en inglés *pollution terms of trade*) y diseñó un índice para evaluar los beneficios ambientales que recibe un país al participar en el comercio internacional. El mismo mide el ratio de contaminación que contiene una unidad monetaria de exportaciones y una unidad monetaria de importaciones y se utilizó para determinar que las exportaciones de los países industrializados son mas ambiente-intensivas que la de los países en vías de desarrollo.

Esto llevó a que Muradian, O'Connor y Martinez Allier creen el concepto de terminos de intercambio ambientales (*environmental terms of trade*), el cual es definido como el total de presiones ambientales incluidas en las exportaciones en relación con el total de presiones ambientales incluidas en las importaciones (Muradian, 2001).

En términos matemáticos puede ser formalizado como: $ETT = \left(\frac{EEP_x}{EEP_m} \right) \cdot 100$ donde EEP_x indica el total de presiones ambientales incluidas en las exportaciones y EEP_m representa el total de presiones ambientales incluidas en las importaciones. Con el objetivo de evitar distorsiones por variaciones en los precios internacionales en vez de utilizar unidades monetarias, el índice va a utilizar unidades físicas. Dados dos países A y B, diremos que existe un intercambio ecológico desigual cuando las presiones ambientales incorporada en las importaciones de A o exportaciones de B sean mayores que las presiones en las importaciones de B o exportaciones de A (Andersson y Lindroth, 2001; Cabeza-Gutés and Martinez-Alier, 2001; Martinez-Alier O'Connor, 1996).

2.2 Bienes públicos y economía ambiental

Como se puede notar, la producción de bienes y servicios es la causa central de la contaminación tanto directa como indirecta. Esta emisión de gases de efecto invernadero tiene resultados catastróficos en la tierra que sobrepasan el alcance de la Economía y de este trabajo. Lo cierto es que estos efectos se van a producir porque el medio ambiente tiene las características de un bien público.

Paul Samuelson en *The Pure Theory of Public Expenditure* (Samuelson, 1954) va a definir a un bien público como "bienes de consumo colectivos que tienen en común que el consumo de ese bien por parte de cada individuo no conduce a ninguna sustracción del consumo de ese bien por parte de cualquier otro individuo"(p.387), lo que va a generar el abuso en el consumo de los

bienes naturales y por lo tanto, un impacto negativo en el ambiente y en las sociedades. Sin embargo, podemos afirmar que dichos efectos son sufridos por agentes que pueden o no estar relacionados con los principales responsables del problema. Este costo, que recae en un tercero o una persona distinta al consumidor o productor de esas emisiones, se denomina externalidad negativa y se da cuando los costos sociales de la producción son mayores a los costos privados.

Esta diferencia de costos puede ser compensada mediante distintas acciones: en el caso de que la contaminación se genere para producir bienes y servicios que van a ser consumidos dentro de las fronteras de un país, el ente regulador puede reglamentar o controlar dichas emisiones mediante leyes o impuestos que desalienten la polución. No obstante, dado el aumento de competitividad entre las economías que participan del comercio internacional, hoy por hoy es una práctica común que las empresas encuentren incentivos en aumentar la producción en otros países, generalmente de ingresos bajos, para luego exportar dicha producción. Además de deberse a los salarios bajos, esto se da porque los países de menores ingresos cuentan con instituciones más débiles, la contaminación perjudicial para la salud tiene un efecto menor en el desempeño de los agentes económicos pobres (medido en términos monetarios, como la pérdida de la capacidad de generar ingresos); y las externalidades ambientales, cuando se evalúan en términos de la disposición a pagar, tienden a tener un valor más bajo (Muradian, 2001).

Para poder entender esta problemática va a ser necesario analizarla desde la Economía Ambiental. Este campo se va a encargar de realizar valoraciones monetarias de los beneficios y costos ambientales, al mismo tiempo que estudia las diversas políticas para luego ofrecer la mejor solución al problema. Por lo tanto, va a ser útil para estudiar la internalización de las externalidades en los precios causados por el aumento en el nivel de contaminación. Sin embargo, esta no va a ser la única falla de mercado que va a estudiar, sino que también se va a interesar en la no rivalidad y la no exclusión, dos características importantes que presenta el riesgo al cambio climático. Esto va a ser de gran utilidad a la hora de determinar las consecuencias del aumento de la contaminación incorporada en el medio ambiente y la sostenibilidad del sistema.

3. Medioambiente como bien público

El calentamiento global se puede definir como el aumento, en el tiempo, de la temperatura media de la atmósfera terrestre y de los océanos. Este aumento de la temperatura se ocasiona cuando los GEI se acumulan en la atmósfera e impiden que el calor salga, simulando un invernadero. Las paredes de vidrio de un invernadero reducen el flujo de aire y aumentan la temperatura del aire en el interior. De manera análoga, pero a través de un proceso físico diferente, el efecto invernadero de la Tierra calienta la superficie del planeta (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007). Se postula que la temperatura ha aumentado desde finales del siglo XIX debido a la actividad humana y se predice, además, que las temperaturas continuarán subiendo en el futuro si continúan las emisiones de gases invernadero. Los datos de temperatura de la superficie terrestre y oceánica combinados promediados a nivel mundial, calculados mediante una tendencia lineal, muestran un calentamiento de 0,85° C, durante el período de 1880 a 2012 (IPCC, 2013). Además, de los años más calurosos de la historia, 19 se dieron luego del 2000 (NASA GISS, 2020).

Las emisiones de CO₂ por lo general son expresadas sobre la base de la producción de las mismas, es decir, se le imputa la contaminación al país que produjo el bien. Sin embargo,

este enfoque no tiene en cuenta el comercio internacional. Esto brinda la posibilidad de realizar un análisis sobre la base del consumo con el objetivo de encontrar patrones de contaminación no visibles cuando se analiza lo producido. Para calcular estas emisiones provocadas por el consumo, se debe ajustar a las emisiones para que estas tengan en cuenta el comercio con el exterior. Esto se realiza primero, identificando los bienes que se importan y calculando los gases de efecto invernadero que se emitieron en su producción y segundo substrayendo las emisiones que fueron originadas en la producción de las exportaciones.

Esto va a llevar a la existencia de países que actúan como exportadores netos de emisiones y otros países que tienen el rol de importadores netos. En un principio, suponemos, que esto va a depender de tanto los bienes que producen estos países como de las regulaciones que existen en los mismos. Siguiendo este pensamiento, a priori, la hipótesis sería que los países con una matriz productiva más contaminante y con regulaciones más permisivas van a tender a ser exportadores de emisiones, mientras que en los países más regulados, con procesos menos contaminantes van a ser importadores de emisiones.

Si el objetivo es generar una disminución permanente de las emisiones de gases de efecto invernadero, es de vital importancia focalizarse en los desplazamientos de las emisiones que se desarrollan por medio del comercio internacional. La contaminación es un fenómeno que, aunque de manera desigual, afecta a todos los países, por lo tanto es razonable que todas las naciones realicen esfuerzos para mitigar sus consecuencias. Esto nos abre la posibilidad de tomar al medioambiente como bien público.

Los esfuerzos para mitigar el cambio climático podrían ser considerados como un bien público, ya que los beneficios que generan dichos esfuerzos no son reflejados en los precios de mercado y porque el riesgo del cambio climático cumple con los principios de no rivalidad y de no exclusión. En primer lugar, la no rivalidad se va a dar ya que los resultados de mitigar el cambio climático logrados por un agente no van a variar para los demás agentes, todos se van a beneficiar de la misma manera. Segundo, no va a haber exclusión ya que no se va a poder excluir a nadie de las consecuencias tanto positivas como negativas que ocurran. Esto va a crear muy pocos incentivos a que se reduzcan las emisiones dentro de las fronteras nacionales ya que los países pueden actuar como *free riders* de los esfuerzos de los demás países.

Analizando la problemática desde la visión de un país exportador neto de emisiones como Argentina, se infiere que éste no va a tener la obligación de disminuir sus emisiones de gases ya que no va a sufrir ninguna consecuencia directa, sino que los problemas climáticos que generen estas exportaciones van a ser sufridos en todo el planeta. Por otro lado, los países que hayan ratificado un acuerdo internacional como por ejemplo el Acuerdo de París, van a tener incentivos a desplazar sus emisiones a otros países que tengan metas menos ambiciosas o países que no hayan ratificado el acuerdo (por ejemplo Estados Unidos antes del 2021). Sin embargo, el no cumplimiento de este acuerdo no contempla sanciones y las reducciones no se imponen desde afuera, sino que se impone dentro de la frontera del país donde se decide el objetivo de emisiones de gases de efecto invernadero. Esto quiere decir que, a fin de cuentas, las razones por las cuales los países disminuyen sus emisiones dependen principalmente de la voluntad de los gobernantes o de las presiones que estos tengan para lograr una reducción de las emisiones por parte de la población.

Es por esto que a continuación se va a optar por realizar los primeros pasos necesarios para obtener una estimación de la contaminación sobre la base del consumo, lo cual luego podría ser de utilidad para, en última instancia, determinar los términos de intercambio ambientales¹.

Con el propósito de adentrarnos en el análisis sobre la contaminación de las exportaciones agrícola-ganaderas, primero es importante explicar nociones básicas sobre el medioambiente y la contaminación y sobre su cálculo.

4. Introducción a la metodología sobre el cálculo de los GEI

Para alcanzar los objetivos planteados se analizarán distintas fuentes de datos sobre comercio internacional y emisiones. Para el análisis cualitativo, en cuanto a los efectos de la contaminación incorporada en el comercio, se tomará en cuenta los diversos trabajos señalados en el marco teórico.

Por el lado cuantitativo, la información que se utilizará para el análisis provendrá, principalmente, del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Argentina.

Un inventario de GEI contabiliza los gases emitidos y absorbidos de la atmósfera durante un período de tiempo determinado -en general un año calendario- para un territorio determinado (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Argentina, 2016).

Con la finalidad de proporcionar evaluaciones integrales del estado de los conocimientos científicos, técnicos y socioeconómicos sobre el cambio climático, en 1988 se creó el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). En 1996 se publicaron las primeras directrices metodológicas para la elaboración de inventarios nacionales de GEI conocidas como Directrices 1996 (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Argentina, 2016). Posteriormente el IPCC publicó las Directrices 2006, que incluyen fuentes y gases nuevos, así como actualizaciones de la metodología de cálculo, en base al avance alcanzado en el conocimiento científico y técnico desde la publicación de las primeras directrices (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Argentina, 2016). Dichas directrices tienen como objetivo estandarizar un modo de estimación de emisiones para que todos los inventarios de GEI de todos los países que son parte de la convención sean comparables (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2019).

Las guías de IPCC proveen una metodología de cálculo que en general se presenta con 3 niveles de complejidad:

- El nivel 1 es el método básico en el cual la desagregación de los datos necesarios es mínima. Se permiten implementar estadísticas nacionales y valores predeterminados provistos por las mismas directrices.
- El nivel 2 es el método intermedio en el cual se requiere información más detallada y valores predeterminados específicos.

¹ La metodología completa, la cual no va a poder ser desarrollada a lo largo de este trabajo por la magnitud de la misma, consistiría en estimar la contaminación incorporada en todas las exportaciones e importaciones argentinas para luego realizar un análisis bilateral de los términos de intercambio ambientales entre Argentina y sus socios comerciales. Finalmente, con la información obtenida en los pasos previos, sería posible definir el nivel de desigualdad en el intercambio ecológico existente en el comercio bilateral.

- El nivel 3 es el más exigente en cuanto a la complejidad y a los requisitos para los datos, parámetros y factores de emisión, los cuales deben ser valores locales específicos.

Se recomienda que las fuentes principales de emisiones del país se calculen empleando los niveles 2 y 3, siempre y cuando sea factible la obtención de los datos necesarios (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Argentina, 2016).

La estructura de cálculo general consiste en multiplicar dos factores:

- Un dato de actividad que define la magnitud de la actividad humana identificada como fuente de emisión (por ejemplo, la cantidad de combustible utilizado para combustión).
- Un factor de emisión, que es el parámetro que nos proporciona la cantidad de emisiones de GEI por unidad de actividad (proporcionados por las guías de IPCC).

Esta multiplicación va a dar como resultado las emisiones de GEI de la fuente de emisión (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Argentina, 2016).

Actualmente, los mayores causantes de los GEI son: el dióxido de carbono (CO₂) con un porcentaje del 72%, seguido por el metano (19%) y el óxido de nitrógeno (6%) (Olivier & Peters, 2020). Sus efectos, junto con los de otros impulsores antropogénicos, se han detectado en todo el sistema climático y son la causa dominante del calentamiento observado desde mediados del siglo XX (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2014). Con el objetivo de posibilitar el análisis, a lo largo del trabajo se unificará la unidad de cálculo de los gases de efecto invernadero utilizando la unidad de medida dióxido de carbono equivalente (CO₂e). Esta unidad se refiere al número de toneladas métricas de emisiones de CO₂ con el mismo potencial de calentamiento global que una tonelada métrica de otro gas de efecto invernadero. (United States Environmental Protection Agency , 2020).

Como se explicó en la Sección 3, las emisiones de GEI pueden ser expresadas sobre la base de la producción o del consumo. Por lo general lo van a ser sobre la base de la producción, los inventarios de emisiones de GEI van a ser un ejemplo de ello. En la siguiente sección se va a realizar una estimación de las exportaciones de las emisiones a lo largo del 2020², en Argentina, para el sector agrícola-ganadero, a partir del Inventario Nacional de GEI.

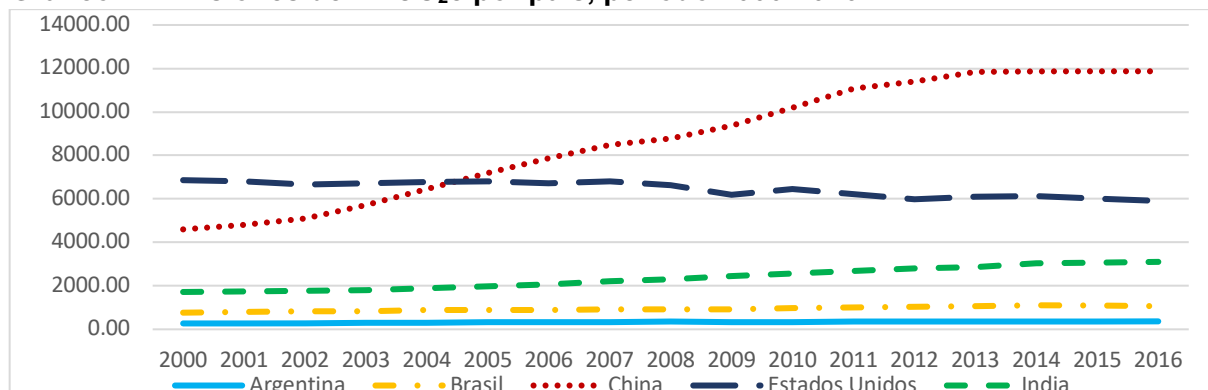
5. Contaminación Argentina hacia el mundo

Según el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Argentina, el inventario de emisiones de 2016 fue de 364,44 MtCO₂e. Las cuales se dividieron de la siguiente manera: el sector Energía emitió el 53,1% (193,51 MtCO₂e); el sector Agricultura, ganadería, silvicultura y otros usos de la tierra emitió el 37,2% (135,44 MtCO₂e); el sector Procesos industriales y uso de productos fue responsable del 5,5% (20,42 MtCO₂e); y por último el sector Residuos emitió el 4,2% (15,30 MtCO₂e). A continuación,

² Se seleccionó como año de análisis el 2020 principalmente porque es el último año para el cual se cuenta con información disponible. Aunque a primera vista, por la crisis del coronavirus, puede resultar distorsivo utilizar este año, la realidad demostró otra cosa. A pesar de los cierres generalizados en la economía para contener el contagio del virus, las actividades agrícola-ganaderas se consideraron actividades esenciales en nuestro país, lo cual disminuyó el impacto negativo. Esto permitió que los niveles de actividad, el nivel de empleo y las exportaciones se mantengan inalterados y que por lo tanto se puedan utilizar los datos de este año, al menos para el análisis que se desarrollará a lo largo de este trabajo.

se representa gráficamente las emisiones totales de Argentina en MtCO₂e en comparación con las emisiones de Estados Unidos, China, Brasil e India.

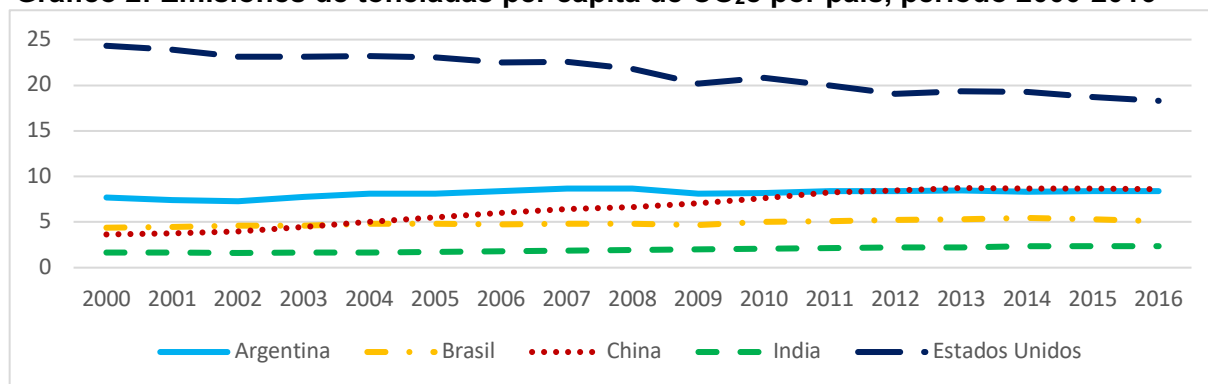
Grafico 1: Emisiones de MTCO₂e por país, período 2000-2016



Fuente: Elaboración propia con datos de Climate Analysis Indicators Tool (CAIT)³

Como se puede notar, las emisiones de Brasil y Argentina son muy bajas, comparando con los dos mayores contaminadores del mundo. No obstante, debido a sus niveles de desarrollo, las extensiones territoriales y los tamaños de las poblaciones, para poder encontrar a los países mas contaminantes, sería mas objetivo analizar la contaminación per cápita.

Grafico 2: Emisiones de toneladas per cápita de CO₂e por país, período 2000-2016



Elaboración propia con datos de Climate Analysis Indicators Tool (CAIT)

En este caso el panorama cambia. De estar último, Argentina pasa a ser tercero en contaminación en los países analizados, cuando se tiene en cuenta la contaminación per cápita de cada país. Esto quiere decir que nuestro país es mas contaminante en términos relativos a la población que en términos absolutos.

5.1 Análisis de la contaminación en las exportaciones agrícola-ganaderas en Argentina

Según la FAO, Argentina es el séptimo proveedor mundial de alimentos (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2018), logra este lugar al exportar el 70% de la

³ La Herramienta de indicadores de análisis climático (CAIT) es una herramienta de análisis de datos e información sobre el cambio climático global desarrollada por el World Resources Institute. CAIT proporciona una base de datos completa y comparable de datos de emisiones de gases de efecto invernadero (incluidas todas las fuentes y sumideros principales) y otros indicadores relevantes para el clima.

producción de cereales y oleaginosas (86 sobre 123 millones de toneladas producidas en 2016⁴) (Bolsa de Comercio de Rosario , 2017) y el 28,9% de su producción de carne vacuna, calculada como exportación sobre faena total en 2020 (CICCRA, Cámara de la industria y comercio de carnes y derivados de la República Argentina, 2020). Esto hace que Argentina ocupe el sexto lugar en la producción mundial de carne vacuna, que sea el segundo exportador de sorgo, de aceite y harina de girasol y el tercer exportador de maíz, poroto y aceite de soja (Bolsa de Comercio de Rosario , 2017). Además, cabe resaltar que Argentina es el mayor exportador mundial de harina y aceite de soja y de biodiesel. Es por esto que, mediante la exportación de materias primas, nuestro país va a concentrar un gran nivel de contaminación.

Nuestro objetivo en esta parte del trabajo va a ser calcular el peso de la contaminación del sector agrícola-ganadero en las exportaciones. Para lograr esto, primero debemos determinar la polución total que se produce en dicho sector. La tabla siguiente muestra la contaminación total del complejo agrícola-ganadero, partiendo del último Inventario Nacional de GEI realizado en el país en 2016:

Tabla 1: Composición y emisiones del sector agrícola ganadero en Argentina, en 2016

Composición	Emisiones en MtCO₂e
Tierra (tierra de cultivo y pastizales)	49,75
Ganado	55,97
Fuentes agregadas y fuentes de emisión no CO ₂ en la tierra	48,49
Transporte de Granos y Carne	9,7 ⁵
Combustibles utilizados en agricultura	3,44
Generación de electricidad en agricultura	0,38
Sector agroindustrial	18,97 ⁶
Residuos de sector agroindustrial	0,64
Total	187,34

Fuente: Elaboración propia con datos del Inventario Nacional de GEI del año 2016.

⁴ Se mantiene relativamente constante dicha proporción a lo largo de los últimos años (Bolsa de Comercio de Rosario, 2021).

⁵ Para el dato sobre los GEI del transporte de Granos y Carne se utilizó primero el Plan de Acción Nacional de Transporte y Cambio Climático⁵ elaborado en 2017, que establece que, en promedio, el 45% de las emisiones totales del sector Transporte son ocasionadas por los camiones. Después, se utilizó el Plan Federal de Transporte⁵, elaborado por el Ministerio del Interior y Transporte en 2015, según el cual del total de las cargas transportadas en camión (mineras, industriales, combustibles, etc.) el 33% corresponde a granos y el 10% a carnes. Es decir, que entre granos y carnes representan 43 de cada 100 toneladas equivalentes transportadas por camión en el país. Suponiendo que estas proporciones se mantuvieron constantes, se puede calcular que aproximadamente el 19,35% (45%*43%) de las contaminaciones del sector son generadas por el transporte de granos y carnes. Por último, transporte representa el 26% de las emisiones del sector energía, y el 19,35% del 26% equivale al 5,03%. Por lo tanto, el transporte de granos y carnes emite alrededor del 5% de los GEI del sector energía, lo que es lo mismo que 9,7 MtCO₂e.

⁶ En cuanto al sector agroindustrial, debido a la falta de desagregación de datos, se realizó una ponderación multiplicando el total de las emisiones del sector industria (71,06 MtCO₂e) por la participación del sector agroindustrial, el cual representa el 26,7% de la industria total. Se realizó el mismo procedimiento para los residuos del sector agroindustrial.

La emisión total aproximada del sector alimentos equivale a 187,34 MtCO₂e, lo que representa el 51,4% del total de emisiones de Argentina en el 2016. El rubro mas contaminante es el Ganado con 55,97 MtCO₂e, seguido de la tierra de cultivo y los pastizales. Sin embargo, como se planteó anteriormente no toda esta producción se exporta.

A continuación, se realizará un análisis de la contaminación de las exportaciones para 2020. Con el objetivo de simplificar el análisis, se tomará como supuesto que todas las partidas excepto por el sector Ganado se mantendrán sin cambios desde 2016 hasta 2020. Este no es un supuesto tan restrictivo ya que el rubro mas importante, las exportaciones de Granos, Aceites y Subproductos, variaron tan solo 3% (de 86,4 millones de toneladas en 2016 a 89,6 millones de toneladas en 2020) (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, 2021).

Tomando en cuenta los datos de exportación del 70% de la producción de cereales y oleaginosas y del 28,9% de la producción de carne vacuna en 2020 nombrados anteriormente, se puede obtener una estimación de las emisiones que son causadas por las exportaciones de tanto la actividad agrícola como la ganadera.

5.1.1 Sector Agrícola

El dato de la actividad agrícola se puede obtener primero sumando las emisiones del rubro Tierra (tierra de cultivo y pastizales) y las emisiones pertenecientes a la actividad agrícola que se encuentren dentro del rubro Fuentes agregadas y fuentes de emisión no CO₂⁷.

$$\begin{array}{rcl} \text{Tierra (tierra de cultivo y pastizales)} & \rightarrow & 49,75 \text{ MTCO}_2\text{e} \\ & & + \\ \text{Fuentes agregadas y fuentes de emisión no CO}_2 & \rightarrow & 22,21 \text{ MTCO}_2\text{e} \\ & & = \\ \text{Emisiones totales del sector agrícola} & \rightarrow & 71,96 \text{ MTCO}_2\text{e} \end{array}$$

Luego se debe multiplicar al total de las emisiones del sector agrícola (71,96 MtCO₂e) por 70%, ya que esta es la proporción de la cosecha que en promedio se exporta en un año ordinario, lo que da un total de 50,37 MtCO₂e.

5.1.2 Sector Ganadero

El caso del cálculo de la contaminación de las exportaciones de la actividad ganadera es más complejo, esto se debe a que sería incorrecto tomar la contaminación del ganado tan solo al año de análisis, ya que dicho resultado estaría sesgado por las vacas que no son exportadas en dicho período. Es por esto que, para llegar al número mas real posible, primero se debe encontrar cual es la contaminación pasada del ganado de exportación. Denominaremos a dicha contaminación de las exportaciones como “contaminación oculta” ya que no es tenida en cuenta en el Inventario Nacional de GEI.

⁷ A este valor se arriba sumando los segmentos Residuos de cosecha, Fertilizantes sintéticos, Mineralización de N₂ por pérdida de materia orgánica de suelos, Mineralización de N₂ por pérdida de materia orgánica de suelos y Cultivo de Arroz.

5.1.2.1 Ajuste de contaminación por fermentación entérica al 2020

El primer paso sería ajustar la polución con respecto al stock bovino. Dado que, a inicios del año 2020, según el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, existía un stock bovino de 54.460.790 cabezas de ganado (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, 2019), sería importante computar las emisiones de dicho ganado causadas por la fermentación entérica⁸ pasada que produjeron. En la división detallada del inventario de gases de efecto invernadero de 2016, de las emisiones totales de dicho año, 53,67 MtCO₂e fueron causadas por fermentación entérica. Asimismo, el stock bovino de dicho año fue 52.636.778 (Instituto de Promoción de la Carne Vacuna Argentina, 2018). Para llegar a una aproximación de las emisiones del stock bovino del 2020, se debe calcular la variación porcentual de la cantidad de cabezas de ganado y luego se debe multiplicar el resultado por las emisiones de metano por parte de las vacas en 2016.

$$\frac{(\text{Stock bovino}_{2020} - \text{Stock bovino}_{2016})}{\text{Stock bovino}_{2016}} \times 100 = \frac{(54.460.790 - 52.636.778)}{52.636.778} \times 100 = 3,46\%$$

$$3,46\% \times 53,67 \text{ MtCO}_2\text{e} = 1,86 \text{ MtCO}_2\text{e}$$

Por lo tanto, ajustando a la emisión en dicho rubro por la diferencia de cantidad de stock vacuno, se llega a un estimado de contaminación por fermentación entérica de 55,53MtCO₂e. Esto significa una emisión de 1,02 MtCO₂e cada 1 millón de vacas.

$$1,86 \text{ MtCO}_2\text{e} + 53,67 \text{ MtCO}_2\text{e} = 55,53 \text{ MtCO}_2\text{e}$$

5.1.2.2 Contaminación oculta del ganado

En segundo lugar, se debe obtener cual es el tiempo promedio de vida del ganado faenado, para poder calcular el total de emisiones de dicho stock por fermentación entérica a lo largo de su vida. Con datos de la faena del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca para 2020 se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 2: Total cabezas de ganado faenadas en Argentina, según su dentadura, período 2020.

Cantidad de dientes	Hembras	Machos	Edad estimada
2 dientes	2.968.214	4.601.366	1,9 años
4 dientes	1.073.437	1.711.928	2,5 años
6 dientes	654.961	875.885	3,5 años
8 dientes	1.752.511	353.123	4,4 años
Total	6.449.123	7.542.302	2,59 años

Fuente: Elaboración propia con datos del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca

⁸ Proceso que se genera durante la digestión del ganado vacuno, en el cual se emite el gas metano. Es considerado una de las fuentes mas grandes de emisiones de CO₂e en el mundo.

Suponiendo una edad de 1,9 años, 2,5 años, 3,5 años y 4,5 años para el ganado bovino de 2, 4, 6 y 8 dientes respectivamente⁹ (Ledic, 2011) y realizando un promedio ponderado se puede llegar a una edad de faena de 2,59 años en promedio. Lo que significa que antes de ser faenado, el animal va a emitir metano a la atmosfera durante ese tiempo. Siendo 1,019 MtCO₂e las emisiones por cada 1 millón de cabezas de ganado a lo largo de un año, la estimación de las emisiones del ganado durante dicho tiempo son las siguientes:

$$1,019 \text{ MtCO}_2\text{e} * 7,542 \text{ cabezas de ganado faenadas (en millones)} * 2,59 \text{ años} = 19,90 \text{ MtCO}_2\text{e}$$

Por último, para arribar a la contaminación oculta de las exportaciones de carne debemos multiplicar a este resultado por la proporción exportable de la faena total (28,9%) lo que arroja un resultado de 5,75 MtCO₂e.

5.1.2.3 Total de emisiones del sector ganadero

Finalmente, el total de emisiones de las exportaciones ganaderas se obtiene realizando ciertas operaciones matemáticas sencillas. Primero, se debe restar la fermentación entérica del total del rubro Ganado para evitar contabilizarla dos veces.

Rubro Ganado		→ 55,97 MtCO ₂ e
	-	
Fermentación entérica en el rubro Ganado		→ 53,67 MtCO ₂ e
	=	
Rubro ganado sin fermentación entérica		→ 2,34 MtCO ₂ e

A este número se le debe sumar las emisiones pertenecientes a la misma actividad que se encuentren fuera del rubro Ganado (dentro de Fuentes agregadas y fuentes de emisión no CO₂) las cuales equivalen a 23,7 MtCO₂e¹⁰.

Rubro ganado sin fermentación entérica		→ 2,34 MtCO ₂ e
	+	
Fuentes agregadas y fuentes de emisión no CO ₂		→ 23,7 MtCO ₂ e
	=	
Subtotal sin fermentación entérica		→ 26,04 MtCO ₂ e

Luego, al resultado de esta suma (26,04 MtCO₂e), se lo debe multiplicar por 28,9%, ya que esta es la proporción exportable dentro de la producción total. El resultado parcial, es igual a 7,52 MtCO₂e. En segundo lugar, se debe sumar a este número, la contaminación oculta del

⁹ Se tomó el promedio de edad entre precoces y tardíos con respecto a la erupción de los dientes incisivos definitivos

¹⁰ A este valor se arriba sumando los segmentos Ganadería de Carne, Ganadería de Leche y Otras Ganaderías dentro de Fuentes agregadas y fuentes de emisión no CO₂.

ganado exportable calculada en la sección 5.1.2.2, cuyo resultado es 5,75 MtCO₂e. Esto arroja un total de emisiones por exportaciones ganaderas de 13,27 MtCO₂e.

Subtotal sin fermentación entérica	→ 26,04 MtCO ₂ e
	+
Fermentación entérica ganado exportable	→ 23,7 MtCO ₂ e
	=
Total exportaciones en el sector ganadero	→ 13,27 MtCO ₂ e

5.1.3 Total emisiones de las exportaciones del Sector Agrícola y Ganadero

El total de emisiones de exportación agrícola-ganaderas para 2020 sería entonces igual a la suma entre la contaminación por exportaciones del sector agrícola obtenidas en la sección 5.1.1 (50,37 MtCO₂e) y el total de emisiones de las exportaciones del sector ganadero obtenidas en la sección 5.1.2.3 (13,27 MtCO₂e).

$$50,37 \text{ MtCO}_2\text{e} + 13,27 \text{ MtCO}_2\text{e} = 63,64 \text{ MtCO}_2\text{e}$$

Lo primero que se puede notar es una gran diferencia entre las emisiones de las exportaciones agrícolas con respecto a las ganaderas, esto se debe principalmente a que la cantidad exportada sobre el stock total de ganado (4%¹¹) es relativamente pequeña frente al 70% de la exportación de la producción de granos. Por lo tanto, solo una pequeña parte de las emisiones ganaderas, son tenidas en cuenta con esta metodología. Al tomar la producción total, las emisiones totales del sector ganadero son las que tienen mayor preponderancia dentro del sector Agricultura, ganadería, silvicultura y otros usos de la tierra en los inventarios de GEI elaborados por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación.

6. Comparación entre el sector agrícola y el ganadero

6.1 Divisas generadas en las exportaciones agrícolas y ganaderas

Según datos Instituto Nacional de Estadística y Censos de la República Argentina (INDEC), las exportaciones totales del sector agroindustrial (sector cerealero y sector oleaginoso) durante el 2020, generaron ingresos por 26.269 millones de dólares (“USD”) mientras que por las exportaciones del sector bovino ingresaron 4.370 millones de USD (INDEC, 2020). Estas, dentro de cada sector, se dividen de la siguiente manera¹².

¹¹ La cantidad de cabezas de ganado exportadas equivalen a 2.179.752 millones de cabezas de ganado, y el stock total en 2020 se mantuvo alrededor de las 54.460.790 cabezas, por lo que las exportaciones sobre el total de stock de ganado equivale a 4%

¹² Como se puede notar en la Tabla 1, el sector agroindustrial mediante los procesos industriales y transporte agregan una proporción significativa al total de emisiones agrícola ganaderas, sin embargo, por la falta de información y del desglose de datos no se va a considerar esa emisión de GEI en esta parte del trabajo.

**Tabla 3: Composición de las exportaciones agrícola-ganaderas de Argentina en 2020
(cifras en millones de US\$)**

Sector oleaginoso	16.730	100%
Harinas y pellets de soja	7.806	46,7%
Aceite de soja	3.894	23,3%
Porotos de soja	2.343	14,0%
Biodiésel	468	2,8%
Otras exportaciones de soja	353	2,1%
Complejo maní	1.073	6,4%
Complejo girasol	660	3,9%
Complejo olivícola	132	0,8%
Sector cerealero	9.539	100%
Complejo maicero	6.151	64,5%
Complejo triguero	2.471	25,9%
Complejo cebada	750	7,9%
Complejo arrocerero	167	1,8%
Total sector agroindustrial	26.269	
Sector bovino	4.370	100%
Carne bovina	3.043	69,6%
Cueros bovinos	325	7,4%
Complejo lácteo	1.002	22,9%

Fuente: Elaboración propia con datos del INDEC

Teniendo en cuenta que para 2020 las emisiones en las exportaciones del sector agrícola equivalieron a 50,37 MtCO₂e, que las emisiones totales del sector bovino fueron de 13,27 MtCO₂e y además, considerando que, según datos del INDEC, el primero generó 26.269 millones de USD y el segundo 4.370 millones de USD, se puede concluir lo siguiente:

- en el sector agrícola, por cada 1 tonelada de CO₂e que se emite a la atmosfera se generan 521 dólares mientras que,
- en el sector ganadero, por cada 1 tonelada de CO₂e ingresan 329 dólares al país.

Esto significa que el sector agrícola genera aproximadamente 37% más dólares por la misma cantidad de gases emitidos a la atmosfera¹³.

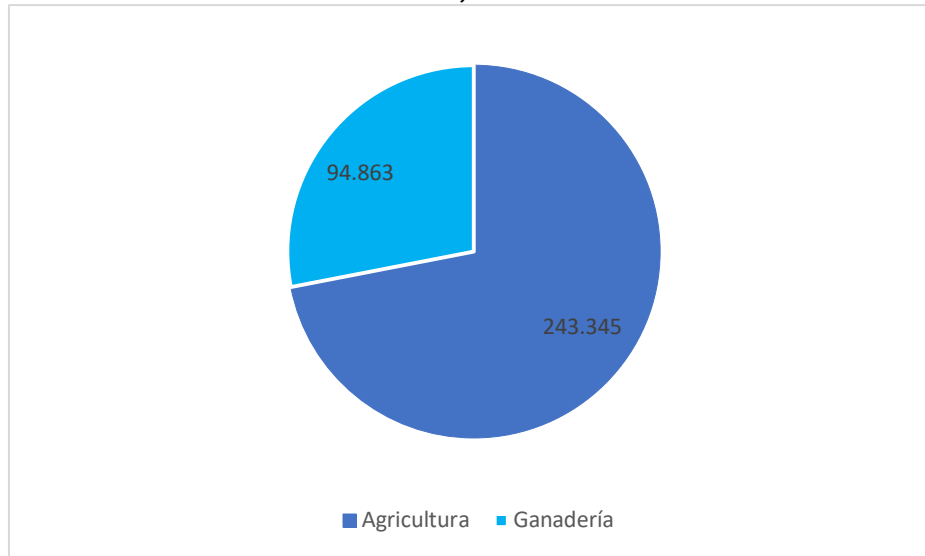
6.2 Empleo generado en la producción agrícola y ganadera

Continuando con nuestra comparación entre ambos sectores, es importante ver cuales son los niveles de contaminación teniendo en cuenta la cantidad de puestos de trabajos que generan.

En el siguiente gráfico se puede observar la cantidad de empleo directo y formal que genera el sector ganadero y el sector agrícola en el año 2020.

¹³ Calculado como $(521 - 329) / 521 = 0,368 \cdot 100 = 36,8\%$

Grafico 3: Empleo registrado del sector privado en el sector agrícola y ganadero, a nivel nacional, en 2020¹⁴.



Fuente: Elaboración propia con datos del Ministerio del Trabajo, Empleo y Seguridad Social

Se puede notar, en términos absolutos, que el sector agrícola es responsable de alrededor de 148 mil puestos de trabajo más que el sector ganadero. En términos de polución, cada 1 MtCO₂e emitidos a la atmosfera por parte del sector agrícola, se registraron 3381 puestos de trabajo, mientras que, en el sector ganadero, por cada 1 MtCO₂e existen 1190 trabajadores¹⁵.

7. Conclusiones

En la siguiente tabla se detallan los resultados obtenidos a lo largo del trabajo:

Tabla 4: Resultados finales

Sector	MtCO ₂ e absolutas	MtCO ₂ e en las X	USD absolutos (en millones)	Empleos absolutos	USD por tCO ₂ e	Empleos por MtCO ₂ e
Agrícola	71,96 ¹⁶	50,37	26.269	243,345	521 USD	3381
Ganadero	79,67 ¹⁷	13,27	4.370	94,863	329 USD	1190

Fuente: Elaboración propia

¹⁴ El trabajo agrícola esta formado por los trabajadores pertenecientes a las siguientes ramas: Cultivo de cereales, oleaginosas y forrajeras, Cultivo de hortalizas, legumbres, flores y plantas ornamentales, Cultivo de frutas -excepto vid para vinificar- y nueces, Cultivos industriales, de especias y de plantas aromáticas y medicinales, Producción de semillas y otras formas de propagación de cultivos agrícolas y por último Servicios agrícolas.

El trabajo ganadero esta formado por los trabajadores pertenecientes a las siguientes ramas: Cría de ganado y producción de leche, lana y pelos, Producción de granja y cría de animales, excepto ganado y Servicios pecuarios, excepto los veterinarios.

¹⁵ Estos valores no fueron calculados por las emisiones de las exportaciones ya que estamos tomando los puestos de trabajo en toda la cadena de producción y no solo los puestos de trabajo de los cuales dependen las exportaciones.

¹⁶ Total emisiones del sector agrícola calculadas como la suma de las emisiones del rubro Tierra (tierra de cultivo y pastizales) (49,75 MtCO₂e) y las secciones que pertenecen a la actividad agrícola dentro del rubro Fuentes agregadas y fuentes de emisión no CO₂ (22,21 MtCO₂e).

¹⁷ Total de emisiones del sector ganadero calculadas como la suma de las emisiones del rubro Ganado (55,97 MtCO₂e) y los segmentos Ganadería de Carne, Ganadería de Leche y Otras Ganaderías dentro de Fuentes agregadas y fuentes de emisión no CO₂ (23,7 MtCO₂e).

Observando los resultados obtenidos, se puede concluir que no solo la agricultura genera más dólares por tonelada de CO₂e sino que también es responsable de una mayor proporción de trabajadores empleados dentro de las fronteras del país en términos relativos a la contaminación.

A pesar que en la sección 3 (Medioambiente como bien público) se demostró por que actualmente no existen incentivos directos para disminuir la polución, tarde o temprano todos los países deberán lograr una disminución de las emisiones, ya que se espera que las presiones sociales y las catástrofes naturales se intensifiquen en el futuro cercano.

La manera de hacer esto en nuestro país sería optar por producción agrícola en los campos en los cuales ambas actividades sean perfectamente intercambiables entre sí. Esto no quiere decir que se debe priorizar siempre al sector agrícola antes que el sector ganadero, sino que el análisis sirve para arrojar un poco de claridad con respecto a las alternativas existentes para mejorar los términos de intercambio ambientales planteados en (Muradian, 2001).

Lo que está claro es que, desde el punto de vista ambiental y económico, sería importante que en Argentina se concientice más a los empresarios y dueños de los campos sobre las consecuencias nocivas de la contaminación en el ambiente y sobre los posibles beneficios de disminuir las emisiones de GEI.

8. Referencias bibliográficas

Andersson, J. L. (2001). Ecologically unsustainable trade. *Ecol. Econ.*

Antweiler, W. (1996). The Pollution Terms of Trade, *Economic Systems Research*, 8:4, 361-366.

Bolsa de Comercio de Rosario . (1 de 6 de 2017). Obtenido de https://camaracapym.com.ar/images/estudios/Argentina_como_productor_de_granos_Junio_2017_versin_hidrovia.pdf

Bolsa de Comercio de Rosario. (2021). Rosario: Dirección de Informaciones y Estudios Económicos de la Bolsa de Comercio de Rosario.

Cabeza-Gutés, M. M.-A. (2001). L'Echange Ecologiquement Inegal. . *Commerce International et Développement Soutenable, Economica*, . Paris: Damian, M., Graz, J.C. (Eds.).

CICCRA, Cámara de la industria y comercio de carnes y derivados de la República Argentina. (31 de 12 de 2020). Obtenido de http://www.ipcva.com.ar/files/ciccra/ciccra_2020_12.pdf

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (20 de 11 de 2018). Obtenido de <http://www.fao.org/3/ca4749en/ca4749en.pdf>

INDEC. (2020). Complejos exportadores. Buenos Aires.

Instituto de Promoción de la Carne Vacuna Argentina. (Junio de 2018). Obtenido de <http://www.ipcva.com.ar>:
http://www.ipcva.com.ar/documentos/1895_1533560760_informedefaenayproduccion2trimestre2018.pdf

Intergovernmental Panel on Climate Change . (2019). *INTRODUCTION TO NATIONAL GHG INVENTORIES*. Intergovernmental Panel on Climate Change .

- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2007). Obtenido de Fourth Assessment Report: https://archive.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/en/faq-1-3.html
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2014). *Climate Change 2014 Synthesis Report Summary for Policymakers Chapter*.
- IPCC. (2013). *Summary for Policymakers*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Ledic, I. L. (06 de 03 de 2011). *CRONOLOGÍA DENTARIA DE LOS BOVINOS*. Sitio Argentino de Producción Animal. Obtenido de <http://www.perulactea.com/2019/03/06/conoce-la-edad-de-las-vacas-por-su-dentadura/>
- Lee, H. &.-H. (1994). International Trade and the Transfer of Environmental Costs and Benefits.
- Martinez-Alier, J. O. (1996). Ecological economics and distributional conflicts. . *Getting Down to Earth. Practical Applications of Ecological Economics*. . Washington, DC: ISEE/Island Press.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. (31 de 12 de 2019). Obtenido de https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/bovinos/informacion_interes/informes/_archivos//000001=Series%20de%20stock%20bovino%20y%20mapas/000000_Stock/200508_Serie%20stock%20Bovina%20a%20Diciembre%202008-2020.pdf
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. (2021). *Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca*. Obtenido de https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/ss_mercados_agropecuarios/exportaciones/_archivos/000030_Embarques%20-%20Exportaciones%20de%20Granos,%20Aceites%20y%20Subproductos/000030_Por%20Puerto.php
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Argentina. (2016). *Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero*.
- Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. (2021). *Faena y producción de carne bovina Enero 2021*. Argentina: Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca.
- Muradian, R. &.-A. (2001). Embodied Pollution in Trade: Estimating the 'Environmental Load Displacement' of Industrialised Countries. . *Ecological Economics*.
- NASA GISS. (2020). *Global Climate Report*.
- Olivier, J., & Peters, J. (2020). Trends in global CO2 and total greenhouse gas emissions. PBL Netherlands Environmental Assessment Agency.
- Samuelson, P. A. (1954). The Pure Theory of Public Expenditure. (pág. 387). The Review of Economics and Statistics, Vol. 36, No. 4.
- UNESCO. (2016). *Informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo 2016: agua y empleo*. Paris.
- UNFCCC. (1992). *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*.
- United States Environmental Protection Agency . (2020). Obtenido de United States Environmental Protection Agency: <https://www.epa.gov/>

Fuente de datos utilizadas:

<https://stats.oecd.org/> - Estadísticas de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos

<https://inventariogei.ambiente.gob.ar/resultados> - Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero de Argentina

<https://ourworldindata.org/> - Our World in Data