



Seguridad alimentaria, medio ambiente y nuestros hábitos de consumo

LUCAS A. GARIBALDI[✉]; GEORG ANDERSSON¹; CELESTE FERNÁNDEZ FERRARI¹; NÉSTOR PÉREZ-MÉNDEZ¹

¹Instituto de Investigaciones en Recursos Naturales, Agroecología y Desarrollo Rural (IRNAD), Sede Andina, Universidad Nacional de Río Negro (UNRN) y Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Mitre 630, CP 8400, San Carlos de Bariloche, Río Negro, Argentina.

RESUMEN. La agricultura y la ganadería tienen un impacto ambiental enorme, que crece día a día. En un artículo anterior destacamos el rol de la biodiversidad en la producción agropecuaria, utilizando como ejemplo a los polinizadores. Aquí nos enfocamos en debatir las dimensiones de la seguridad alimentaria, y la importancia de cambios en nuestros hábitos de consumo en las ciudades para modificar el uso de la tierra en zonas rurales y minimizar la huella ambiental. Mientras que el impacto ambiental del agro es justificado comúnmente desde la necesidad de una mayor producción para lograr seguridad alimentaria, las dimensiones del acceso a los alimentos y de su correcta utilización juegan un papel clave hoy en día. Por ejemplo, en el mundo hay más personas con problemas nutricionales asociados al sobrepeso que a la desnutrición. Además, aumentar la producción en ciertos países desarrollados no implica mayor alimento en aquellos lugares pobres con deficiencias alimentarias. Si la población mundial comiese menos carne proveniente de animales que son engordados con granos (por ej. *feedlots*) se reduciría el impacto ambiental, incluyendo menor emisión de gases con efecto invernadero. Es clave identificar el origen de la carne que consumimos, ya que hay otros sistemas de producción de carne con menor impacto ambiental. Cambiar la dieta en algunos sectores de la población de modo de evitar los excesos en el consumo de carne, podría además evitar muchas muertes por menor obesidad, así como menor incidencia de enfermedades como las coronarias, accidentes cerebro vasculares y diabetes mellitus tipo 2 (esta última aumenta en todo el mundo a tasas epidémicas). El camino hacia la seguridad alimentaria y la sustentabilidad es polifacético, e incluye modificar la forma en que distribuimos y utilizamos el alimento, destinar una mayor proporción de granos y legumbres al consumo humano en lugar de animal, reducir los desperdicios de comida, y modificar nuestra dieta.

[Palabras clave: agricultura, alimento, animal, cambio climático, comida, feedlot, huella ambiental, medio ambiente, salud, seguridad alimentaria]

ABSTRACT. Food security and the environment: impacts of our food choices. Agriculture and animal production have a great environmental impact, which is steadily growing. In a previous article, we highlighted how biodiversity is vital for agricultural production, emphasizing the role of animal pollinators. Here, we discuss the different dimensions of food security and the key role of our food choices in the cities to drive land use in rural areas and minimize the environmental footprint. Although the environmental impact of agriculture and animal production are commonly justified for the need of greater production to achieve food security, the dimensions of food access and utilization are nowadays of critical importance. For example, worldwide, there are more people with nutritional problems associated with overweight than hunger. In addition, increasing agricultural production in some developed countries does not imply greater food availability in the poor regions where it is needed. If the world population eat less meat of animals feed on grains (e.g. *feedlots*) the environmental impact will be lower, including lower greenhouse gas emission. It is key to identify the origin of the meat that we consume, given that there are other animal production systems with lower environmental impacts. Dietary change to reduce the excess of meat consumption in some sectors of the population can prevent many deaths because of lower obesity, and reduce the incidence of diseases such as coronary heart disease, stroke, and type 2 diabetes (the latter one is increasing all over the world at epidemic rates). The achievement of food security and sustainability relies on many pathways and includes changing the way in which we distribute and utilize the food, using the grains and beans to feed people instead of animals, reducing food waste, and changing our diets.

[Key words: agriculture, animal production, climate change, environment, environmental footprint, food, feedlot, food security, health, obesity]

IMPACTOS EN EL MEDIO AMBIENTE

El sistema agroalimentario, cultivos y ganadería, ocupa el 50% de la superficie terrestre, y emplea a un tercio de las personas laboralmente activas del mundo (Foley et al. 2011, Tilman and Clark 2014, Erb et al. 2016). Durante los últimos 50 años, se ha observado una expansión e intensificación de la agricultura que no registra precedentes (Foley et al. 2011). A nivel mundial, la producción agrícola se ha expandido hacia territorios que anteriormente no eran cultivables (Foley et al. 2011, Erb et al. 2016). De hecho, el 80% de la nueva superficie cultivada reemplazó sitios de gran riqueza biológica como bosques tropicales y subtropicales (Foley et al. 2011). El aumento de la producción agrícola a través de intensificación convencional, basada en monocultivos y un gran uso de insumos externos no renovables (como agroquímicos), ha generado un gran impacto ambiental (Foley et al. 2011, Tilman and Clark 2014). Se estima que perdemos (por erosión hídrica y eólica) 10 millones de hectáreas de suelo cada año a una velocidad entre 10 y 40 veces más rápido de la que se está formando (Foley et al. 2011). La agricultura es responsable de la pérdida del 70% de especies en el mundo, y consume alrededor del 70% de agua dulce del planeta (Foley et al. 2011). Nuestra región no es una excepción a estos patrones globales, por ejemplo, entre 1972 y 2012 casi 16 millones de hectáreas de hábitats naturales del Chaco fueron transformados en cultivos y pasturas (Vallejos et al. 2015). A su vez, en muchos sectores de la región Pampeana puede observarse que, donde antiguamente había pastizales naturales con ganadería, hoy predomina el monocultivo de soja (Aizen et al. 2009). Existe un consenso en la comunidad científica y las organizaciones internacionales, como la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) o el Panel Intergubernamental para la Biodiversidad y los Servicios Ecosistémicos (IPBES), en que es necesario cambiar el sistema agroalimentario actual dominado por la intensificación convencional hacia un sistema de mayor sustentabilidad ecológica, social y económica (IPBES 2016, Potts et al. 2016).

La producción animal intensiva absorbe un porcentaje elevado (aproximadamente un 35-40%) de la producción agrícola y tiene un impacto marcado en el medioambiente (Foley et al. 2011, Cassidy et al. 2013). En

general, los sistemas de producción animal intensivos contaminan el suelo y el agua a través de la concentración de heces y orina, y son uno de los principales emisores de gases con efecto invernadero que contribuye al cambio climático (Springmann et al. 2016), especialmente los de ganado vacuno (Eshel et al. 2014). Por ejemplo, durante el proceso de digestión, el ganado produce una fermentación entérica que genera metano, un gas de efecto invernadero fuerte (Foley et al. 2011, Desjardins et al. 2012). El efecto negativo de este tipo de producción sobre el cambio climático se potencia también debido al consumo de importantes cantidades de combustibles fósiles (Springmann et al. 2016). Además, según detallaremos en secciones posteriores de este artículo, la producción cárnica a través de granos implica una ineficiencia en el uso de la tierra y por lo tanto se necesitan más hectáreas agrícolas (Tilman and Clark 2014, Erb et al. 2016). Aproximadamente un 39% de las carnes que consumimos provienen de dichos sistemas intensivos, proporción que está aumentando a nivel global (FAO 2015).

¿ES NECESARIO AUMENTAR LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA?

De forma paralela a la expansión e intensificación de la agricultura y la producción animal, la población mundial se ha duplicado hasta alcanzar los 7.000 millones de habitantes, y se pronostica que alcanzará los 9.000 millones en el año 2050 (Roberts 2011). Se estima que la producción agrícola deberá aumentar entre un 60-120% para el año 2050 con respecto al 2005 para satisfacer la creciente demanda mundial (Foley et al. 2011, Cassidy et al. 2013). Sin embargo, el aumento en la demanda de alimentos no es, en su mayor parte, debido a la mayor población mundial, sino a un cambio en la dieta, principalmente un aumento en el consumo de carne (Cassidy et al. 2013, Tilman and Clark 2014, Erb et al. 2016). Por lo tanto, en un mundo donde la prevalencia de la obesidad y el sobrepeso es mayor a la de la desnutrición (Tabla 1), ¿es realmente necesario producir más para mitigar los problemas nutricionales? En un artículo anterior, destacamos el rol de la biodiversidad en la producción de alimentos a partir del caso de los polinizadores (Garibaldi et al. 2017a). Aquí proponemos un debate sobre las múltiples dimensiones de la seguridad alimentaria, y el impacto de nuestros hábitos de consumo sobre el medio ambiente.

Tabla 1. Algunos problemas nutricionales en la Argentina y en el mundo.**Table 1.** Some nutritional problems in Argentina and worldwide.

	Población ¹ (millones de habitantes)	Desnutrición ¹	Sobrepeso ²	Obesidad ²	Oferta carne ¹ (kg persona ⁻¹ año ⁻¹)
Argentina	41	<5%	62%	26%	107
América	992	<5%	61%	27%	87
Europa	738	<5%	59%	23%	77
China	1407	9%	34%	7%	62
SE Asia	633	10%	22%	5%	29
Mundo	7400	11%	39%	12%	43
India	1311	15%	22%	5%	4
África	1186	20%	31%	10%	19

¹FAO (2015). La oferta de carne no es consumo, el que puede ser un poco más bajo. Dicha oferta no incluye pescado. Por ejemplo, los 107 kg de oferta de carne por persona para Argentina están compuestos por 55,5 kg de vaca, 38,7 kg de pollo, 10,5 kg de cerdo y 2,3 kg de otros animales.

²Organización Mundial de la Salud (2016b). El sobrepeso y la obesidad se definen con el índice de masa corporal (IMC). Se calcula dividiendo el peso de una persona en kilos por el cuadrado de su talla en metros (kg m⁻²). Según la OMS sobrepeso es un IMC ≥ 25 , y obesidad es un IMC ≥ 30 , mientras que valores normales se encuentran entre 18,5 y 25 (Organización Mundial de la Salud 2016a). Los datos presentados son para personas mayores a 18 años e incluyen ambos sexos (Organización Mundial de la Salud 2016b).

SEGURIDAD ALIMENTARIA

Sería un error pensar solamente en aumentar la producción para resolver el problema del hambre en el mundo. En primer lugar, un porcentaje elevado de los alimentos producidos se pierde a lo largo de la cadena de producción y (o) consumo y otro tanto es destinado a la alimentación de ganado o a la generación de energía (biocombustibles) (Cassidy et al. 2013, Shepon et al. 2018). Además, la producción agrícola está compuesta también por productos que no son alimentos, como el algodón, tabaco y café (Garibaldi et al. 2017c). De modo importante, los alimentos que se producen no necesariamente son los que se necesitan, ni llegan a quien los necesita (Cassidy et al. 2013). Hoy en día se produce el volumen necesario de alimentos para satisfacer los requerimientos energéticos de la población mundial, sin embargo un 11% de la población sufre desnutrición mientras que aproximadamente un 40% de la población mundial sufre sobrepeso (Tabla 1) (Organización Mundial de la Salud 2016a). En particular, existen regiones como África subsahariana que, por sus altas tasas de fecundidad y sus problemas de alimentación y degradación, necesitan incrementar su producción localmente con tecnologías de procesos y conocimientos que permitan evitar y revertir el daño ambiental (Garrity et al. 2010). Mientras tanto, en otras regiones, muchos alimentos se usan en otros destinos como el maíz para biocombustibles (Cassidy et al. 2013). La nutrición humana

no solo depende de la producción agrícola sino también de qué tipo de cultivos se usa, la disponibilidad, el acceso y la utilización de los alimentos.

Disponibilidad: Los desperdicios de comida

A nivel mundial, aproximadamente un tercio de los alimentos producidos se estropea o se desperdicia y nunca es consumido por las personas (Gustavsson et al. 2011). Sin embargo, más comida es desperdiciada por persona en el mundo industrializado que en los países en desarrollo (Gustavsson et al. 2011). Por ejemplo, el desperdicio de comida por los consumidores en Europa y Norte América se encuentra entre 95-155 kilos por persona y por año, mientras que en África subsahariana y el Sud y Sudeste Asiático esta cifra es tan sólo de 6-11 kilos (Gustavsson et al. 2011). En los países industrializados la mayor proporción del desperdicio ocurre en la etapa de consumo, mientras que los países en vías de desarrollo presentan una mayor proporción de sus desperdicios en la etapa de la producción agropecuaria (Parfitt et al. 2010, Gustavsson et al. 2011). Los requerimientos de calidad de los consumidores de países desarrollados son tan altos que ejercen presión sobre el sistema, promoviendo el desperdicio. Muchas veces se desechan alimentos como frutas y hortalizas que cumplen con todos los requerimientos nutricionales, pero no tienen la forma, color y tamaño deseado por el consumidor final.

El desecho de alimentos ocurre por ejemplo a través de las cadenas de supermercados cuando el alimento no se vende y se pone en mal estado, así como en restaurantes, en medios de transporte que ofrecen comida, y en casas de familias.

Esto representa no solo la pérdida del alimento, sino también la pérdida de todos los insumos como mano de obra, agua, energía y tierra que fueron utilizados en dicha producción agrícola (Foley et al. 2011). Como ejemplo ilustrativo, para producir toda la comida que se desperdicia es necesaria usar una superficie mayor que China y un 21% del agua potable del mundo. Más aún, recuperando sólo un 25% de la comida que se desperdicia podría alimentarse a todas las personas con desnutrición en el mundo. Este desperdicio tiene un impacto que se extiende más allá de lo económico, ya que el alimento producido que no es consumido contribuye a la degradación del suelo, contaminación del agua, emisión de gases del efecto invernadero, y pérdida de la biodiversidad (Foley et al. 2011). Dicho impacto ambiental deberá también ser absorbido por las generaciones futuras.

Disponibilidad: Los animales

La producción agrícola se usa de forma ineficiente ya que parte se destina para la producción de carne y derivados de animales como la leche en vez de destinarse directamente para alimentar personas (Tilman and Clark 2014, Erb et al. 2016, Gordon et al. 2017). En los sistemas de producción animal intensiva (por ej. *feedlots*) los animales son confinados y hacinados en establecimientos donde se les suministra una dieta de alta concentración energética y alta digestibilidad para su engorde y alcance rápido del peso a faena. De esta forma se logra producir más animales por superficie que los sistemas ganaderos extensivos tradicionales. Sin embargo, los sistemas de producción animal intensiva necesitan grandes extensiones de tierra para producir el grano requerido. En términos energéticos, la alimentación de animales con granos representa un proceso muy ineficiente, ya que los animales consumen gran parte de la energía de los granos en sus procesos metabólicos (Cassidy et al. 2013). Por ejemplo, se estima que solo un 3% de la energía del maíz llega a los humanos a través del consumo de carne de vaca, siendo este animal el más ineficiente en términos energéticos (Cassidy et al. 2013). Con una hectárea de maíz u otro

cultivo se podrían alimentar muchas más personas que destinando la misma hectárea al ganado y alimentando a las personas con esos animales. En general, dietas basadas en el consumo de carne son más ineficientes respecto a las dietas más vegetarianas en cuanto al uso de recursos (tierra, agua, energía y nutrientes) en el proceso de producción (Foley et al. 2011, Tilman and Clark 2014, Erb et al. 2016).

De toda la producción agrícola del mundo, sólo un 50-60% se destina directamente al consumo humano, mientras que aproximadamente un 35-40% se usa para alimentación de animales y el resto se emplea en otros sectores productivos como por ejemplo la fabricación de biocombustibles (Foley et al. 2011, Cassidy et al. 2013). Actualmente, hay cultivos que se destinan casi en su totalidad a la producción de carne, como es el caso del maíz y la cebada donde un 75% y 80% se utiliza en la alimentación de animales respectivamente (Cassidy et al. 2013). A nivel global, de toda la tierra destinada al sistema agropecuario, un 75% se utiliza para la producción animal (Foley et al. 2011). En la Argentina, la mayor parte de la soja producida no se emplea para el consumo humano directo, sino que se exporta para alimentación animal.

Esta situación se torna más compleja si consideramos que la tendencia global es consumir más carne debido al crecimiento de la población mundial y al incremento del poder adquisitivo de ciertos segmentos sociales en distintas regiones del planeta, principalmente Asia (Tilman and Clark 2014). La producción de carne ha crecido más que la población mundial, y en los próximos años se estima que un 40% de la población va a consumir más carne, fenómeno conocido como *livestock revolution* o revolución del ganado (Popkin et al. 2012, Cassidy et al. 2013). En particular, se estima que el consumo por persona de carne porcina y bovina aumentará en un 23% y 31% respectivamente para el año 2050 (Tilman and Clark 2014).

Acceso y utilización de alimentos

Varios factores, como la pobreza y la inequidad social, están asociados a que algunos sectores de la sociedad no puedan acceder a una alimentación apropiada. Esta dificultad en el acceso a una alimentación segura es especialmente acusada en áreas rurales de los países en desarrollo, pero también en áreas urbanas tanto de países en desarrollo como desarrollados. Respecto de los

nutrientes que se consumen existen incluso otras barreras al acceso ya que la agricultura global se ha focalizado en la producción de alimentos muy ricos en energía, pero con muy bajo contenido nutricional, como son los carbohidratos. Hoy en día el 50% de la energía en nuestra dieta proviene principalmente de tres cereales (arroz, trigo y maíz), y se ha perdido mucha diversidad de alimentos (especies y variedades) en el mundo (Khouri et al. 2014).

La utilización de alimentos refleja además cómo se eligen, transforman y consumen los alimentos disponibles. Por ejemplo, si bien podemos tener a nuestra disposición verduras, frutas, legumbres, y cereales, muchas personas eligen otro tipo de alimentos procesados de menor calidad nutricional, asociado a un mayor contenido de grasas *trans*, grasas saturadas de origen animal y azúcares entre otros aspectos (ver recomendaciones para una alimentación sana en Organización Mundial de la Salud 2015). De hecho, en promedio, a nivel mundial de cada diez personas, una sufre desnutrición, cuatro sufren sobrepeso y entre estas últimas una también es obesa (Tabla 1). Es decir que alrededor del 50% de la población mundial tiene problemas nutricionales. Esta situación, en conjunto con cambios en los hábitos alimenticios genera un desbalance a nivel global de lo que producimos respecto de lo que consumimos, ya que hay más personas con sobrepeso que con desnutrición (Organización Mundial de la Salud 2016a).

CONTROVERSIAS RESPECTO DEL CONSUMO DE CARNE

Si comiésemos menos carne proveniente de animales engordados en base a granos (por ej. *feedlots*, producción intensiva avícola) se reduciría el impacto ambiental (incluyendo una menor emisión de gases que contribuyen al efecto invernadero; Tabla 2) y aumentaría la cantidad de alimento para consumo directo (Foley et al. 2011, Erb et al. 2016, Springmann et al. 2016). En general, no se plantea reducir el consumo de carne en los sectores de la población con consumo bajo, sino evitar excesos en aquellos sectores con consumos altos. Cambiar la dieta actual en algunos sectores de la población, de modo de evitar los excesos en el consumo de carne, podría además mejorar la salud y disminuir los costos que incurre la sociedad en tratar las enfermedades asociadas (Tabla 2) (Singh et al. 2003, Aune et al. 2009, Huang et al. 2012, Pan et al. 2012). Se

recomienda no comer más de 300 gramos de carne roja por semana y por persona (Pan et al. 2012, Springmann et al. 2016). Las grasas animales o vegetales no deberían superar el 30% de la ingesta calórica total, y se aconseja dejar de consumir grasas saturadas (presentes, por ejemplo, en las carnes rojas, los fiambres, el queso, la manteca, y los lácteos, especialmente los no descremados, el aceite de palma y de coco) para consumir grasas no saturadas (presentes, por ejemplo, en el pescado, las paltas, los frutos secos, o el aceite de girasol, canola y oliva) y eliminar gradualmente las grasas industriales de tipo *trans* (presentes, por ejemplo, en las frituras, las comidas rápidas, la margarina, las galletitas, las facturas) (Organización Mundial de la Salud 2015). Se recomienda un consumo energético diario no superior a 2.300 kcal dependiendo de algunos factores como la edad, el sexo o la cantidad de ejercicio que se realiza. Sin embargo, en los países desarrollados el consumo energético diario medio es de 3440 kcal (Vasilevska and Rechkoska 2012), con un gran contenido en grasas saturadas e industriales, mientras que el consumo de carne roja por persona llega hasta valores de 953 gramos semanales en promedio según el país (Wyness et al. 2011). Una dieta más equilibrada podría evitar muchas muertes por año por menor sobrepeso y obesidad, así como menor incidencia de determinadas enfermedades, como por ejemplo enfermedades coronarias, accidente cerebro vascular y diabetes mellitus tipo 2 (Singh et al. 2003, Huang et al. 2012, Pan et al. 2012, Popkin et al. 2012, Tilman and Clark 2014, Organización Mundial de la Salud 2016a, Springmann et al. 2016). En particular, la incidencia de la diabetes tipo 2 va en aumento en todo el mundo y alcanza proporciones epidémicas (Chopra et al. 2002, Aune et al. 2009, Hu 2011, Tilman and Clark 2014, Organización Mundial de la Salud 2016a). Dietas como la vegetariana y la vegana, si son correctamente incorporadas y balanceadas, evitarían aún más muertes (Singh et al. 2003, Huang et al. 2012) y reducirían la emisión de gases con efecto invernadero (Tabla 2) (Springmann et al. 2016).

Dada la importancia socio-económica de los cambios en la industria alimentaria que plantearía una transición hacia una alimentación mayoritariamente vegetal, todas estas cuestiones no han quedado exentas de un debate amplio y acalorado. En este sentido parte de la comunidad científica, sobre todo aquella realizando investigaciones directamente

Tabla 2. Evitar los excesos en el consumo de carne puede mejorar nuestra salud y a la vez reducir la emisión de gases de efecto invernadero. Fuente: Springmann et al. (2016).

Table 2. Avoiding excess in meat consumption can enhance our health and at the same time reduce greenhouse gas emissions. Source: (Springmann et al. 2016)

Dieta	Cambio global requerido	Muertes evitadas ¹	Reducción gases de efecto invernadero ²
Aumento en el consumo por persona esperado para el 2050 con respecto al 2005/7 siguiendo la <u>tendencia actual</u>: > 15% frutas y vegetales > 15% azúcar > 35% aceites > 13% carnes rojas > 63% aves de corral > 19-21% huevos y lácteos > 14% raíces y legumbres > 20% maíz > 32% otros granos excepto para trigo (consumo constante) y arroz (consumo disminuye 5%) > 13% ingesta energética	Línea base de comparación	Línea base de comparación	Línea base de comparación
Cambio hacia menor consumo de carne según OMS³: al menos 5 porciones (400 g) por día de frutas y vegetales, máximo 300 gramos por semana de carnes rojas, menos de 50 gramos por día de azúcar. Ingesta energética per cápita para población moderadamente activa (2200-2300 kcal por día).	> 25% consumo frutas y vegetales	5,1 millones anuales (6% de la mortalidad global)	29%
Cambio hacia dieta vegetariana: al menos 6 porciones por día de frutas y vegetales, una porción por día de legumbres, sin consumir carne roja o aves de corral (ni pescado), azúcar e ingesta energética según la recomendada en la dieta de “menos carne”.	> 39% consumo frutas y vegetales > 324% legumbres	7,3 millones anuales	45%
Cambio hacia dieta vegana: al menos 7 porciones por día de frutas y vegetales, una porción por día de legumbres, sin carne roja, aves de corral, lácteos o huevos (ni pescado), azúcar e ingesta energética según la recomendada en la dieta de “menos carne”.	> 54% consumo frutas y vegetales > 324% legumbres	8,1 millones anuales (10% de la mortalidad global)	55%

¹Separando según factores de riesgo, más de la mitad de las muertes evitadas (51-57% en los tres escenarios) fueron debidas a la reducción del consumo de carnes rojas, 24-35% por un aumento en el consumo de frutas y vegetales, y 19-30% debido a menor sobrepeso y obesidad. La menor mortalidad en las dietas vegetarianas y veganas con respecto a la de “Menos carne” fue debido a la ausencia de consumo de carnes rojas y un mayor consumo de frutas y vegetales.

²Con respecto a la tendencia actual y a las emisiones de gases de efecto invernadero sólo por la producción de alimentos.

³Recomendaciones de alimentación sana según la Organización Mundial de la Salud (2015).

dentro del sector cárnico, sugiere una serie de argumentos en contra de la reducción del consumo de carnes. En primer lugar, la ineficiencia de la producción cárnica depende del prisma a través del que se mire, ya que el ganado es capaz de darle valor económico y nutricional a subproductos de alimentos vegetales, de fibras, o de los biocombustibles que en otro caso serían incinerados (White and Hall 2017). Teniendo esto en cuenta, la ineficiencia metabólica sería compensada por un incremento del aprovechamiento de estas sustancias de desecho (Oltjen and Beckett 1996, White and Hall 2017). Este razonamiento sería válido, por ejemplo, en aquellos casos donde una ganadería extensiva sustentable ayudara a darle valor a zonas de pastizales no aptas para producir cultivos de consumo humano (Oltjen and Beckett 1996). En otros casos, este argumento no se sostiene dado que estos subproductos podrían igualmente ponerse

en valor al usarse en otros procesos como la producción de biogas o para la alimentación de insectos, que son ricos en proteínas y cuya cría es menos exigente en cuanto a espacio y a liberación de gases de efecto invernadero (Oonincx et al. 2010, Van Meerbeek and Svenning 2018).

En segundo lugar, algunos autores defienden la importancia de los pastizales dedicados al pastoreo en el secuestro de carbono y por tanto en la reducción de la emisión de gases invernadero (Follett and Reed 2010). Efectivamente, como en cualquier ecosistema, existe una cierta cantidad de carbono que es incorporado a los pastizales a través de la fotosíntesis de las plantas, parte del cual es secuestrado por el suelo. Sin embargo, se ha demostrado en numerosos estudios en los que se excluye experimentalmente la herbivoría por ganado, que existe una relación negativa

entre el pastoreo y la capacidad de secuestro de carbono de los pastizales (Qiu et al. 2013, Wu et al. 2014). Además, la generación de pastizales para pasto o para cultivar grano que se deriva a la alimentación animal, supone en muchos casos la deforestación de grandes masas boscosas con una capacidad de almacenaje y secuestro de carbono muy superior a la de los pastizales, generando así un deterioro importante del stock de carbono de los ecosistemas (Schulz et al. 2016).

En tercer lugar, se argumenta que una dieta basada en vegetales podría acarrear problemas por un déficit en ciertos micronutrientes que se encuentran en mayores concentraciones en alimentos de origen animal (p. ej. vitamina B12, vitamina D o algunos ácidos grasos de la familia de los Omega 3) (Cifelli et al. 2016, White and Hall 2017). Los trabajos donde se detectaron estas tendencias, sin embargo, plantearon escenarios hipotéticos poco realistas por varios motivos, entre ellos un cambio hacia un consumo exclusivo de ciertos vegetales (Springmann et al. 2018, Van Meerbeek and Svenning 2018). En escenarios más realistas, en los que se combina una dieta variada rica en vegetales y un consumo moderado de productos de origen animal (especialmente no procesados), la adquisición de todos estos micronutrientes estaría garantizada (Springmann et al. 2016, 2018, O'Keefe et al. 2018).

Finalmente, aquí argumentamos que es importante identificar el origen de la carne que consumimos, ya que hay sistemas de producción de carne con menor impacto ambiental que aquellos basados en un alto consumo de granos. Por ejemplo, si criáramos los pollos a base de desperdicios, es decir, alimento que de otro modo sería basura, como los descartes diarios que se observan en la mayoría de las verdulerías de la Argentina (o sistemas de huertas agroecológicas asociados a gallineros). Por otro lado, carne proveniente del control de especies exóticas que invaden los ecosistemas naturales, como sería la caza de liebres, jabalíes y ciervos exóticos en Argentina podría ayudar a reducir los costos ambientales de estas invasiones. Más aún, existe gran potencial en el manejo sustentable de poblaciones de herbívoros nativos, como serían los guanacos en Patagonia. Por último, en sistemas extremadamente marginales donde la salinidad, el frío, o falta (o exceso) de agua puede ser una limitante para la agricultura, que demandaría altas inversiones de energía, insumos y mano de obra, la conversión de

biomasa vegetal (pastos nativos y silvestres que pueden crecer en esas condiciones) en animal puede resultar una forma eficiente y ecológica de obtener alimento. La Depresión del Salado en la provincia de Buenos Aires, podría ser un ejemplo de esta situación. La Argentina también cuenta con vastas áreas áridas y semi-áridas donde la producción animal extensiva podría plantearse de modo sustentable sin utilizar granos.

LA SOLUCIÓN ES POLIFACÉTICA

Entonces, ¿es posible garantizar la seguridad alimentaria sin destruir nuestro planeta? Asumiendo que es posible, ¿sobre qué factores del sistema agroalimentario deberíamos actuar para cambiar el escenario actual? Los factores que regulan la nutrición humana incluyen dimensiones ecológicas, sociales, políticas y económicas. La intensificación convencional se concentra en incrementar la producción agrícola a partir de insumos externos (como insecticidas o fertilizantes) aplicados a monocultivos, lo cual no necesariamente provee mayor nutrición humana ni seguridad alimentaria. Es necesario incorporar las dimensiones socio-económicas para aumentar la disponibilidad de alimento, su acceso y utilización mientras que se promuevan los servicios ambientales (es decir, los beneficios que obtenemos de los ecosistemas a través de la biodiversidad (Garibaldi et al. 2017b)). Como el aumento de la producción agrícola no necesariamente significa que los problemas nutricionales globales se reducirán (Garibaldi et al. 2017c), necesitamos otras opciones a la expansión agropecuaria y la intensificación convencional.

Estudios recientes revelan que es posible producir suficiente alimento para abastecer la población mundial sin la necesidad de continuar deforestando, e incluso sin aumentar los rendimientos de cada cultivo (Erb et al. 2016). También es importante notar que si vamos a desarrollar una agricultura sustentable no es suficiente pensar en eficiencia como producción por hectárea sino también eficiencia en una variedad de medidas, tanto ambientales como de utilización del producto agrícola (Cassidy et al. 2013, Muller et al. 2017). Extender la frontera agrícola no representaría una opción viable (Foley et al. 2011, Erb et al. 2016). Conservar lo que queda de nuestros bosques y selvas es crucial, ya que estos ecosistemas almacenan más carbono que cualquier otro tipo de cobertura vegetal y albergan una gran porción de la biodiversidad

del mundo (Foley et al. 2011). Los resultados resumidos en este artículo tienen implicancias importantes para desarrollar políticas públicas. El camino hacia un sistema agroalimentario seguro y amigable con el medio ambiente es modificar la forma en que producimos, distribuimos y utilizamos el alimento, destinar este alimento a la alimentación de humanos, implementar sistemas de producción donde no se desperdicie tanta comida, y modificar nuestra dieta. Evitar los excesos en el consumo de carne, lo cual implica reducir su consumo en algunos sectores de la población, es clave para cuidar el planeta y nuestra salud.

AGRADECIMIENTOS. A cinco revisores anónimos, Lorena Ashworth, Carlos Barclay, Paula Fernani, Matías Goldenberg, Juan Gowda, Sebastián Hourcouripe, Carolina Morales, Marcos Nacif, Gabriel Paissan, Agustín Sáez, María Semmartin y Andrés Tálamo por la lectura crítica de versiones preliminares de este manuscrito. Agradecemos el financiamiento de la Universidad Nacional de Río Negro en investigación (PI 40-B-399) y extensión (Resolución Rectoral 315/16), así como de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (FONCYT, PICT 2013-1079).

REFERENCIAS

- Aizen, M. A., L. A. Garibaldi, and M. B. Dondo. 2009. Expansión de la soja y diversidad de la agricultura argentina. *Ecología Austral* 19:45–54.
- Aune, D., G. Ursin, and M. B. Veierød. 2009. Meat consumption and the risk of type 2 diabetes: A systematic review and meta-analysis of cohort studies. *Diabetologia* 52:2277–2287.
- Cassidy, E. S., P. C. West, J. S. Gerber, and J. A. Foley. 2013. Redefining agricultural yields: from tonnes to people nourished per hectare. *Environmental Research Letters* 8:034015.
- Chopra, M., S. Galbraith, and I. Darnton-Hill. 2002. A global response to a global problem: The epidemic of overnutrition. *Bulletin of the World Health Organization* 80:952–958.
- Cifelli, C. J., J. A. Houchins, E. Demmer, and V. L. Fulgoni. 2016. Increasing plant based foods or dairy foods differentially affects nutrient intakes: Dietary scenarios using NHANES 2007–2010. *Nutrients* 8:5–9.
- Desjardins, R. L., D. E. Worth, X. P. C. Vergé, D. Maxime, J. Dyer, and D. Cerkowniak. 2012. Carbon footprint of beef cattle. *Sustainability* 4:3279–3301.
- Erb, K.-H., C. Lauk, T. Kastner, A. Mayer, M. C. Theurl, and H. Haberl. 2016. Exploring the biophysical option space for feeding the world without deforestation. *Nature Communications* 7:11382.
- Eshel, G., A. Shepon, T. Makov, and R. Milo. 2014. Land, irrigation water, greenhouse gas, and reactive nitrogen burdens of meat, eggs, and dairy production in the United States. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 111:11996–12001.
- FAO. 2015. The second report on the state of the world's animal genetic resources for food and agriculture. Page (B. D. Scherf and D. Pilling, Eds.). FAO, Rome, Italy.
- FAO. 2017. FAOSTAT. <http://faostat.fao.org/site/377/default.aspx#ancor>.
- Foley, J. A., N. Ramankutty, K. A. Brauman, E. S. Cassidy, J. S. Gerber, M. Johnston, N. D. Mueller, C. O'Connell, D. K. Ray, P. C. West, C. Balzer, E. M. Bennett, S. R. Carpenter, J. Hill, C. Monfreda, S. Polasky, J. Rockström, J. Sheehan, S. Siebert, D. Tilman, and D. P. M. Zaks. 2011. Solutions for a cultivated planet. *Nature* 478:337–342.
- Follett, R. F., and D. A. Reed. 2010. Soil carbon sequestration in grazing lands: Societal benefits and policy implications. *Rangeland Ecology and Management* 63:4–15.
- Garibaldi, L. A., S. Aguiar, M. A. Aizen, C. L. Morales, and A. Sáez. 2017a. ¿Diversidad o dominancia en la producción de alimentos? El caso de los polinizadores. *Ecología Austral* 27:340–347.
- Garibaldi, L. A., S. Aguiar, M. A. Aizen, C. L. Morales, and A. Sáez. 2017b. ¿Diversidad o dominancia en la producción de alimentos? El caso de los polinizadores - Respuesta al comentario. *Ecología Austral* 27:A03–A04.
- Garibaldi, L. A., B. Gemmill-Herren, R. D'Annolfo, B. E. Graeub, S. A. Cunningham, and T. D. Breeze. 2017c. Farming approaches for greater biodiversity, livelihoods, and food security. *Trends in Ecology & Evolution* 32:68–80.
- Garrity, D. P., F. K. Akinnifesi, O. C. Ajayi, S. G. Weldesemayat, J. G. Mowo, A. Kalinganire, M. Larwanou, and J. Bayala. 2010. Evergreen Agriculture: A robust approach to sustainable food security in Africa. *Food Security* 2:197–214.
- Gordon, L. J., V. Bignet, B. Crona, P. J. G. Henriksson, T. Van Holt, M. Jonell, T. Lindahl, M. Troell, S. Barthel, L. Deutsch, C. Folke, L. J. Haider, J. Rockström, and C. Queiroz. 2017. Rewiring food systems to enhance human health and biosphere stewardship. *Environmental Research Letters* 12:100201.
- Gustavsson, J., C. Cederberg, U. Sonesson, R. van Otterdijk, and A. Meybeck. 2011. Global food losses and food waste: Extent, causes and prevention. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Hu, F. B. 2011. Globalization of diabetes: The role of diet, lifestyle, and genes. *Diabetes Care* 34:1249–1257.
- Huang, T., B. Yang, J. Zheng, G. Li, M. L. Wahlqvist, and D. Li. 2012. Cardiovascular disease mortality and cancer incidence in vegetarians: A meta-analysis and systematic review. *Annals of Nutrition and Metabolism* 60:233–240.
- IPBES. 2016. The assessment report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services on pollinators, pollination and food production. Page (S. G. Potts, V. L. Imperatriz-Fonseca, and H. T. Ngo, Eds.). Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, Bonn.

- Germany.
- Khoury, C. K., A. D. Bjorkman, H. Dempewolf, J. Ramirez-Villegas, L. Guarino, A. Jarvis, L. H. Rieseberg, and P. C. Struik. 2014. Increasing homogeneity in global food supplies and the implications for food security. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 111:4001–4006.
- Van Meerbeek, K., and J.-C. Svenning. 2018. Causing confusion in the debate about the transition toward a more plant-based diet. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 115:E1701–E1702.
- Muller, A., C. Schader, N. El-Hage Scialabba, J. Brüggemann, A. Isensee, K. H. Erb, P. Smith, P. Klocke, F. Leiber, M. Stolze, and U. Niggli. 2017. Strategies for feeding the world more sustainably with organic agriculture. *Nature Communications* 8:1–13.
- O’Keefe, J. H., J. J. DiNicolantonio, A. F. Sigurdsson, and E. Ros. 2018. Evidence, Not Evangelism, for Dietary Recommendations. *Mayo Clinic Proceedings* 93:138–144.
- Oltjen, J. W., and J. L. Beckett. 1996. Role of Ruminant Livestock in Sustainable Agricultural Systems. *Journal of Animal Science* 74:1406–1409.
- Oonincx, D. G. A. B., J. van Itterbeek, M. J. W. Heetkamp, H. van den Brand, J. J. A. van Loon, and A. van Huis. 2010. An exploration on greenhouse gas and ammonia production by insect species suitable for animal or human consumption. *PLoS ONE* 5:1–7.
- Organización Mundial de la Salud. 2015. Alimentación sana.
- Organización Mundial de la Salud. 2016a. Obesidad y sobrepeso.
- Organización Mundial de la Salud. 2016b. Global Health Observatory (GHO) data.
- Pan, A., Q. Sun, A. M. Bernstein, M. B. Schulze, J. E. Manson, M. J. Stampfer, W. C. Willett, and F. B. Hu. 2012. Red meat consumption and mortality: results from two prospective cohort studies. *Archives of Internal Medicine* 172: 555–563.
- Parfitt, J., M. Barthel, and S. Macnaughton. 2010. Food waste within food supply chains: quantification and potential for change to 2050. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 365:3065–3081.
- Popkin, B. M., L. S. Adair, and S. W. Ng. 2012. Global nutrition transition and the pandemic of obesity in developing countries. *Nutrition Reviews* 70:3–21.
- Potts, S. G., V. L. Imperatriz-Fonseca, H. T. Ngo, J. C. Biesmeijer, T. D. Breeze, L. V. Dicks, L. A. Garibaldi, R. Hill, J. Settele, A. J. Vanbergen, M. A. Aizen, S. A. Cunningham, C. Eardley, B. M. Freitas, N. Gallai, P. G. Kevan, A. Kovács-Hostyánszki, P. K. Kwapong, X. L. J. Li, D. J. Martins, G. Nates-Parra, J. S. Pettis, R. Rader, and B. F. Viana. 2016. IPBES (2016): Summary for policymakers of the assessment report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services on pollinators, pollination and food production.
- Qiu, L., X. Wei, X. Zhang, and J. Cheng. 2013. Ecosystem Carbon and Nitrogen Accumulation after Grazing Exclusion in Semiarid Grassland. *PLoS ONE* 8.
- Roberts, L. 2011. 9 Billion? *Science* 333:540–543.
- Schulz, K., K. Voigt, C. Beusch, J. S. Almeida-Cortez, I. Kowarik, A. Walz, and A. Cierjacks. 2016. Grazing deteriorates the soil carbon stocks of Caatinga forest ecosystems in Brazil. *Forest Ecology and Management* 367:62–70.
- Shepon, A., G. Eshel, E. Noor, and R. Milo. 2018. The opportunity cost of animal based diets exceeds all food losses. *Proceedings of the National Academy of Sciences*:201713820.
- Singh, P. N., J. Sabaté, and G. E. Fraser. 2003. Does low meat consumption increase life expectancy in humans? *American Journal of Clinical Nutrition* 78:526–532.
- Springmann, M., M. Clark, and W. Willett. 2018. Feedlot diet for Americans that results from a misspecified optimization algorithm. *Proceedings of the National Academy of Sciences*:201721335.
- Springmann, M., H. C. J. Godfray, M. Rayner, and P. Scarborough. 2016. Analysis and valuation of the health and climate change cobenefits of dietary change. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 113:1–6.
- Tilman, D., and M. Clark. 2014. Global diets link environmental sustainability and human health. *Nature* 515: 518–522.
- Vallejos, M., J. N. Volante, M. J. Mosciaro, L. M. Vale, M. L. Bustamante, and J. M. Paruelo. 2015. Transformation dynamics of the natural cover in the Dry Chaco ecoregion: A plot level geo-database from 1976 to 2012. *Journal of Arid Environments* 123:3–11.
- Vasileska, A., and G. Rechkoska. 2012. Global and Regional Food Consumption Patterns and Trends. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 44:363–369.
- White, R. R., and M. B. Hall. 2017. Nutritional and greenhouse gas impacts of removing animals from US agriculture. *Proceedings of the National Academy of Sciences*:201707322.
- Wu, X., Z. Li, B. Fu, W. Zhou, H. Liu, and G. Liu. 2014. Restoration of ecosystem carbon and nitrogen storage and microbial biomass after grazing exclusion in semi-arid grasslands of Inner Mongolia. *Ecological Engineering* 73: 395–403.
- Wyness, L., E. Weichselbaum, A. O’Connor, E. B. Williams, B. Benelam, H. Riley, and S. Stanner. 2011. Red meat in the diet: an update. *Nutrition Bulletin* 36:34–77.