



The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library

This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.

Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

AgEcon Search

<http://ageconsearch.umn.edu>

aesearch@umn.edu

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

No endorsement of AgEcon Search or its fundraising activities by the author(s) of the following work or their employer(s) is intended or implied.

EL CAMBIO CLIMÁTICO Y LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA FAMILIAR Y EMPRESARIAL EN AMÉRICA LATINA

Cartay, Rafael¹
Poveda, Eliana²
Buzetta, María Fernanda³

Recibido: 07-07-2022

Revisado: 04-11-2022

Aceptado: 05-11-2022

<https://doi.org/10.53766/Agroalim/2023.55.11>

RESUMEN

Una de las mayores preocupaciones actuales a escala mundial se refiere al calentamiento global del planeta causado por la emisión excesiva y continua de gases de efecto invernadero, cuyos efectos pueden ser revertidos procediendo al secuestro y mitigación del exceso de tales gases. El tratamiento del tema, utilizando el método deductivo y básicamente la investigación documental, de tipo descriptivo y comparativo, se ha dividido en dos partes. La primera de ellas trata sobre la evolución del modelo de producción de alimentos aplicado en la región latinoamericana y caribeña, considerando dos modos de producción distintos: la agricultura familiar campesina y la agricultura empresarial, cuyo uso de los factores de producción y –en consecuencia, sus comportamientos y resultados– afectan de manera diferente el medio ambiente. En la segunda parte se revisan, de manera comparativa, los efectos negativos de la aplicación de esos dos modos de producción. Se distingue aquí entre actividad agrícola y ganadera y las implicaciones de tales actividades sobre la satisfacción de las necesidades internas de alimentos, en correspondencia con los objetivos de mantener y/o aumentar los niveles de seguridad alimentaria de la población. Esta se caracteriza por presentar bajos índices de bienestar social y económico –por un lado– y por estar presionada por la necesidad de divisas en cuantía suficiente para financiar el desarrollo económico de los países de la región, sometidos a tantas carencias –por el otro–. Un mayor desajuste en la consecución de esos dos objetivos se reflejará, como lo ha venido históricamente haciendo, sobre la intensidad del cambio climático provocado a nivel regional, con sus consecuencias a nivel global en áreas críticas ambientales como la cuenca amazónica. Uno de los principales elementos diferenciales en los dos modos de producción

¹Economista (Universidad Central de Venezuela-UCV, Caracas); M.Sc. en Economía Agrícola (Colegio de Postgraduados, Chapingo, México/IICA-OEA, Turrialba, Costa Rica); Doctor en Économie et Droit des Pays Etrangères (Université de Paris I-Panthéon-Sorbonne, Francia). Profesor jubilado Universidad de Los Andes (Mérida, Venezuela) e investigador emérito del Centro de Investigaciones Agroalimentarias «Edgar Abreu Olivo» (CIAAL-EAO, FACES-ULA); Profesor-investigador de la Universidad Técnica de Manabí-UTM (Portoviejo, Manabí, Ecuador). *Dirección postal:* Universidad Técnica de Manabí. Av. Universitaria, Apdo. 82. Portoviejo, Manabí, Ecuador. *ORCID:* <https://orcid.org/0000-0002-5870-5658>. *Teléfono:* +593 0983348876; *e-mail:* rafaelcartay@hotmail.com

²Ingeniera en Administración de Empresas Turísticas (Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí-ULEAM, Ecuador); Especialista en Turismo Sostenible (Instituto de Educación Superior Huancayo-IESH, Perú); M.Sc. en Administración de Empresas (Universidad de Especialidades Espíritu Santo-UEES, Ecuador); Chef en Cocina Nacional (Escuela Gastronómica de Manabí-EGM, Ecuador). Docente de la Universidad Técnica de Manabí-UTM, Carrera de Administración de Empresas; Profesora Vicedecana de la carrera de Turismo, UTM, Portoviejo, Ecuador. *Dirección postal:* Universidad Técnica de Manabí. Av. Universitaria, Apdo. 82. Portoviejo, Manabí, Ecuador. *ORCID:* <https://orcid.org/0000-0002-1134-8083>. *Teléfono:* +593 984661899; *e-mail:* eliana.poveda@utm.edu.ec; elianapc2205@gmail.com

³Licenciada en Administración de Empresas Hoteleras (Universidad Tecnológica Equinoccial-UTE, Ecuador); Magister en Gerencia Turística (Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí-ULEAM, Ecuador); Estudiante de la Maestría en Food City Design (Università degli Studi di Parma-UNIPR, Italia). Docente de la Universidad Técnica de Manabí-UTM; Profesora Vicedecana de la carrera de Gastronomía, UTM, Portoviejo, Ecuador. *Dirección postal:* Universidad Técnica de Manabí. Av. Universitaria, Apdo. 82. Portoviejo, Manabí, Ecuador. *ORCID:* <https://orcid.org/0000-0003-0937-9654>. *Teléfono:* +593 984527346; *e-mail:* maria.buzetta@utm.edu.ec; fernandabuzetta@hotmail.com

examinados se refieren a la forma de cultivo que se aplica (modelos de monocultivo o de plantación de un rubro específico y los de policultivo o cultivos diversificados); la actividad cumplida (agricultura o ganadería), examinando sus efectos negativos sobre el medio ambiente; y, finalmente, mediante la revisión de las principales medidas de política pública y privada aplicadas en el sector primario (de carácter organizativo, tecnológico y agroecológico), desde una perspectiva del corto y largo plazo, para intentar mitigar los efectos del cambio climático.

Palabras clave: gases efecto invernadero, secuestro de gases, mitigación de gases, cambio climático, gases agricultura, gases ganadería, América latina

ABSTRACT

One of the greatest current concerns worldwide refers to the global warming of the planet caused by the excessive and continuous emission of greenhouse gases, whose effects could be reversed by sequestering and mitigating the excess of such gases. For treating this subject, the authors used the deductive method and a documentary, descriptive and comparative research. The article is divided into two parts. The first part deals with the evolution of the food production model applied in the Latin America and Caribbean region, considering two different modes of production: Peasant family agriculture and corporate-entrepreneur agriculture, whose objectives, use of production factors and, consequently, their behavior and results, are different, but affect the environment differently. The second part reviews, and compares the negative effects of the application of these two modes of production. We made a distinction between agricultural and livestock activities and their implications for the satisfaction of domestic food needs, according to the objectives of maintaining and/or increasing the population's food security levels. The population is characterized by low indices of social and economic well-being, on the one hand, and by being under pressure from the need for sufficient foreign exchange to finance the economic development of the countries of the region, which are subject to so many shortages, on the other. A greater imbalance in the achievement of these two objectives will be reflected, as it has been historically, in the intensity of climate change at the regional level, with its consequences for the global level in critical environmental areas such as the Amazon basin. One of the main differential elements in the two modes of production examined refers to the form of cultivation applied (monoculture models or sowing of a specific crop and those of polyculture or diversified crops); the activity developed (agricultural or livestock), examining its negative effects on the environment; and, finally, reviewing the main public and private policy measures applied in the primary sector (organizational, technological and agro-ecological), from a short- and long-term perspective, in order to mitigate the effects of climate change.

Key words: Greenhouse gases, gas sequestration, gas mitigation, climate change, agricultural gases, livestock gases, Latin America

RÉSUMÉ

L'une des plus grandes préoccupations actuelles dans le monde est le réchauffement de la planète provoqué par l'émission excessive et continue de gaz à effet de serre, dont les effets peuvent être inversés en séquestrant et en atténuant l'excès de ces gaz. Le sujet a été divisé en deux parties et il est abordé selon la méthode déductive au moyen d'une recherche documentaire de nature descriptive et comparative. La première partie porte sur l'évolution du modèle de production alimentaire appliqué dans la région d'Amérique latine et des Caraïbes, en considérant deux modes de production différents : l'agriculture familiale paysanne et l'agriculture d'entreprise, dont l'utilisation des facteurs de production et, par conséquent, le comportement et les résultats, affectent l'environnement de manière différente. Dans la deuxième partie, les effets négatifs de l'application de ces deux modes de production sont examinés de manière comparative. On distingue ici l'agriculture et l'élevage et les implications de ces activités pour la satisfaction des besoins alimentaires domestiques par rapport aux objectifs de maintien et/ou d'augmentation des niveaux de sécurité alimentaire de la population. Cette dernière se caractérise, d'une part, par les faibles niveaux de bien-être social et économique et, d'autre part, par la pression exercée par le besoin de disposer de suffisamment de devises pour financer le développement économique des pays de la région, soumis à tant de pénuries. Un décalage plus important dans la réalisation de ces deux objectifs se traduira, comme cela a été le cas historiquement, par l'intensité du changement climatique provoqué au niveau régional, avec ses conséquences au niveau mondial dans des zones environnementales critiques telles que le bassin amazonien. Parmi les principaux éléments différentiels des deux modes de production examinés il y a la forme de culture appliquée et leurs effets sur l'environnement comme par exemple, les modèles de monoculture, de plantation d'une culture spécifique, de polyculture ou de cultures diversifiées ainsi que le type d'activité exercée (agriculture ou élevage). L'article fait une révision des effets négatifs

ainsi come des principales mesures politiques publiques et privées appliquées dans le secteur primaire (organisationnelles, technologiques et agroécologiques), dans une perspective à court et à long terme, pour tenter d'atténuer les effets du changement climatique.

Mots-clés : gaz à effet de serre, séquestration des gaz, atténuation des gaz, changement climatique, gaz de l'agriculture, gaz du bétail, Amérique latine

RESUMO

O aquecimento global é uma das maiores preocupações atuais à escala mundial, o qual é causado pelas emissões contínuas e crescentes de gases efeito estufa, cujos efeitos podem ser revertidos a partir do sequestro e mitigação de seus impactos. A abordagem sobre o tema, utilizado o método dedutivo, investigação documental de tipo descritivo e comparativo, foi efetuada a partir de duas partes. Na primeira consta a análise sobre a evolução do modelo de produção de alimentos relativo à região latino-americana e caribenha, considerando os modos de produção distintos, quais sejam, a agricultura familiar campesina, de um lado, e a agricultura empresarial, de outro, cujo uso dos fatores de produção - e em consequência, seus comportamentos e resultados - afetam de maneira distinta o meio ambiente. Na segunda parte se revisa, de maneira comparativa, os efeitos negativos da aplicação de estes modos de produção. Se distingue entre atividade agrícola e pecuária e as implicações de tais atividades sobre a satisfação das necessidades internas de alimentos no sentido de atender aos objetivos de manter ou aumentar os níveis de segurança alimentar da população. Esta se caracteriza por apresentar baixos índices de bem-estar social e econômico - por um lado - e por estar pressionada pela necessidade de divisas em quantidade suficiente para financiar o desenvolvimento econômicos dos países da região, os quais se acham submetidos a tantas carências. Por outro lado, consta um maior desajuste no que tange à consecução destes dois objetivos, o qual refletirá, como historicamente vem sucedendo, sobre a intensidade da mudança climática produzida no âmbito regional, com seus impactos em nível global, em áreas ambientais críticas, como no caso da bacia Amazônia. Um dos principais elementos diferenciais nos modos de produção examinados se refere à forma de cultivo que se aplica (modelo de monocultivos ou de plantação de um gênero específico e os de policultivos ou cultivos diversificados). Isso inclui também a atividade desenvolvida (agricultura ou pecuária), sob o ponto de vista os efeitos negativos sobre o meio ambiente, a revisão das principais medidas de política pública aplicadas ao setor primário, de caráter organizacional, tecnológico e agroecológico, desde uma perspectiva de curto e longo prazo, bem como as iniciativas para mitigar os efeitos da mudança climática.

Palavras chaves: gases de efeito estufa, sequestro de gases, mitigação de gases, mudanças climáticas, clima, emissões agrícolas, emissões pecuárias, América Latina

1. INTRODUCCIÓN

Se entiende por cambio climático (CC, en adelante) el calentamiento global del planeta producido por el aumento en unos grados centígrados en la temperatura global promedio, como consecuencia de la emisión excesiva y continua de gases de efecto invernadero (GEI) a la atmósfera. Esos gases son, principalmente, tres: dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O). Lo relevante es que se carece de la capacidad humana para secuestrar esos altos niveles de gases y minimizar o mitigar sus efectos perjudiciales (Benavides y León, 2007; Useros, 2013; IPCC, 2014a, 2014b). Se sabe que la solución está en la reducción del nivel de emisión de los GEI y crear una capacidad eficiente para secuestrarlos (FAO,

2018); o, mejor dicho, un balance adecuado de las fuerzas de radiación, medidas en unidades de Watts por m^2 (Masson-Delmotte *et al.*, 2021; Barlasina, Carbajal y Condori, 2021).

Se trata por tanto de un balance entre la radiación solar que entra a la atmósfera y la radiación infrarroja que sale, regulando el incremento de la energía que aumenta la temperatura de la superficie de la tierra – provocando calentamiento – y el decrecimiento de la energía que produce enfriamiento (Masson-Delmotte *et al.*, 2021). A partir de la era industrial, desde 1750, las actividades humanas han influido más en el calentamiento del clima que los procesos de la propia naturaleza. Se sabe que para lograr ese balance

es necesario hacer cambios profundos en la actividad humana, en especial; a lo largo de la cadena productiva alimentaria. Se trata por tanto de adoptar –particularmente– cambios sobre el modo de producción, distribución y consumo de los alimentos, así como de otros objetos considerados indispensables para aumentar el bienestar humano y movilizar los recursos y transmitir información en los diferentes sistemas de comunicación (Banco Mundial, 2014; Masson-Delmotte *et al.*, 2021).

Este artículo se divide en dos partes. En la primera se caracteriza la evolución del desarrollo del modo de producción de los alimentos en América Latina y el Caribe. También se describe brevemente la transición de una agricultura de base campesina a otra de base empresarial y se identifican –además–, los efectos de estos dos tipos de agricultura sobre el nivel de las emisiones de GEI relacionados con el cambio climático. En la segunda parte se revisan las medidas públicas y privadas, a corto y largo plazo, que pueden contribuir a reducir los efectos negativos de la actividad agrícola sobre el cambio climático.

En este artículo utilizaremos un método mayormente deductivo, de tipo histórico, descriptivo, cualitativo, aplicando la técnica de investigación documental para la recolección de la información a analizar.

2. METODOLOGÍA

La investigación fue de tipo documental, en la que se analizó el desarrollo de la agricultura en América Latina y el Caribe y sus efectos sobre el cambio climático, a partir de la revisión de literatura publicada en revistas académicas indexadas, libros, trabajos de carácter profesional y otros materiales bibliográficos, donde se describió el estudio del fenómeno lo que permitirá desarrollar futuras investigaciones.

Los métodos utilizados fueron deductivo, histórico y descriptivo. Según Hernández *et al.*, (2010) y Rivadeneira (2015), los estudios descriptivos persiguen especificar propiedades, características y perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno sometido a un análisis. En este artículo se refiere a la situación particular, cuyo ámbito corresponde a América Latina. Las

técnicas utilizadas en el estudio fueron análisis documental y análisis de contenido.

3. RESULTADOS

3.1. BREVE CARACTERIZACIÓN DEL SECTOR AGROALIMENTARIO EN AMÉRICA LATINA

3.1.1. UNA MIRADA A LA PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

Las economías de los países de América Latina y el Caribe (ALC, en adelante) dependen –básicamente– de la producción de materias primas agropecuarias. Estas se destinan a satisfacer parcialmente –y muchas veces de manera precaria–, las necesidades de alimentos básicos para el mercado interno: por una parte, con la producción de pequeños y medianos productores campesinos; y, por la otra, al mercado externo, con la producción de medianos y grandes productores empresariales (FMI, 2011; CEPAL-FAO-IICA, 2021). En casi todos los ámbitos del sector primario de los países de ALC ocurre esta diferenciación del modo cómo se producen los alimentos. Es un modo de producción que opera no solamente desde el punto de vista de la producción, sino que muestra también diferencias notables en los comportamientos de la producción y de la productividad, en el acceso a los factores de producción (tierra, trabajo, capital y de recursos organizacionales), en la caracterización socioeconómica de los agentes productivos y de las unidades de producción y de su funcionamiento. El sector agropecuario que produce alimentos destinados para el mercado interno está conformado por un tipo de agricultura que se tipifica como agricultura familiar campesina (AFC), en tanto el que produce alimentos para la exportación es catalogado como agricultura empresarial (AE).

Los países de ALC son mayormente exportadores netos de alimentos. Pero también son, paradójicamente, importadores de alimentos (CEPAL-FAO-IICA, 2021), a veces en cantidades muy notables. Ello absorbe gran parte de los recursos de divisas que se hubieran podido dedicar al de la producción interna ya elevar la productividad en la agricultura, la ganadería, la pesca y la actividad forestal; o bien, a financiar al procesamiento agroindustrial de

tales productos, agregando valor y creando nuevos empleos e ingresos para una gran parte de la población subempleada y subpagada (Ocampo, 2021).

Los volúmenes y los valores de importación de alimentos son dramáticos en el caso de varios países en desarrollo, de vocación monoprodutora y exportadora de signo extractivista (petróleo o minerales), aquejados por la llamada «enfermedad holandesa». Este es el caso de países como Venezuela, muy dependiente de la renta petrolera, que promovió—por su elevado ingreso de la actividad petrolera—el abandono de la producción interna de alimentos; pero también el de los países caribeños, muy dependientes de la actividad turística, atendidos por una agricultura campesina de baja productividad. En cada uno de los subsectores de sector primario se observa—en general—el mismo comportamiento dual mencionado. Por una parte, hay un subsector de precario acceso a los factores de producción, de baja productividad y rentabilidad, que se orienta mayormente a satisfacer las necesidades de alimentos básicos en el mercado interno, concentrado en las tiendas de abastos y en los mercados públicos. Dicha oferta se orienta a las clases sociales de menor poder adquisitivo y con hábitos de compra al detal y de corto plazo, diario o a lo sumo semanal (FAO, 2017). Por otra parte, existe un subsector de mayor desarrollo empresarial, con acceso a factores de producción, que emplea elementos de biotecnología, presenta mayor productividad y destina su producción de alimentos a satisfacerlos requerimientos de un exigente comercio exterior —que pone las reglas de producción y de distribución—y a un mercado interno selectivo —es decir, de distribución de alimentos en las grandes superficies comerciales, y en los cuales se abastecen mayormente las clases económicas urbanas de mediano y alto poder adquisitivo—. En esos establecimientos también se distribuye gran parte de los productos alimentarios importados, que no son necesariamente de consumo básico.

Los comportamientos de los dos grandes grupos de compradores —y de consumidores— de alimentos son diferentes y tienen efectos

distintos sobre el aumento del cambio climático. En el primer caso, las pérdidas de alimentos son mayores —en algunos casos, por la falta de sistemas adecuados de conservación de alimentos y de su manipulación defectuosa—, si bien la ocurrencia de desperdicios de alimentos en la preparación doméstica es menor por la modalidad de compra y por la mayor utilización en el hogar de las partes de alimentos —por los bajos presupuestos familiares disponibles—. En el segundo caso, los sistemas de transporte y de conservación de los alimentos se hacen en los países industrializados en mejores condiciones de conservación. No obstante, se desechan muchos alimentos por razones estéticas —apariencia del producto y sus características organolépticas— y por descarte de alimentos no vendidos (FAO, 2019).

Los dos tipos de comportamientos de las actividades propias de los subsectores de la agricultura primaria tienen efectos distintos —de manera general— sobre las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), al igual que sus impactos sobre el cambio climático. Cada uno de ellos contribuye, en general a la intensificación de cambio climático. Pero no es lo mismo el impacto derivado de la agricultura que el de la ganadería, la pesca, la acuicultura o la actividad forestal —tanto de árboles maderables como no maderables—. A pesar de que el presente artículo se refiere mayormente al examen de la agricultura vegetal en sus dos modalidades AFC y AE, que será abordado con mayor detalle en la sección 3.2., en este epígrafe se incluyen unas breves consideraciones sobre el efecto de los comportamientos de los distintos subsectores sobre el cambio climático.

Se reconoce que casi la mitad de las emisiones de GEI del sector primario agrícola son responsabilidad de la actividad ganadera, bien sea por la actividad misma o porque gran

⁴ No obstante, de acuerdo con la Agencia de Protección Ambiental de EE.UU. (EPA, 2022), la agricultura fue responsable en 2020 de apenas 11% de las emisiones de GEI en ese país. Dentro de la categoría «ganadería», bovinos apenas representa el 2% del total de emisiones de GEI, siendo transporte (con 28,5%), generación de electricidad (con 28,4%) e industria (con 21,6%), los sectores más contaminantes.

parte de sus productos están asociados a la alimentación animal en forma de piensos, como sucede con los cultivos de cereales y forrajes⁴. Además, casi la totalidad de la producción animal va a la alimentación humana. La importancia de la ganadería –directa o indirectamente– en las sociedades actuales depende de cada país, de sus modos de producción y de sus hábitos de consumo, lo que incide sobre la estructura del comercio exterior. En España, por ejemplo, la mayor parte de las importaciones de alimentos están dominadas por cereales (trigo y maíz), productos pesqueros y lácteos (MAPA, 2022). Mientras que en las exportaciones destacan la carne de porcino, que se considera responsable en un 39% de la huella de carbono. Algunos productos como soja son importados para convertirlos en aceite y torta de soja, base para pienso de animales, y luego son exportados (idem).

En casi todas las investigaciones los productos de origen animal tienen un elevado peso en las emisiones de GEI relacionadas con la dieta (*e.g.*, López y Hernández, 2016; FAO, 2017, 2018, 2019). Un número importante de aquellas sugiere reducirla proporción del componente de carne de bovino (el que tiene el más alto índice de conversión por kilo de aumento del animal) en la dieta humana, recomendando sustituirla por el consumo de vegetales, tal como ocurre en las dietas mediterránea, vegetariana, vegana, paleo vegetariana –entre otras–, consideradas más saludables y favorables a la mitigación de emisiones de GEI.

En esta línea de trabajo, un grupo de investigadores del Reino Unido (Balmford *et al.*, 2019) compararon los impactos de cuatro sistemas de producción sobre la capacidad de emisión de GEI. Los sistemas de producción estudiados fueron el cultivo de trigo en Europa, la ganadería vacuna en América Latina, la producción de arroz en Asia y la producción láctea en Europa. Su objetivo estaba basado en una detallada revisión documental de investigaciones sobre el tópico, para comparar los costos ambientales en la producción de alimentos en relación con: i) las emisiones de GEI; ii) el uso del agua; iii) la filtración de nutrientes, en especial de nitrógeno y fósforo;

y, iv) la ocupación de la tierra. La investigación se centraba en dos aspectos: los niveles de producción intensiva y extensiva y la producción orgánica y comercial. Uno de los méritos de la investigación era haber tomado en cuenta las externalidades de las unidades de producción, midiendo los costos ambientales por unidad de producto y no por unidad de superficie (ha). Las conclusiones, con base en la revisión documental, se resumen así: i) muchos sistemas productivos de altos rendimientos presentan un menor costo ambiental y un menor uso de la tierra por unidad de producto cosechado; ii) los sistemas tradicionales de producción tienen menos externalidades por hectárea. Emiten menos GEI, pero son menos productivos por ha y requieren más tierra para producir; iii) en el caso de la producción de arroz en Asia, encontraron que el sistema tradicional tiene menor rendimiento, emplea nitrógeno del estiércol y provoca eutrofización del agua (es decir, un exceso de nutrientes). Por su parte, el sistema intensivo aplicado al cultivo del arroz tiene un mayor rendimiento, eutrófica también, usa nitrógeno sintético y emite menos emisiones de GEI por tonelada de arroz producida; iv) la producción de leche en sistemas orgánicos requiere al menos el doble de tierra que el sistema de producción convencional para producir un litro de leche. Concluyen en que todos los sistemas de producción lecheros una mayor producción de leche por unidad de superficie –en ha– conduce a una mayor eficiencia económica, biológica y ecológica; y, v) por último, concluyen que la producción ganadera en Europa es mayormente intensiva –con base en la estabulación, la alimentación con piensos/alimentos balanceados–, mientras que en América Latina la ganadería es mayormente extensiva, con mayor emisión de GEI, particularmente de metano (CH₄), baja productividad por animal y uso de grandes superficies de tierra.

No obstante, han surgido algunas críticas a esta investigación comparativa. Una es que los sistemas de producción intensivos –por su homogeneidad– atentan contra la biodiversidad, en especial contra la fauna. Otra crítica es que el estudio no tomó en cuenta la externalidad derivada del uso de

pesticidas químicos Otra es que la intensificación de la producción puede aumentar la presión sobre la tierra, afectando los paisajes naturales que quedan aún no explotados (Aguilera *et al.*, 2020; López y Hernández, 2016). Es notorio que la intensificación del cultivo de la soja en América del Sur y de la palma aceitera africana y en Indonesia, ha conllevado a la acumulación de capital y a la creación de una gran economía de aglomeración. Otros consideran que el punto clave está más bien referido a la demanda y no solo de la oferta. Recomendando, por tanto, reducir la comida que se desperdicia y se retira en proceso de procesamiento de alimentos en el hogar y en los restaurantes, al tiempo que propone una distribución más justa de lo que se produce –en especial, en los países en desarrollo en los que se incurre en altos costos de transporte y comercialización–. El desperdicio de alimentos es responsable en España de un 27% de alimentos en toda la cadena productiva. Eso significa –en términos absolutos– una tonelada de CO₂ per cápita al año y, aún más, porque el desperdicio de alimentos está infravalorado. Además, ese desperdicio no es ético en un mundo en el que hay más de 820 millones de hambrientos.

Por otra parte, de manera general se considera a la ganadería como la principal fuente de emisión de GEI en el agro, por sus emisiones de metano entérico, el manejo del estiércol y la producción de piensos. Por tal razón, para paliar sus impactos algunos especialistas recomiendan emplear dietas altas en granos, que reduzcan tanto la emisión de GEI como el tiempo y espacio que requieren estos animales de engorde para alcanzar el peso requerido para su comercialización (Gerber, Henderson y Makkar, 2013). No obstante, la realidad se comporta de otra manera. La producción de carne en el mundo se ha incrementado en un 40% desde el 2000, en tanto que la producción de leche hizo lo propio en un 50%. La FAO estimó en 2010 que la ganadería contribuye con un 14,5% de la emisión global de GEI de origen antropogénico, lo que hace difícil aplicar medidas de mitigación en ese subsector (Gerber, Steinfeld *et al.*, 2013; El País, 2022c). Y eso sin considerar los costos ambientales

derivados de la deforestación para ampliar la frontera agrícola.

Otros investigadores ponen el énfasis en estudiar el cambio climático en los puntos más calientes (*hot points*) de la cadena, es decir: el transporte de alimentos, el procesamiento, el envasado y embalaje, la comercialización, el consumo de alimentos en el hogar y en la gestión de los residuos.

El alimento, su producción, transporte, procesamiento y consumo representa un punto caliente en todo balance de emisiones de GEI en cualquier parte del mundo. La mayor parte corresponde el transporte interno de las mercancías por carretera, seguido –en el caso de Europa– por el transporte internacional por carretera y el transporte aéreo. En cuanto al procesamiento agroindustrial, la pérdida está determinada por la parte realmente aprovechable –que es pequeña en muchos productos–, lo que produce un alto volumen de desperdicios y pérdidas. En el envasado o embalaje se emplea mucho el transporte a granel o los envases reutilizables, teniendo en cuenta que el uso de los envases plásticos es nefasto para el cambio climático. En los aspectos de la comercialización se ha hecho un gran esfuerzo por estrechar la relación entre el productor y el consumidor final, acortando la cadena y promocionando el consumo del producto fresco, orgánico y de temporada. Muchos investigadores están de acuerdo en que el mayor volumen de emisiones se produce en el uso de la energía, es decir, en el transporte y en el hogar. En el hogar se produce un gran volumen de emisiones por el uso de refrigerantes (HFC) en la refrigeración y en proceso de cocción de los alimentos. También el nivel de desperdicios intencional de parte del alimento, por desconocimiento de los nutrientes de las partes no usualmente empleadas. La gestión de los residuos contribuye con un alto volumen de emisiones de GEI, especialmente en vertederos, donde la materia orgánica se descompone en condiciones anaeróbicas, generando un gran volumen de metano. El vertedero es una opción, pero con alto costos ambientales en comparación con el compostaje, que es una estrategia válida para secuestrar carbono. El

principal problema es la contaminación del suelo con metales pesados –como cadmio– y otros compuestos tóxicos (Masson-Delmotte *et al.*, 2021).

Algunos estudios como (*e.g.* Aguilera *et al.*, 2020; European Commission, 2019; Red Interamericana de Academias de Ciencias, 2017; Swingland *et al.*, 2002), examinan el balance de emisiones de GEI y la huella de carbono de los diferentes sistemas de producción agrícola, empleando el análisis del «ciclo de vida». En ellos se contabilizan las emisiones de GEI a todo lo largo de la cadena productiva, de abajo hacia arriba o de la «cuna hacia la tumba».

En este tipo de análisis se identificaron cuatro componentes: regadío, tracción, fertilización y balance de carbono en el suelo y la biomasa. En el caso del regadío, las mayores emisiones vienen de CH₄ en los cuerpos de agua, al pasar del uso de acequias al de embalses. El consumo energético del regadío aumenta cuando se emplean tecnologías de ahorro de agua (riego por goteo) y la captación de nuevos recursos hídricos por trasvases, pozos profundos y desalinizadoras. En el caso de la tracción, las emisiones vienen –menores que las de regadío– del paso de la tracción animal a la mecanizada, en especial por el consumo de combustible de los equipos agrícolas. En el caso de la fertilización, el aumento de las emisiones de GEI vienen del aporte de nitrógeno al suelo, que produce óxido nitroso (N₂O). En el caso del balance de carbono en el suelo y la biomasa, el desarrollo de cultivos leñosos, como cacao, café, frutales, ha beneficiado la concentración de carbón como biomasa viva que compensa las emisiones de gases.

En este punto es importante rescatar que en los sistemas agrícolas tradicionales el daño ambiental se reduce por el uso de tracción animal en la siembra y en el transporte de productos, por el uso de abonos orgánicos sólidos, por el cultivo en secano, el laboreo mínimo, los cultivos extensivos, el pequeño tamaño de la unidad, y por el policultivo. En estas actividades son menores las pérdidas de carbono en el suelo que en sistemas agrícolas modernos, en los que se utilizan la tracción mecanizada, fertilizantes sintéticos –mayormente nitrogenados–, sistemas de

regadío, monocultivo y producción intensiva a gran escala. En ese caso la productividad del cultivo es mayor, y si se aplica otro criterio, se encuentra que el volumen de emisión de GEI es menor por unidad de producto. Un sistema de regadío, por ejemplo, es en promedio tres veces más productivo que un cultivo de secano. Pero las emisiones por hectárea son unas cinco veces mayores que en el cultivo de secano. Por otra parte, el cultivo del arroz es uno de los mayores emisores de GEI por ha, seguido de los frutos secos. Estos, a pesar de su baja emisión comparativa, presenta muy baja productividad por ha. En contraste, las leguminosas son poco emisoras, porque fijan nitrógeno, requieren menos fertilizantes nitrogenados y porque favorecen una buena rotación de cultivos.

3.1.2. DE LA MARGINALIDAD DE LA AGRI CULTURA CAMPESINA AL AUGE DE LA AGRICULTURA EMPRESARIAL

Una de las viejas preocupaciones de la ciencia social aplicada al análisis de la agricultura es la de establecer una tipología de las diferentes organizaciones que hacen vida en el sector. Caracterizar al funcionamiento de la unidad de producción, para diferenciar las explotaciones agrícolas campesinas de las empresariales. Con tal fin se emplean varios criterios, como, por ejemplo, la relación de la organización productiva con el mercado; la escala de producción; el tamaño de la unidad de producción; el uso y cantidad de trabajadores asalariados; la facilidad de acceso a los recursos de tierra, mano de obra y capital; el ámbito en el que se desarrollan sus actividades, etcétera. Como resultado de estos estudios se distinguen dos grandes tipos de unidades de producción: la unidad agrícola familiar campesina, que es la expresión concreta de la agricultura familiar campesina (AFC), y la unidad agrícola empresarial, que define la agricultura de tipo empresarial (AE). Esa distinción es simple, pero útil para nuestro propósito: entender cómo actúan esos dos tipos de organizaciones y cuáles son sus efectos positivos y negativos sobre el cambio climático.

Echenique (2006) caracteriza a la AFC por varios elementos: i) el acceso limitado a recursos

de tierra y capital; ii) el uso predominante de la fuerza de trabajo de miembros de la familia; iii) la actividad productiva agrícola como la fuente principal de los ingresos de la familia campesina; y, iv) una marcada heterogeneidad en su articulación al mercado de productos y factores de producción. Un elemento distintivo es que la agricultura es la fuente principal de recursos, que puede ser complementada por otras actividades no propiamente agrícolas, como turismo rural, producción artesanal, procesamiento agroindustrial y el empleo de algún miembro de la familia como jornalero ocasional en otras unidades de producción.

Esa caracterización ha sido criticada por su ambigüedad conceptual (Maletta, 2011), pues no precisan el tamaño de la unidad de producción, ni el grado de participación de la familia en las actividades propias de su organización. Algunos estudios destacan, sin embargo, dos elementos que están siempre presentes. Uno es el trabajo familiar. El otro es la relación de la familia con la unidad productiva (Hervieu y Purseigle, 2011; Houtart y Alonso, 2018; Mundler y Rémy, 2012). Algunos investigadores como Ludena y Wong (2006) se basan en los aspectos relacionados con la mano de obra y su forma de contratación. Otros caracterizan a la AFC por: i) la relación flexible existente entre el trabajo familiar y la unidad productiva; ii) la relación de la unidad productiva con el mercado; y, iii) la presencia de formas «híbridas» de producción (Deléage, 2012; Martínez, 2013). Todas esas aproximaciones son muy útiles para la caracterización de la AFC. No obstante, para los propósitos de este trabajo, lo que interesa es describir el funcionamiento de la AFC para saber cómo afecta la emisión o no de GEI en los procesos de aceleración del CC, para luego identificar algunas medidas de política pública y privada que puedan ser recomendables para reducir la incidencia de tales efectos.

La agricultura campesina es un sistema de producción y de intercambio de productos agrícolas que se basa en el trabajo familiar, dirigido por el jefe o jefa de familia, con el fin principal de proveer la seguridad alimentaria de la familia a través del autoconsumo de los productos. Puede tener otros propósitos secundarios –como la de ofrecer sus productos

en el mercado– y puede hacerlo de manera individual, o de manera comunitaria o asociativa. En todo caso, se trata de pequeños productores que gestionan pequeñas o medianas unidades de producción, en muchos casos inferiores a cinco-diez hectáreas de extensión; que utilizan mayormente mano de obra familiar; que aplican sistemas de policultivo en la producción de una gran variedad de alimentos hortícolas y farináceos, como yuca, plátano, maíz, maní, frejol, caña de azúcar, ñame, ají, achiote, entre otros; y por la aplicación de conocimientos ancestrales, desde una cosmovisión respetuosa de la naturaleza, que resultan –por lo general– intervenciones amigables con la naturaleza. Por tal relación con la naturaleza, la FAO (2019) considera que la AFC es una solución de futuro, más productiva a largo plazo y menos destructiva del medio ambiente.

Algunos distinguen entre agricultura de subsistencia y agricultura mercantil incipiente. La primera es la que se realiza con mano de obra familiar y la producción se destina básicamente a satisfacer las necesidades alimentarias del grupo que la generó, al menos en un 50% la producción, y que utiliza al menos un 70% de los insumos locales (Córdova, 2009). En este caso, es importante tener en cuenta que en ese ámbito operan vínculos de solidaridad entre los miembros de la familia y de su descendencia, a través de filiaciones y alianzas matrimoniales, lo que es notorio particularmente en comunidades indígenas, tanto andinas como amazónicas. La segunda, operando a un nivel de escaso uso de recursos como capital, se realiza en comunidades que tienen una relación mayor con el mercado. De tal manera que la parte excedentaria de producción de alimentos que excede el autoconsumo, es ofrecida en el mercado para obtener algunos ingresos monetarios que le permitan adquirir a la familia campesina algunas mercancías que no producen –tales como fideos, azúcar, sal, arroz, aceite– y algunos implementos de trabajo. En este caso, la agricultura mercantil incipiente no supera su condición de actividad productiva campesina, porque no alcanza un nivel adecuado de organización, de acumulación de capital y de tecnología.

El sistema de AFC ha evolucionado en el tiempo, si bien ha conservado una relación muy limitada con respecto al mercado –es decir, a los requerimientos externos a su ámbito comunitario– y sus lazos con el trabajo familiar. Existe desde tiempos prehispánicos, basándose entonces en la economía del don, el trueque y el tributo. No obstante, ha venido modificándose y perdiendo su importancia en su papel como organización productiva. Se ha cuestionado en muchas oportunidades su poca eficiencia productiva, utilizando en el análisis exclusivamente criterios de rentabilidad económica, sin tomar en cuenta otros criterios ecológicos y sociales que ahora tienen más vigencia: el mantenimiento de los ecosistemas, la preservación y ampliación de la biodiversidad y su contribución a una alimentación saludable y regular. Se ha asociado la AFC solo a la baja productividad de sus cultivos, sin tener en cuenta que –a pesar de su precariedad en cuanto a la propiedad de la tierra y su limitado acceso al agua y al financiamiento– satisface al nivel de los países de América Latina una alta proporción de la demanda interna de alimentos. Refiriéndose –por ejemplo– al caso del Ecuador, Martínez (2013) señala que el 84% de los pequeños agricultores controla apenas el 20% de las tierras agrícolas del país; y, sin embargo, produce más del 70% de los alimentos que consumen los ecuatorianos, que encuentran mayormente en los mercados públicos y las ventas ambulantes de alimentos y no en los grandes supermercados.

En los inicios del desarrollo del capitalismo comercial –entre los siglos XVI y XX– y en los ámbitos coloniales, los grupos dominantes establecieron en las colonias de América, África y Asia el sistema de plantaciones, que constituyó un sistema agrario latifundista, de integración vertical, de uso intensivo en mano de obra y de producción asociada al comercio exterior. El objetivo era producir en gran escala y satisfacer la creciente demanda en rubros como caña de azúcar, cacao, café, té, algodón, tabaco, banano. Eran extensos sistemas de monocultivo, con el uso de mano de obra esclavizada y luego subpagada, en condiciones de severa explotación (Martner, 1976; Serrano y Monzote, 2013).

De esa manera se fue conformando la génesis de lo que luego se llamaría la agricultura empresarial, controlada por grandes firmas multinacionales, de producción en gran escala y vinculada al mercado internacional (Bisang, Anlló y Campi, 2009).

Ese proceso de conversión fue relativamente lento, aún en los países de mayor desarrollo agrícola relativo. No fue sino a partir de mediados del siglo XX cuando comenzó la intensificación de la agricultura empresarial (AE) en América Latina, en otras condiciones: creciente empleo de innovaciones tecnológicas y de biotecnología, elevados requerimientos de capital, participación creciente del capital financiero, reorganización del trabajo y de la producción a escala ampliada. En países de gran desarrollo agrícola –como Argentina– la verdadera penetración del capital en el agro y la incorporación de los productores locales más exitosos a circuitos agrícolas globales, asociados a la noción de complejos agroindustriales, se produjo claramente a partir de la década de 1980. Este desarrollo se vio favorecido por una serie de cambios institucionales, políticos, económicos y financieros. También se observan, internamente, las consecuencias de la imposición de ese modelo: la fuerte concentración de la propiedad de la tierra, una gran concentración productiva y aumentos en la producción y de la productividad, la expansión de la frontera agrícola. Algunos cultivos, como la soja, la palma aceitera, el trigo, y el crecimiento de grandes hatos ganaderos, se convirtieron en los productos emblemáticos del nuevo modelo de agricultura empresarial. Pero este avance se logró a expensas de grandes costos ambientales, empezando por la deforestación de vastas zonas hasta entonces poco explotadas. En la Amazonía aún se recordaba, como un caso excepcional, la explotación de la mano de obra indígena por los barones del caucho. Sin embargo, ahora, comparativamente se queda pálida ante la voracidad y la capacidad de destrucción ambiental que muestran los grandes «complejos agroindustriales».

La manifestación más clara de lo que se puede llamar la gran agricultura empresarial se produjo a partir de la década de 1950 con el surgimiento de la llamada revolución verde (Lara-Calderón y Aguilera, 2022), considerada

entonces un «milagro» en la agricultura. Ese cambio espectacular en la producción y la productividad fue el resultado de la aplicación de los avances en la investigación agrícola que permitieron la siembra de semillas mejoradas, complementada con el uso obligatorio de grandes dosis de fertilizantes químicos y de pesticidas, aplicados en la producción agrícola en gran escala y de manera mecanizada. Esa combinación produjo el «milagro». Y lo fue. El rendimiento en la producción de trigo pasó de 750 kg/ha a 3.200 kg/ha (Blanco, 2021). En la revolución verde se privilegió la selección genética de nuevas variedades para obtener excelentes resultados, pero hacía imprescindible la complementación con el empleo del riego, el uso de tractores (cuya operación requiere de un tamaño mínimo de la unidad de producción) y de agroquímicos de todo tipo: fertilizantes, pesticidas, herbicidas.

A la revolución verde de la década de 1950 le siguió otra revolución a partir de la de 1990, que unió la biotecnología con la ingeniería agrícola y llevó a la creación de organismos genéticamente modificados (OGM), conocidos como transgénicos –principalmente en maíz y soja–. Detrás de esos avances «espectaculares», que condenaron a la ruina a los pequeños y medianos productores con poco dinero para costear las innovaciones, estaba una bien urdida asociación entre intereses políticos y económicos que terminaron por apropiarse de las grandes ganancias del negocio agrícola, especialmente en cultivos que sirven de base para la producción de piensos para animales. Simultáneamente estaban también vinculados con grandes cadenas de alimentos para humanos y para la crianza animal –pollos, cerdos y ganado vacuno– e intereses en la industria farmacéutica. Por una parte, ser «progresista» en la agricultura consistía en transformar la agricultura tradicional en cliente de insumos agrícolas, promoviendo su desaparición o marginación del negocio; y, por la otra, concentrar el negocio de los agroquímicos, de las semillas certificadas y de la biotecnología en no más de una decena de grandes empresas multinacionales, entre las cuales figura de manera destacada la empresa Monsanto (Ceccon, 2008; Reboratti, 2010; Segreles, 2005).

3.1.3. COMPARACIÓN DE LOS DOS TIPOS DE AGRICULTURA EN RELACIÓN CON EL CAMBIO CLIMÁTICO

Antes de examinar el impacto de la actividad agrícola en los dos tipos de agricultura, es importante hacer –de manera sencilla y breve, algunas consideraciones teóricas para comprender la diferencia entre los dos comportamientos productivos y sus impactos.

La radiación solar llega a la superficie de la tierra, que está formada por suelos, aguas y bosques y la calienta. Esa radiación solar se devolvería a la atmósfera en forma de rayos infrarrojos, enfriándose la superficie, si no hubiera nada que retuviera el calor. Ese es el papel jugado por los gases atmosféricos, como el CO₂, el más importante entre ellos. La estructura molecular del CO₂ absorbe calor y lo retiene, lo que es necesario para la vida en el planeta, para conseguir una temperatura promedio global de 15 °C. El efecto invernadero se llama así porque en un invernadero la temperatura es mayor en el interior que en el exterior de la estructura. Así, el CO₂ retiene el calor y evita que la Tierra se enfríe a una temperatura promedio global de cerca de -30° C, lo que limitaría la vida en ella. El CO₂ ayuda al balance entre la radiación que recibe la tierra y la que emite. Ese equilibrio radiactivo (*radiative forcing*) es indispensable para estabilizar el clima y asegurar la vida en la Tierra. De allí que el efecto invernadero sea necesario, pero solo cuando es controlado. A ese control contribuyen los GEI y el efecto invernadero. Pero, en exceso, las emisiones de GEI provocan cambios profundos en el clima, calentando la temperatura promedio global (El País, 2022c; Benavides y León, 2007).

El principal gas de efecto invernadero en la atmósfera es el dióxido de carbono, que actúa como un elemento regulador de la temperatura de la superficie de la Tierra. El CO₂ es un componente natural del aire y es parte integral del ciclo de carbono, que es intercambiado entre las aguas de los océanos, los suelos, las rocas y la biosfera de la Tierra. Este ciclo es la vía por el cual el carbono es reciclado a la biosfera, lo que es indispensable para la existencia de ésta. La biosfera es la capa de agua, tierra y delgada de aire donde ocurre la vida, y se desarrollan los seres vivos. En la

biosfera se producen dos importantes procesos interrelacionados: la fotosíntesis y la respiración celular, que son fundamentos para la vida (idem).

La fotosíntesis es cumplida por las plantas usando la energía solar, el CO_2 atmosférico y el vapor de agua. La finalidad del proceso es la síntesis de los carbohidratos, que son la fuente primaria de energía en la cadena trófica. La cadena trófica es el proceso de transferencia de sustancias nutritivas –materia orgánica y energía– a través de los diferentes seres vivos para asegurar la supervivencia (Aguayo, Peralta, Lama y Soltero, 2011). Ese es un proceso natural. En la fotosíntesis las plantas captan el CO_2 de la atmósfera para crear azúcares o carbohidratos, almacenándolo en forma de biomasa, que varía entre el 45 y 50% del peso seco de la planta. El CO_2 secuestrado por las plantas es la diferencia entre el CO_2 absorbido durante la fotosíntesis y el CO_2 emitido, cumpliendo un papel de mitigador del CO_2 atmosférico. La deforestación tiene un doble efecto: al deforestar se libera CO_2 a la atmósfera, y el suelo deforestado deja de cumplir su papel de secuestrar CO_2 . Las vastas aguas de los océanos contienen 50 veces más CO_2 que la atmósfera (Kunzig, 2021). De allí el valioso papel que juegan los océanos como sumideros del CO_2 adicional generado por la actividad humana (Olivares, 2022).

Por su parte, la respiración celular es un proceso (que puede ser en presencia de oxígeno, aeróbicamente, o en su ausencia, anaeróbicamente), por el cual un organismo descompone la glucosa para que la célula pueda utilizarla como fuente de energía, formando ATP, trifosfato de adenosina, que se encarga de transportar la energía en los seres vivos. En la respiración celular, la glucosa y el oxígeno reaccionan creando ATP, liberando agua y CO_2 . Lo contrario de la fotosíntesis. Los humanos requerimos oxígeno para que las células lleven a cabo la respiración celular. La vida depende de estos dos procesos: la fotosíntesis requiere CO_2 para liberar oxígeno, y la respiración celular requiere oxígeno para liberar CO_2 . La fotosíntesis produce glucosa ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$), que es usada en la respiración celular para producir el trifosfato de adenosina (ATP). Ambas, fotosíntesis y respiración celular forman el ciclo

del carbono, que es la forma por el cual el CO_2 es reciclado en la atmósfera. Ese intercambio entre CO_2 y O_2 ayuda a mantener estable sus niveles en la atmósfera (Margulis y Sagan, 2008; Azcón y Talón, 2008).

Ese balance se había producido a un ritmo «normal» durante miles de años, porque se contaba solo con la emisión de GEI derivados de procesos naturales, como las variaciones en la órbita de la Tierra alrededor del Sol, los ciclos en la actividad solar, las erupciones volcánicas que expulsan polvo y gases a la atmósfera, las variaciones en la cantidad de vapor de agua. Pero desde 1750, cuando comenzó el desarrollo de la industria –período conocido como la Revolución Industrial–, se agregaron las actividades humanas a los procesos naturales como generadores de GEI a la atmósfera y se aceleró el proceso de cambio climático, agravándose hasta el punto de convertirse en una amenaza para la vida en el planeta. Para ilustrar el punto, véanse dos ejemplos: i) entre 1900 y 1970 la temperatura promedio del aire en la superficie terrestre aumentó en un 1 °C. Parece poco, pero ese ritmo es superior al de 7.000 años atrás; ii) apenas durante un período de sesenta años, entre 1950 y 2010, se emitió un volumen mayor de GEI por acción antrópica que el que se produjo en la Tierra entre 5.000 a 20.000 años (Jacobson, 2007; Kunzig, 2021; Marleix, 1958).

A partir de esos conceptos básicos, el paso siguiente es analizar los impactos sobre el calentamiento global del planeta de las dos modalidades de agricultura: familiar campesina (AFC) y la empresarial (AE). La AFC tiene varios elementos característicos: i) se trata de organizaciones campesinas que emplean factores de producción muy limitados en el recurso tierra (pequeñas unidades con superficies menores de cinco hectáreas, por lo general). Un estudio de FAO (2019), que excluye a los países del Cono Sur, establece que el tamaño promedio de la unidad de explotación en la región es de 2,5 ha; ii) la AFC absorbe una gran parte de la mano de obra disponible en las zonas rurales. Este mismo estudio señala que 8 de cada 10 explotaciones agrícolas se inscriben en la categoría AFC. Su pequeño tamaño es compensado por el número de explotaciones. Esto las hace muy

importantes, porque son –en conjunto– responsables del 57 al 67% de la producción de alimentos en la región latinoamericana y caribeña y demás de 60 millones de empleos en toda la región; iii) la AFC presenta limitaciones de acceso a los factores de producción y presenta baja productividad comparativa, pero actúa como un elemento clave para salvaguardar la biodiversidad y el medio ambiente, así como para promover sistemas alimentarios sostenibles, saludables y resilientes, hasta el punto de que puede constituir una estrategia eficiente para alcanzar una dieta alimentaria saludable y sostenible; y, iv) la baja productividad de la AFC le ha creado una mala fama, asociándola a la pobreza, a la desnutrición y a la resistencia al cambio. Es cierto que –desafortunadamente– no todos los tipos de AFC podrán alcanzar un nivel satisfactorio de rentabilidad económica, lo que las desfavorece pues se menosprecian sus aportes a la economía familiar, su contribución a la seguridad alimentaria de la familia campesina y sus servicios ecosistémicos diversos y valiosos para preservar el medio ambiente (Robles, 2016; Carmagnani, 2009; Namdar-Irani, Sotomayor, Rodríguez, Rodríguez y Wander, 2020).

En las AFC se halla una gran variedad en cuanto a las formas de articularse al mercado, que van desde las más precarias –denominadas por Echenique (2006) llama «de subsistencia»–, hasta otras más estables y con cierta capacidad de adaptación a los cambios. Las de subsistencia tienden a desaparecer con el tiempo, convirtiéndose sus propietarios desfavorecidos en jornaleros de otras explotaciones, en un proceso de creciente salarización. De allí que solo podrán tener posibilidades de sobrevivir aquellas AFC que estén en proceso de consolidación o que ya estén consolidadas con cierto acceso al capital, la tecnología y al mercado, de tal manera que puedan capitalizar los recursos productivos y desarrollar su unidad productiva (Howden *et al.*, 2007; Namdar-Irani *et al.*, 2020; Schneider y Escher, 2014).

Pocas investigaciones reflejan los efectos sociales y ambientales derivados de la AFC (Howden *et al.*, 2007). Para valorizarla como es debido, la AFC debe ser evaluada de manera integral y adaptada a contextos actuales,

haciendo prevalecer la sostenibilidad y la ética ambiental, así como sus servicios a la seguridad alimentaria y sus contribuciones al bienestar social campesino. Y tendrían que cambiar las percepciones comunes sobre la AFC. Se han realizado pocas investigaciones que asocien el modelo productivo de la AFC con el desarrollo de las cocinas regionales. Una cocina regional de calidad es aquella que emplea ingredientes frescos, de temporada, con trazabilidad comprobada y de proximidad, productos que pueden ser provistos por la AFC.

Las explotaciones de AFC son –en síntesis–, generalmente pequeñas en tamaño, intensivas en el uso de mano de obra familiar –aunque es amenazada por el éxodo rural-urbano, y en particular por la emigración de los más jóvenes hacia la ciudad–, de baja tecnología y de baja productividad y producción. A pesar de sus grandes problemas, estas unidades de producción sustentan gran parte de la demanda de productos tradicionales y frutas, frescos y de temporada. Lo hacen en sistemas amigables con el medio ambiente: sistemas de policultivo –chacra, chagra o conuco–, con escaso o ningún uso de fertilizantes químicos ni plaguicidas, sin riego –en general son explotaciones de secano o con sistemas de riego sencillos por gravedad–, usando semillas que los propios productores seleccionan de las cosechas anteriores no certificadas y vendiendo parcialmente su producción en mercados cercanos. Los alimentos producidos en la AFC son más seguros nutricionalmente, porque usan poco o ningún agroquímico por la carencia de capital y, además, ocasionan menor impacto ambiental. Algunas veces emplean rotación de cultivos, o de laboreo mínimo o de barbecho, dejando descansar la tierra para la reposición de sus nutrientes. No hay expansión de la frontera agrícola, porque no tienen acceso a más tierras y solo se puede crecer por compra de pequeñas parcelas vecinas o por asociatividad. Sus impactos ambientales no son tan grandes, porque usan pocos insumos químicos, no emplean tractores, ni tampoco combustibles fósiles. Su deforestación ocurrió una sola vez, al inicio, al establecer el área de cultivo; y se hizo con sistemas de tala y quema, que contaminaron –es cierto– el medio

ambiente con sus emisiones de CO₂ (Altieri *et al.*, 2021; Altieri y Nicholls, 2008).

La AE es diametralmente opuesta a la AFC. Las principales características, de lo que pudiera llamarse una AE tipo, son las siguientes: i) corresponde a unidades de explotación de gran superficie, con tendencia a la acumulación y a la concentración; ii) se trata de sistemas de monocultivo o de cultivos monoespecíficos; iii) son unidades de gran volumen de producción y de gran productividad, resultantes de la aplicación intensiva de insumos químicos: fertilizantes sintéticos, plaguicidas herbicidas, fungicidas; iv) son unidades con uso intensivo de factores de producción: tierra y capital; v) utilizan alta tecnología en la producción, que absorbe –por tanto– relativamente menos mano de obra; vi) está controlada por el gran capital, tanto extranjero como en alianza con grandes empresas nacionales; vii) por el modo de producción aplicado causa severos daños ambientales, con pocos servicios sistémicos; viii) su producción se orienta mayormente a la exportación y, en menor proporción, a la satisfacción del mercado interno de gran superficie; ix) está asociada al gran capital nacional y/o multinacional. Las grandes empresas productoras son las mismas que controlan una gran parte del comercio internacional de algunos productos transados internacionalmente y son las empresas que controlan, además, la producción de las semillas certificadas de esos cultivos y la fabricación y distribución de los insumos químicos; x) la biotecnología agrícola requiere de una altísima inversión de capital, controlado generalmente por la empresa privada que –además– controla el mercado de tales productos; y, xi) cultiva productos transgénicos, que se dedican principalmente a la elaboración de alimentos para animales, que –además– también controlan las empresas vinculadas a la AE.

Para evaluar la totalidad y complejidad de los impactos ambientales positivos y negativos de los dos tipos de agricultura –AFC y AE– se comparan acá sus características básicas. Pero hay que ir más allá de la comparación del sistema de policultivo de la AFC con el del monocultivo de la AE; o de la utilización de mano de obra familiar en el caso de la AFC y

mano de obra asalariada en la AE; o del bajo uso de capital en cada tipo de agricultura, lo que se refleja en los procesos de mecanización y de empleo de agroquímicos y que tiene repercusiones sobre la condición de saludable o no que tenga el producto obtenido; o de la utilización de un paquete tecnológico más completo y avanzado en la AE en relación con la AFC y que se expresa en una mayor productividad, dando primacía a criterios exclusivamente económicos por encima de razones de índole ambiental y de bienestar social de los productores.

Para una mejor comprensión de los dos tipos de agricultura y de sus efectos positivos o negativos sobre el medio ambiente, habría que incorporar otros elementos en el análisis. Serían aspectos que se relacionen con la intensidad o extensividad, actividades que generan mayor cantidad y tipo de emisiones de GEI, vinculación con el gran capital; o, y este punto es crucial, la mayor o menor transferencia de los impactos ambientales por la vía del comercio internacional.

La penetración del capital en el agro es evidente en el caso de la AE, en la que la actividad se integra con los circuitos globales a partir de la noción de «complejos agroindustriales». Es similar a lo que ocurrió, por ejemplo, en Argentina a partir de 1980 con el desarrollo de cultivos de cereales –trigo y maíz– y de oleaginosas. Fue esta una transformación favorecida por cambios productivos, institucionales, tecnológicos y financieros. Es un nuevo modelo productivo argentino basado en el empleo de biotecnología, la innovación tecnológica intensiva, elevados requerimientos de capital, la participación creciente del capital financiero y, en general, la reorganización del trabajo y de la producción. Es así mismo el caso del cultivo de la soja en Argentina y Brasil, que estimuló la concentración productiva en áreas de gran tamaño, el aumento del volumen de producción y de la productividad (Bisang *et al.*, 2009; Gras, 2013; Piñero, 2009; Reboratti, 2010).

En la AFC lo que destaca no es el capital financiero, sino el capital representado por el conocimiento local ancestral en climas, semillas, suelos, flora y fauna local y de prácticas agrícolas de bajo costo económico y de mínimo

consumo energético. Todos ellos son aplicados dentro de un modelo agropecuario sostenible, en el que emplean energías y recursos locales, se practica el policultivo, se minimiza la aplicación de fertilizantes y de plaguicidas químicos, se usa la rotación de cultivos y se emplean sistemas como los agro-silvo-pastoriles.

La AFC tiene más ventajas que la AE desde el punto de vista medioambiental. Según José Luis Porcuna, presidente fundador del Instituto de Agricultura Ecológica y Sostenible (FIAES) de España, la AFC retiene más carbono, crea paisaje con valor estético, produce productos más saludables y diversos, y de cercanía para satisfacer un espectro más amplio de las necesidades alimentarias de consumo humano (La Vanguardia, 2019).

En cuanto al punto relacionado con la transferencia de los impactos del sector agrícola a través del comercio internacional debe notarse, siguiendo a Hong *et al.* (2022), que el comercio internacional separa espacialmente la producción, la exportación y el consumo de los bienes del impacto ambiental. Esto se debe a que no resulta lo mismo producir un bien que tenga efectos medioambientales en el país que lo produce y en el país que lo consume, tras ser intermediado por el comercio internacional, un hecho que no es casi estudiado y pasa desapercibido para muchos analistas. Además, los precios de muchos alimentos –por debajo de los reales– no reflejan el verdadero costo en que incurre la sociedad para producirlos, a menos que se incorporen los costos ambientales involucrados. En la práctica estos bajos precios constituyen estímulos a la producción no sostenible.

Hong *et al.* (2022) aplicaron un modelo multirregional de entrada/salida para estudiar los impactos de las emisiones de GEI de la agricultura y el cambio de uso de la tierra. Con ese fin estimaron las externalidades de las emisiones para evaluar las emisiones de uso de la tierra al nivel global, para el comercio mundial entre 2004 y 2017. Encontraron que anualmente el 27% de las emisiones del uso de la tierra y el 22% de la tierra agrícola en relación con los productos agrícolas estudiados, los de mayor peso en la estructura del comercio exterior, están relacionados. Cerca de las $\frac{3}{4}$ partes de las

emisiones registradas provienen del cambio en el uso de la tierra con las mayores transferencias de los países de menores ingresos grandes exportadores agrícolas –como Brasil, Indonesia y Argentina– a los países más industrializados que les importan esos productos –como Europa, Estados Unidos, China–, constatando una migración o transferencia de los impactos ambientales de unos países a otros. En su estudio, los autores señalan que la proporción del uso de la tierra incorporado en el comercio internacional en el lapso 2004-2017 es comparable a la proporción relativa del comercio internacional de emisiones de combustibles fósiles. Pero en estos casos los países industrializados se «ahorran» los inconvenientes directos del impacto medioambiental, que sufren por completo los países agroexportadores pobres al producir esos *commodities*.

3.2. ALGUNAS MEDIDAS PARA ATENUAR LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

El gran desafío para productores, consumidores, ambientalistas, investigadores y gobiernos estriba en cómo conjugarlos objetivos de seguridad alimentaria con los de conservación ambiental, ya que para lograr una producción agropecuaria sostenible se necesita un balance adecuado entre metas sociales, económicas y ambientales. El problema del cambio climático reside –básicamente– en el hecho de que existe un alto volumen de emisiones de GEI resultantes de la acción humana y de que no se ha hecho efectivo la capacidad para secuestrar esos gases, reduciendo sus efectos negativos. De tal manera que hay, básicamente, medidas control de emisiones –mitigación– y medidas para reducirlos impactos, el riesgo de daño y la vulnerabilidad –adaptación–. Con tal propósito se han puesto en práctica, a diferentes niveles que van desde lo local hasta lo global, medidas de mitigación de carácter público y medidas de carácter privado, que se relacionan con los aspectos tecnológicos y agroecológico (Aguilera *et al.*, 2020).

El precio de producción de un producto debe cubrir todos los costos en que se incurra, incluidos los costos ambientales y de bienestar animal. De tal manera que debe haber un

equilibrio entre los diferentes eslabones de la cadena, una negociación entre iguales. Lo que no es fácil, pues hay eslabones—como la gran distribución— que imponen sus condiciones a los productores. En este caso particular, por estrategias de marketing de la propia empresa o grupo vende en ocasiones alimentos a la baja, e incluso a pérdidas. Esa estrategia, buena para la promoción de la gran cadena de distribución, atenta contra los pequeños y medianos productores que no pueden aprovechar las economías de escala. Pero las cosas están cambiando, aunque lentamente. Hoy importa un poco más de dónde viene la comida: hay más conciencia del alimento inocuo, natural y respetuoso del ambiente. En los estantes se encuentran productos de calidad, saludables y producidos de manera sostenible, junto con otros que son producidos deforestando bosques, explotando trabajadores extranjeros ilegales, contaminando ecosistemas. Por tal razón se discute sobre la posibilidad de que los precios de los alimentos que provoquen mayor daño ambiental sean gravados con un impuesto ambiental progresivo (Lorenzo, 2016). Y si se produjeran alza en el precio de los alimentos, se podrían aplicar medidas fiscales que promuevan una política redistributiva.

Una de las nuevas visiones sobre este tema es propugnada por algunos ministros europeos. Se trata de la llamada «cláusula espejo», que consiste en aplicar las mismas exigencias de respeto y ética medioambiental que se impone al producto producido internamente, en la Unión Europea, a los productos importados de países con una legislación más laxa y proclive al amiguismo y a prácticas abusivas. Tales exigencias comienzan por intentar reducir la huella ecológica de lo que se produce y se consume, creando una conciencia de consumo responsable ambientalmente al consumidor. En este caso, se da prioridad a la compra de vegetales de temporada y de proximidad (El País, 2022b).

Por su parte, entre las medidas tecnológicas se encuentran ciertos progresos en el ámbito de la fertilización de los cultivos, como los fertilizantes de acción controlada, o avances en la microbiología del suelo, en nuevas variedades de cultivo y mejorar la tecnología de riego, con

el fin de reducir el volumen de las emisiones de uno o varios contaminantes.

Luego, entre las medidas agroecológicas se han empleado algunos recursos internos del sistema agrícola para mejorar el mantenimiento de la fertilidad del suelo y el control de plagas y enfermedades, empleando prácticas como las cubiertas vegetales, la rotación de cultivo, la incorporación al suelo de los residuos de cultivo el uso de especies leguminosas en la rotación de cultivos, aumentar la eficiencia en el uso de agua y su desalinización, reducir el uso de abonos químicos y de plaguicidas y zoonosarios. Otra medida es la de emplear cadenas productivas cortas, reduciendo la distancia entre el campo de cultivo y la mesa del restaurante y del consumidor (Barbero y Tornquist, 2012). En la actividad de silvicultura, que llaman silvicultura adaptativa, se recomienda establecer bosques heterogéneos, formados por diferentes especies y con edades, tamaños y estructura diferentes para aumentar su fortaleza, reducir su vulnerabilidad, conservar su integridad estructural y promover su regeneración natural (El País, 2022a).

En el caso de las emisiones de GEI causadas por la producción de muchos productos que se exportan de países agroexportadores pobres a países importadores ricos, es necesario aplicar un tratamiento especial para reducir esas externalidades, que dependen de la mejora de la transparencia de las cadenas de suministros y de los sistemas de registros de las emisiones. Hong *et al.* (2022) indican que las políticas que incorporan externalidades ambientales pueden ayudar a ampliar la noción de ventaja comparativa, contribuyendo también a reducir los incentivos para que las empresas exportadoras de alimentos transfieran al extranjero prácticas ambientales destructivas.

Al analizar por subsectores, se observa que la contribución de la agricultura a las emisiones de GEI es muy alta, por la extensa superficie terrestre que ocupa, por la importancia relativa de la agricultura en el PIB y por las condiciones medioambientales y climáticas en las que opera, en especial, por orden de importancia, de CO₂, CH₄ y N₂O (López y Hernández, 2016; Swingland *et al.*, 2002). En el caso de la ganadería bovina se han ensayado algunas

soluciones, no exentas de trabas para su aplicación efectiva. Una es la de reducir el plantel ganadero, junto al consumo de carnes por parte de la población, argumentando que la actividad ganadera es una de las que más emite emisiones de GEI –tanto de carbono, como de metano y óxido nitroso– y de agua y de materias primas por kilo producido que cualquier otro alimento. La reducción del consumo de carne implicaría un cambio en los patrones de consumo y la aplicación de un programa de reeducación nutricional, lo que equivaldría a cambiar a mediano y largo plazo la percepción que los consumidores tienen sobre el valor proteínico de que goza dicho alimento y sus potenciales efectos negativos para la salud. Otra medida puede ser la de establecer un impuesto sobre el consumo de la carne, que compense en cierta medida su elevado costo ambiental.

Una medida alternativa es que se encuentren productos sucedáneos de la carne, lo que actualmente se está haciendo, aunque sin grandes resultados. En efecto, se ensaya un sucedáneo de la carne elaborado con plantas cultivadas a partir de células extraídas de animales y reproducidas en biorreactores, tal como lo hace el Good Food Institute. La compañía Redefine Meat ofrece filetes que recrean la textura y el sabor de la carne empleando materias primas como soya, guisantes, remolacha y aceite de coco, reproduciéndolos con impresoras 3D. Otros recurren a la reproducción de proteínas por fermentación, utilizando microbios que transforman residuos agrícolas. Todos esos esfuerzos se alinean en los procesos llamados «carne cultivada», que intentan reducir la huella de carbono. Esta «carne cultivada» se obtiene mediante células precursoras de las fibras musculares –miosatélites o miocitos– (OpenMind BBVA, 2021; El País, 2022c). No obstante, se trata de soluciones que resultan, hoy, más caras y aún menos saludables que la carne de bovinos. Hay algunos trabajos que insisten en que es posible lograr una ganadería rentable aplicando sistemas ganaderos pastoriles (Becona *et al.*, 2014; Modernel, Astigarraga y Picasso, 2013) o con un mejor manejo del pastoreo como ha sucedido en Uruguay, que presenta una imagen positiva (DIEA, 2013).

4. CONCLUSIONES

El desarrollo de la agricultura en América Latina y el Caribe ha tenido una connotación muy particular en relación con el medio ambiente, visto desde dos enfoques: la agricultura familiar campesina y la agricultura de tipo empresarial.

La agricultura familiar campesina constituye un modo de producción y de intercambio de alimentos que se basa en la operación de pequeñas unidades de producción, que utiliza baja inversión de capital y es intensiva en el uso de la mano de obra familiar. Se fundamenta en el policultivo y, a pesar de que es de baja productividad por hectárea, satisface más de la mitad de la demanda de alimentos al nivel nacional. Y aunque afecta al medio ambiente, con un alto volumen de emisiones de GEI, su impacto es relativamente bajo en comparación con la agricultura empresarial. Uno de sus grandes aportes es su contribución a la satisfacción de la seguridad alimentaria de las familias campesinas, dedicando –sin embargo–, un pequeño excedente de producción para atender al mercado.

La agricultura empresarial corresponde a un modo de producción integrado por grandes unidades de producción, que aplican sistemas de monocultivo específico y un uso intensivo de agroquímicos. Este modo de producción orienta su producción al mercado de exportación y es una importante fuente de divisas en los países de la región, aunque producen fuertes impactos sobre el medio ambiente, tanto en la agricultura como en la ganadería bovina –esta última particularmente severa en sus daños medioambientales–.

El gran reto de la producción de alimentos en América Latina y el Caribe es conjugar los objetivos de producción, que permitan atender a la seguridad alimentaria de poblaciones vulnerables, en tanto que se logre aumentar el nivel de las divisas necesarias para financiar el desarrollo interno. Con ese propósito es crucial aplicar medidas de política pública y privada que permitan obtener un balance satisfactorio entre los comportamientos de los dos modelos de producción de alimentos; procurando aumentar la producción de alimentos y

materias primas, pero reduciendo al mínimo los daños ocasionados al medio ambiente. Es necesario, en esta línea de acción, lograr que el costo de producción del producto cubra todos los costos en que realmente se incurre, incluyendo los costos ambientales y de mejoramiento del bienestar. Así mismo, es necesario reducir la huella de carbono –y de otros GEI de lo que se produce, comercializa y consume–, induciendo un comportamiento y una conciencia responsable tanto del productor como del consumidor, para reducir los impactos sobre el medio ambiente y contribuir –así– a desacelerar los efectos negativos del cambio climático global.

REFERENCIAS

- Aguayo, F., Peralta, M. E., Lama, J. R., y Soltero, V. M. (2011). *Ecodiseño. Ingeniería Sostenible de la Cuna a la Cuna (C2C)*. Madrid, España: RC Libros.
- Aguilera, E., Piñero, P., Infante-Amate, J., González de Molina, M., Lassaletta, L., y Sanz-Cobeña, A. (2020). *Emisiones de gases de efecto invernadero en el sistema agroalimentario y huella de carbono de la alimentación en España*. Madrid, España: CEIGRAM. Recuperado de <https://ceigram.upm.es/wp-content/uploads/2021/06/GEI-SAA-Ceigram-mayo-2021.pdf>
- Altieri, M. A., & Nicholls, C. (2008). Los impactos del cambio climático sobre las comunidades campesinas y de agricultores tradicionales y sus respuestas adaptativas. *Agroecología*, 3, 7-24. Recuperado de <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/95471>
- Altieri, M. A., Nicholls, C., Astier, M., Henao, A., e Infante, A. (13 de julio de 2021). Documentando la evidencia en agroecología: Una perspectiva latinoamericana. Colombia: Centro Latinoamericano de Investigaciones Agroecológicas-CELIA, Boletín Científico Nº 5. Recuperado de <http://celia.agroeco.org/wp-content/uploads/2021/07/Evidencias-agroecologicas-CELIA-Boletin-5.pdf>
- Azcón Bieto, J., y Talón Cubillo, M. (coord.) (2008). *Fundamentos de fisiología vegetal*. Madrid, España: McGraw-Hill Interamericana-Universitat de Barcelona, Servicio de Publicaciones.
- Banco Mundial. (2014). *Agricultura: Resultados del sector*. Washington, DC: World Bank. Recuperado de <https://www.bancomundial.org/es/results/2013/04/15/agriculture-results-profile>
- Balmford, A., Tstsuya, A., Chadwick, D., Edwards, D., Field, R., y Garnsworthy, P. (2019). The environmental costs and benefits of high-yield farming. *Nature Sustainability*, 1(9), 477-485.
- Barbero, J. A., y Tornquist, R. R. (2012). Transporte y cambio climático: hacia un desarrollo sostenible y de bajo carbono. *Revista Transporte y Territorio*, (6), 8-26. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=333027352004>
- Barlasina, M. E., Carbajal Benítez, G., y Condori, L. F. (2021). *Boletín Gases de Efecto Invernadero. Año 2021*. Buenos Aires, Argentina: Dirección Central de Monitoreo del Clima, Dirección Nacional de Ciencia e Innovación en la Producción y Servicios, Servicio Meteorológico Nacional.
- Becona, G., Astigarraga, L., & Picasso, V. D. (2014). Greenhouse gas emissions of beef cow-calf grazing systems in Uruguay. *Sustainable Agriculture Research*, 3(2), 89-105. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.230526>
- Benavides Ballesteros, H. O., y León Aristizábal, G. E. (2007). *Información técnica sobre gases de efecto invernadero y el cambio climático*. Bogotá, Colombia: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales-IDEAM, Subdirección de Meteorología. Recuperado de <http://www.ideam.gov.co/documents/21021/21138/Gases+de+Efecto+Invernadero+y+el+Cambio+Climatico.pdf>
- Bisang, R., Anlló, G., y Campi, M. (2009). Capítulo 10: Organización del agro. La transición de un modelo de integración vertical a las redes de producción agrícolas. En L. G. Greca y C. Flood (Eds.), *El crecimiento de la agricultura argentina. Medio siglo de logros y desafíos*. Buenos Aires, Argentina: Editorial de la FAUBA.

- Blanco Villacorta, M. W. (2021). La revolución verde: mitos y verdades caso Bolivia. *Aphapi*, 7(1), 2213-2218. Recuperado de http://www.revistasbolivianas.ciencia.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-03042021000100011&lng=pt&nrm=iso
- Carmagnani, M. (2009). La agricultura familiar en América Latina. Problemas del Desarrollo. *Revista Latinoamericana de Economía*, 39(153), 11-56. <https://doi.org/10.22201/iiec.20078951e.2008.153.7720>
- Ceccon, E. (2008). La revolución verde: Tragedia en dos actos. *Ciencias*, 1(91), 21-29. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/644/64411463004.pdf>
- CEPAL-FAO-IICA (Comisión Económica para América Latina y el Caribe-Food and Agriculture Organization- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). (2021). *Perspectivas de la agricultura y del desarrollo rural en las Américas. Una mirada hacia América Latina y el Caribe*. San José, Costa Rica: IICA.
- Córdova Aguilar, H. (2009). *El Perú y sus recursos. Una mirada desde la geografía económica*. Lima, Perú: Lima, Asamblea Nacional de Rectores-Surco.
- Deléage, E. (2012). Les paysans dans la modernité. *Revue Française de Socio-Économie*, 9(1), 117-131. Recuperado de https://www.cairn-int.info/article-E_RFSE_009_0117—peasants-in-modernity.htm
- DIEA (Sistema Estadístico Nacional, Estadísticas Agropecuarias). (2013). *Anuario Estadístico de DIEA 2013*. Montevideo, Uruguay: Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Recuperado de <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/comunicacion/publicaciones/anuario-estadistico-diea-2013>
- Echenique, J. (2006). *Importancia de la agricultura familiar campesina en América Latina y el Caribe. Políticas para la Agricultura Familiar en América Latina y el Caribe*. Santiago, Chile: FAO, Bloque Comercio FAO/BID.
- El País. (2022a). Árboles resistentes al cambio climático | Clima y Medio Ambiente. <https://elpais.com/clima-y-medio-ambiente/2022-03-22/arboles-resistentes-al-cambio-climatico.html>
- El País. (2022b). El debate de la alimentación. Cambio climático. *El País* [edición digital]. Recuperado de <https://elpais.com/clima-y-medio-ambiente/cambio-climatico/>
- El País. (2022c). Noticias del día 26 de enero de 2022. *El País* [edición digital]. Recuperado de <https://elpais.com/hemeroteca/2022-01-26/>
- EPA (United States Environmental Protection Agency). (2022). *Greenhouse gas emissions. Sources of greenhouse gas emissions*. Washington, DC, EE.UU.: EPA: Recuperado de <https://www.epa.gov/ghgemissions/sources-greenhouse-gas-emissions>
- European Commission. (2019). *Farm to fork strategy*. Bruselas, Bélgica: EC. Recuperado de https://ec.europa.eu/food/horizontal-topics/farm-fork-strategy_en
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). (2017). El futuro de la alimentación y la agricultura. Tendencias y desafíos. *TYS Magazine*. Roma, Italia: FAO. <https://tysmagazine.com/futuro-la-alimentacion-la-agricultura-tendencias-desafios/>
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). (2018). *Climate-Smart agriculture*. Roma, Italia: FAO. Recuperado de <http://www.fao.org/climatesmart-agriculture>
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). (2019). *El estado mundial de la agricultura y la alimentación 2019: Progresos en la lucha contra la pérdida y el desperdicio de alimentos*. Roma, Italia: FAO. <https://doi.org/10.4060/CA6030ES>
- FMI (Fondo Monetario Internacional). (2011). *Perspectivas económicas. Las Américas. Vientos cambiantes, nuevos desafíos de política*. Washington, DC, EE.UU.: FMI. Recuperado de <http://www.imf.org/external/spanish/pubs/ft/reo/2011/whd/wreo1011s.pdf>
- Gerber, P. J., Henderson, B., y Makkar, H. P. S. (2013). *Mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero en la producción ganadera. Una revisión de las opciones técnicas para la reducción de las emisiones de gases diferentes al CO₂*. Roma, Italia: FAO, Documento No. 177. Recuperado de <https://www.fao.org/3/i3288s/i3288s.pdf>

- Gerber, P. J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J.,... Tempio, G. (2013). *Enfrentando el cambio climático a través de la ganadería – Una evaluación global de las emisiones y oportunidades de mitigación*. Roma, Italia: FAO. Recuperado de <https://www.fao.org/3/i3437s/i3437s.pdf>
- Gras, C. S. (2013). Expansión agrícola y agricultura empresarial: El caso argentino. *Revista de Ciencias Sociales*, 26(32), 73-92. Recuperado de <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/26513>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, M. del P. (2010). *Metodología de la investigación*. (5a. ed.). México D.F., México: McGraw Hill.
- Hervieu, B., y Purseigle, F. (2011). Des agricultures avec des agriculteurs, une nécessité pour l'Europe. *Revue Projet*, 2(321), 60-69. Recuperado de <https://www.cairn.info/revue-projet-2011-2-page-60.htm>
- Hong, C., Zhao, H., Qin, Y., Burney, J. A., Pongratz, J., Hartung, K.,... Davis, S. J. (2022). Land-use emissions embodied in international trade. *Science*, 376(6593), 597-603. <https://doi.org/10.1126/science.abj1572>
- Houtart, F., y Alonso, J. (2018). La agricultura campesina e indígena como una transición hacia el bien común de la humanidad: El caso de Ecuador. *Desacatos. Revista de Ciencias Sociales*, (56), 176-187. <https://doi.org/10.29340/56.1884>
- Howden, S. M., Soussana, J. F., Tubiello, F., Chhetri, N., Dunlop, M., y Meinke, H. (2007). Adapting agriculture to climate change. *PNAS*, 104(50), 19691-19696. <https://doi.org/10.1073/pnas.070189010>
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). (2014a). *Cambio climático 2013: bases de la ciencia física*. Ginebra, Suiza: IPCC.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). (2014). *Cambio climático 2014. Impactos, adaptación y vulnerabilidad*. Ginebra, Suiza: IPCC, Contribución del grupo de trabajo II al quinto informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre cambio climático.
- Jacobson, M. Z. (2007). Effects of ethanol (E85) versus gasoline vehicles on cancer and mortality in the United States. *Environmental Science & Technology*, 41(11), 4150-4157. <https://doi.org/10.1021/es062085v>
- Kunzig, R. (2021). «We just need more hands»: Climate experts weigh in on what we can save. *National Geographic* [edición digital]. Recuperado de <https://www.nationalgeographic.com/environment/article/we-just-need-more-hands-climate-experts-weigh-in-on-what-we-can-save>
- La Vanguardia. (2 de febrero de 2019). La agricultura tradicional, una pieza clave contra el cambio climático. *La Vanguardia* [edición digital]. Recuperado de <https://www.lavanguardia.com/vida/20191002/47776034300/la-agricultura-tradicional-una-pieza-clave-contra-el-cambio-climatico.html>
- Lara-Calderón, P. L., y Aguilera-Dugarte, O. (2022). Agroecología: fundamento educativo indispensable en la educación postmoderna. *Agroalimentaria*, 28(54), 49-65. <https://www.doi.org/10.53766/Agroalim/2022.28.54.04>
- López Feldman, A. J., y Hernández Cortés, D. (2016). Cambio climático y agricultura: una revisión de la literatura con énfasis en América Latina. *El Trimestre Económico*, 83(332), 459. <https://doi.org/10.20430/ete.v83i332.231>
- Lorenzo, L. (2016). *Inventario de instrumentos fiscales verdes en América Latina. Experiencias, efectos y alcances*. Santiago, Chile: CEPAL-Agencia Alemana de Cooperación Internacional y financiado por el Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo de Alemania.
- Ludena, C., y Wong, S. (2006). Domestic Support policies for agriculture in Ecuador and the U.S.-Andean Countries Free Trade Agreement: An applied general equilibrium assessment. [Anales de la] 9th Annual Conference on Global Economic Analysis, Addis Ababa, Etiopía. Recuperado de http://www.gtapi.agecon.purdue.edu/resources/res_display.asp?RecordID=2070

- Maletta, H. (2011). *Tendencias y perspectivas de la agricultura familiar en América Latina*. Santiago, Chile: RIMISP, DT N° 90. Recuperado de https://www.rimisp.org/wp-content/files_mf/13720849211366294106N_902011AgriculturafamiliarAmericaLatinaMaletta.pdf
- MAPA (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación). (2022). *Boletines de comercio exterior*. Madrid, España: MAPA.
- Margulis, L., y Sagan, D. (2008). El proceso de nutrición en las plantas. En L. Margulis y D. Sagan (Eds.), *Fundamentos de fisiología vegetal* (pp. 241-258). Recuperado de <https://www.mheducation.es/bcv/guide/capitulo/8448180895.pdf>
- Marleix, M. (1958). N° 1622—*Rapport d'information de la commission des finances sur les biocarburants*. Recuperado de <https://www.assemblee-nationale.fr/12/rap-info/i1622.asp>
- Martínez, L. (2013). La agricultura familiar en el Ecuador. Serie Documentos de Trabajo N°147. Santiago, Chile: RIMISP, Grupo de Trabajo Desarrollo con Cohesión Territorial, Programa Cohesión Territorial para el Desarrollo.
- Martner, G. (1976). Las asociaciones de productores: nuevo instrumento de cooperación económica entre los países en desarrollo. *Desarrollo Económico*, 16(63), 419-449. <https://doi.org/10.2307/3466600>
- Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Pirani, A., Connors, S. L., Péan, C., Berger, S., ... Zhou, B. (Eds.). (2021). *Climate Change 2021: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press.
- Modernel, P., Astigarraga, L., y Picasso, V. (2013). Global versus local environmental impacts of grazing and confined beef production systems. *Environmental Research Letters*, 8(3), 035052. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/8/3/035052>
- Mundler, P., y Rémy, J. (2012). L'exploitation familiale à la française: Une institution dépassée ? *L'Homme & la Société*, 183-184(1-2), 161-179. <https://doi.org/10.3917/lhs.183.0161>
- Namdar-Irani, M., Sotomayor Echenique, O., Rodrigues, M. dos S., Rodríguez, A. G., y Wander, P. (18 de diciembre de 2020). *Tendencias estructurales en la agricultura de América Latina: Desafíos para las políticas públicas*. Santiago, Chile: CEPAL. Recuperado de <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/46519>
- Ocampo, O. (2021). El cambio climático y su impacto en el agro. *Revista de Ingeniería*, (33), 115-123. <https://doi.org/10.16924/revinge.33.11>
- OpenMind BBVA. (10 septiembre de 2021). *¿Tiene futuro la carne de laboratorio?* Recuperado de <https://www.bbvaopenmind.com/ciencia/apuntes-cientificos/tiene-futuro-la-carne-de-laboratorio/>
- Olivares, A. (2022). *Nuevo derecho de los océanos: la protección del medio marino ante el cambio global*. Madrid, España: Tirant Lo Blanch.
- Piñero, M. (2009). *El contexto internacional y regional para el desarrollo agropecuario y rural de América Latina y el Caribe*. San José, Costa Rica: IICA. Recuperado de <https://repositorio.iica.int/handle/11324/19434>
- Reboratti, C. (2010). Un mar de soja: la nueva agricultura en Argentina y sus consecuencias. *Revista de Geografía Norte Grande*, 45, 63-76. <https://doi.org/10.4067/S0718-34022010000100005>
- Red Interamericana de Academias de Ciencias. (2017). *Challenges and opportunities for food and nutrition security in the Americas: The view of the Academies of Sciences*. México, DF: IANAS. Recuperado de <https://ezproxy.sastudents.uwi.tt/login?url=https://libraries.sta.uwi.edu/ebooks/fnb02.pdf>
- Rivadeneira Rodríguez, E. M. (2015). Comprensión teórica y proceso metodológico de la investigación cualitativa. *In Crescendo*, 6(2), 169-183. <https://doi.org/10.21895/inces.2015.v6n2.16>
- Robles Berlanga, H. R. (2016). La pequeña agricultura campesina y familiar: Construyendo una propuesta desde la sociedad. *Entre Diversidades*, 7, 46-83. <https://doi.org/10.31644/ED.7.2016.a02>

- Schneider, S., y Escher, F. (2014). Agricultura familiar en Latinoamérica: el concepto de agricultura familiar en América Latina. Buenos Aires, Argentina: CICCUS. Recuperado de <https://www.flacsoandes.edu.ec/sites/default/files/%25f/agora/files/fa-agora-2014-martinez.pdf>
- Segreles Serrano, J. A. (2005). El problema de los cultivos transgénicos en América Latina: Una «nueva» revolución verde. *Entorno Geográfico*, (3), 93-120. Recuperado de <http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/2214>
- Serrano, M. M., y Monzote, F. R. F. (2013). Factores ecológicos y sociales que explican la resiliencia al cambio climático de los sistemas agrícolas en el municipio La Palma, Pinar del Río, Cuba. *Agroecología*, 8(1), 43-52.
- Swingland, I. R., Bettelheim, E. C., Grace, J., Prance, G. T., Saunders, L. S., Malhi, Y.,... Brown, S. (2002). Forests, carbon and global climate. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 360(1797), 1567-1591. <https://doi.org/10.1098/rsta.2002.1020>
- Useros Fernández, J. L. (2013). El cambio climático: sus causas y efectos medioambientales. *Anales de la Real Academia de Medicina y Cirugía de Valladolid*, (50), 71-98. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4817473>