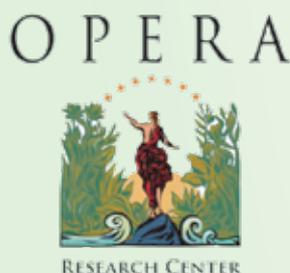


## DOCUMENTO TÉCNICO

# Lograr la seguridad alimentaria mundial sin comprometer el libre comercio o la productividad agrícola: una perspectiva global sobre el Pacto Verde de la UE y el papel de la innovación para la agricultura sostenible

Steffen Noleppa, HFFA Research GmbH  
Ettore Capri, Opera Research





### **Declaración de Transparencia**

**La HFFA Research GmbH** es una firma consultora científica independiente sobre temas críticos de agricultura, medio ambiente y desarrollo a nivel mundial. Nuestro objetivo es proporcionar servicios de investigación, consultoría y evaluación de alta calidad a clientes de negocios, política, sociedad civil y academia para abordar los desafíos globales y lograr sus objetivos en un mundo complejo y rápidamente cambiante. En los últimos años, hemos trabajado en muchos temas relacionados con la agricultura y el medio ambiente, que están estrechamente entrelazados y son altamente interdependientes. [www.hffa-research.com](http://www.hffa-research.com)

**OPERA Research** proporciona soluciones simples y pragmáticas para apoyar los procesos de toma de decisiones para la sostenibilidad de los sistemas agroalimentarios. Desde 2010, el centro de investigación y think tank de la Universidad Católica del Sacro Cuore ha estado trabajando con agricultores, asociaciones, la sociedad civil y los gobiernos para integrar la sostenibilidad en los negocios agrícolas. Nuestra visión es proporcionar información y análisis de alta calidad sobre los últimos desarrollos de la política agroindustrial y promover un diálogo equilibrado entre las partes interesadas. Utilizando la investigación existente y la nueva, desarrollamos enfoques claros y pragmáticos y soluciones positivas para la naturaleza para la agricultura sostenible en cooperación con nuestros socios. [www.operaresearch.eu](http://www.operaresearch.eu)

HFFA Research GmbH y OPERA Research agradecen a los miembros de sus grupos de trabajo sus contribuciones sustanciales, actitudes constructivas y sugerencias valiosas en el diseño del documento técnico y a todos los expertos y revisores anónimos que contribuyeron con sus ideas a la revisión del documento.

La producción de este artículo fue posible gracias al apoyo de CropLife International.

## 1. INTRODUCCION



Las decisiones políticas derivadas de la guerra rusa en Ucrania han puesto en riesgo la seguridad alimentaria (FAO, 2022a). Otros conflictos militares y civiles, la pandemia de COVID-19 y un aumento de los fenómenos meteorológicos relacionados con el cambio climático durante los últimos años también han puesto de relieve cómo la disponibilidad y accesibilidad de alimentos, piensos, combustible y fibra pueden verse afectadas negativamente tanto en cantidad como en precio. Las proyecciones de un entorno macroeconómico incierto en los próximos diez años (OCDE y FAO, 2022) sugieren además consecuencias potencialmente drásticas para cientos de millones de personas en países de bajos ingresos y para las poblaciones vulnerables de las naciones desarrolladas.

En este contexto, es fundamental examinar el papel impulsor de la política y el potencial de consecuencias no deseadas. Las regulaciones que afectan la producción agrícola y el comercio de alimentos a nivel mundial pueden tener repercusiones negativas cuando los gobiernos no logran el equilibrio adecuado entre la protección del medio ambiente y la seguridad alimentaria. Ciertas decisiones unilaterales pueden crear perturbaciones del comercio, disputas legales y represalias, afectando el desarrollo agrícola sostenible y la economía mundial. Un ejemplo son los estándares de sostenibilidad impuestos unilateralmente. Cuando se aplican a las importaciones de alimentos sin tener en cuenta los requisitos de la producción local, pueden servir como barreras no arancelarias al comercio y representar un abuso de poder económico. Pueden tener el efecto no deseado de socavar el desarrollo económico y social de los socios comerciales en las regiones del mundo que más dependen del comercio de alimentos y la agricultura para su sustento y desarrollo.

Un ejemplo relevante de políticas de la Unión Europea (UE) que pueden distorsionar el comercio lo constituyen los límites máximos de residuos (LMR) de plaguicidas. Los LMR, establecidos para garantizar que los alimentos sean seguros para el consumo y facilitar el comercio, son el nivel más alto de un residuo de plaguicida que se tolera legalmente en o sobre los alimentos o piensos en el momento de la cosecha cuando los productos se aplican de acuerdo con las instrucciones de la etiqueta. Estos niveles se establecen sobre la base del principio de "Tan bajo como sea razonablemente posible" y las evaluaciones de riesgos para la salud de los consumidores se realizan a estos niveles, aunque un nivel de residuos más alto podría no representar un riesgo para los consumidores. En consecuencia, los LMR pueden ser fijados a diferentes niveles por diferentes países, dependiendo de los usos de plaguicidas registrados. El impacto ambiental del uso del plaguicida y las posibles medidas de mitigación del riesgo son evaluadas por la autoridad competente cuando el producto es aprobado en el país de uso: el impacto no necesita ser reevaluado por el país que importa el alimento o el pienso.

La UE está planeando ahora alejarse de estos principios internacionalmente establecidos para el establecimiento de los LMR. En su estrategia «De la granja a la Mesa» (F2F), que se examina con más detalle más adelante, la Comisión Europea anunció que tendrá en cuenta los factores medioambientales a la hora de establecer los LMR<sup>1</sup>. Existen otros ejemplos de tales políticas que distorsionan el comercio y sirven como advertencias<sup>2</sup>. Las políticas que facilitan el comercio, por otro

---

<sup>1</sup>El 6 de julio de 2022, la UE le notificó a la Organización Mundial del Comercio (OMC), en virtud de los Obstáculos Técnicos al Comercio, un proyecto de reglamento sobre la reducción de los LMR de las sustancias activas en dos plaguicidas, alegando el impacto ambiental global de su uso fuera de la UE (Comité de Obstáculos Técnicos al Comercio de la OMC, Notificación de la Unión Europea número 22-5221, de fecha 07/06/2022). Si se aplica este proyecto de reglamento, los países que exportan a la UE tendrían que reconsiderar el uso de esas sustancias en la producción de cultivos, a pesar de que están oficialmente registradas y aprobadas como seguras para uso en sus países. De esta manera, los LMR podrían acabar siendo utilizados como una herramienta para imponer la política de plaguicidas de la Comisión Europea a los socios comerciales, influyendo en los patrones de producción de cultivos en los países exportadores. En cualquier caso, la dirección política de la Comisión Europea es clara: un comunicado de prensa del 22 de junio de 2022 establece que "los alimentos importados que contengan residuos medibles de sustancias prohibidas [en la UE] no deben comercializarse en la UE con el paso del tiempo" (CE, 2022b).

<sup>2</sup>Otro ejemplo del efecto distorsionador de las regulaciones "locales" sobre la productividad, los ingresos agrícolas de los países productores y el comercio internacional es el caso de México y su prohibición del maíz genéticamente modificado, que se espera entre en vigor en 2024. El análisis económico sugiere que el movimiento probablemente podría aumentar la

---

lado, ayudan a fomentar el desarrollo de la agricultura, un sector clave en términos de cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas de erradicación de la pobreza, hambre cero y el crecimiento económico y en términos de abordar el cambio climático, proteger los recursos naturales y mejorar la biodiversidad. En este contexto, Europa es un estudio de caso particularmente importante. Con su papel destacado en los mercados agroalimentarios, la UE es un actor mundial en materia de seguridad alimentaria y sus decisiones afectan sustancialmente al comercio internacional, a las políticas alimentarias de otros países y a la disponibilidad y accesibilidad de los alimentos a escala mundial.

Teniendo esto en cuenta, es importante examinar el Pacto Verde Europeo. Según lo acordado por el Consejo Europeo en diciembre de 2019, el Pacto Verde es una estrategia de crecimiento destinada a la transición de la economía europea a un modelo sostenible. El objetivo general es que la UE se convierta en el primer continente neutral desde el punto de vista climático para 2050, lo que dará lugar a un medio ambiente más limpio, una energía más asequible, un transporte más inteligente, nuevos puestos de trabajo y, en general, una mejor calidad de vida. Los elementos centrales y más generales del Pacto Verde incluyen la acción climática, la energía limpia, la industria sostenible, los edificios y las renovaciones, la movilidad sostenible y la eliminación de la contaminación. El fomento de la investigación y el desarrollo y la prevención de la competencia desleal por las fugas de carbono son otros objetivos. Las características más estrechamente relacionadas con la agricultura de la UE son la Estrategia F2F y la Estrategia sobre Biodiversidad.

La Estrategia F2F tiene como objetivo abordar las cuestiones medioambientales de los sistemas alimentarios, la equidad, la sostenibilidad y la salud de los europeos. También se centra en reducir el desperdicio y transformar la producción, el procesamiento, el comercio minorista, el embalaje y el transporte de alimentos. La Estrategia de Biodiversidad identifica los factores clave de la pérdida de biodiversidad, como los cambios en el uso de la tierra y el mar, la sobreexplotación, el cambio climático, la contaminación y las especies exóticas invasoras. La pérdida de biodiversidad y el cambio climático están intrínsecamente vinculados, y las soluciones basadas en la naturaleza desempeñarán un papel esencial en la mitigación y adaptación al cambio climático. Las dos estrategias pretenden ser complementarias y en conjunto promover la restauración de bosques, suelos y humedales y la creación de espacios verdes en las ciudades.

En general, el Pacto Verde de la UE es el resultado de un largo proceso de redefinición de la política agrícola europea para centrarse en los objetivos medioambientales. Si finalmente se implementa a través de regulación de la UE en un proceso legislativo que se espera lleve varios años e implique la interacción de los poderes institucionales de la UE, tendrá consecuencias significativas a nivel mundial. El impacto sería más grave si se añade a las distorsiones que ya existen en el sistema.

Se han adoptado el Pacto Verde y las estrategias conexas, y ahora reciben un apoyo activo. Se ha iniciado el proceso legislativo para seguir aplicándolos e implementándolos en los reglamentos de la UE, por lo que es esencial explorar el impacto de dos estrategias europeas en otros países y regiones del mundo. Debemos tratar de comprender las repercusiones para los sistemas alimentarios mundiales y la seguridad alimentaria.

Esperamos contribuir a este entendimiento examinando elementos específicos del Pacto Verde Europeo desde una perspectiva de seguridad alimentaria e iniciar una conversación sobre la revisión de la agenda política. Queremos explorar cómo podemos lograr la sostenibilidad ambiental y

---

propia inseguridad alimentaria del país a través de mayores costos de alimentos, agregar USD 4.4 mil millones a sus costos de importación de maíz e imponer cambios fundamentales y costosos, particularmente a los sectores agrícolas y de manejo de granos de EE. UU. Y Canadá (WPI, 2022). La prohibición, por ejemplo, obligará potencialmente a los principales exportadores de maíz del mundo a cambiar la producción para satisfacer las demandas de México e introducir actividades de preservación de la identidad que son más riesgosas y están vinculadas a la oferta volátil, la demanda inelástica y las primas de precios fluctuantes. De esta manera, es probable que las decisiones de política de México exacerben las restricciones existentes en la cadena de suministro y sometan a su economía, y a la de sus socios comerciales, a una volatilidad adicional en el suministro de granos y a la fijación de precios.

socioeconómica al tiempo que aseguramos que las decisiones políticas beneficien tanto la seguridad alimentaria como el desempeño ambiental. Si bien el Pacto Verde Europeo abarca muchos ámbitos e incorpora muchos enfoques, nos centramos en los más relevantes para las cuestiones socioeconómicas y los aspectos ambientales. Estos incluyen cambios en el uso de insumos agrícolas, cambios en el uso de la tierra, cláusulas espejo en el comercio internacional e innovación como un medio para lograr una mayor sostenibilidad económica, social y ambiental de la agricultura.

El documento comienza con una descripción general de los desafíos mundiales emergentes que hacen de este un momento particularmente crítico para examinar las políticas agrícolas y comerciales en términos de su impacto en la seguridad alimentaria. A continuación, presentamos una visión general de los objetivos de la política agrícola de la UE, concretamente el Pacto Verde Europeo, y debatimos los posibles impactos de las intervenciones relacionadas con la oferta integradas en su Estrategia F2F y Estrategia de Biodiversidad a nivel europeo y mundial<sup>3</sup>. Discutimos la necesidad para un marco político que sea más capaz de abordar no solo los objetivos socioeconómicos y ambientales en general, sino también la vulnerabilidad del sistema alimentario, especialmente la seguridad alimentaria, y explorar cómo la innovación puede apoyar estos objetivos. Nuestras observaciones finales alientan la continuación del debate sobre la manera de mejorar la seguridad alimentaria al tiempo que se garantiza la prosperidad económica del sector agrícola y se proporcionan beneficios ambientales a la sociedad en general.

## 2. DESAFÍOS GLOBALES EMERGENTES Y OTROS CONTEXTOS POLÍTICOS



### Evolución fundamental del mercado

Se espera que la población mundial aumente a 9.700 millones de personas para 2050 de unos 7.900 millones en la actualidad y podría aumentar a 10.400 millones de personas para 2100 (ONU, 2022). Junto con el crecimiento de los ingresos, los cambios en los hábitos dietéticos y el aumento del consumo de carne en los países menos desarrollados, los investigadores esperan un aumento significativo en la demanda mundial de alimentos (Alexandratos y Bruinsma, 2012; Tilman et al., 2011) y un cambio en los patrones de consumo hacia productos alimenticios perecederos y que requieren más recursos (FAO, 202 b; OCDE y FAO, 2022). Los resultados de un metaanálisis reciente de 57 estudios sugieren que, en un escenario de negocios como el habitual (business as usual), el consumo mundial total de alimentos aumentará en más del 50 por ciento para 2050 en comparación con 2010 (van Dijk et al., 2021)<sup>4</sup>.

Se espera que la reciente tasa de crecimiento excepcional de la demanda agrícola disminuya al menos en la próxima década (OCDE y FAO, 2022). Impulsados por una desaceleración esperada en el crecimiento de la demanda en China y otros países de ingresos medianos, y en la demanda mundial de biocombustibles, la OCDE y la FAO (2022) esperan que la demanda mundial de productos agrícolas (incluidos los usos no alimentarios) crezca a solo 1.1 por ciento anual durante la próxima década. Proyectan que

<sup>3</sup> A falta de evaluaciones específicas revisadas por pares, nuestro análisis no se extiende a otras estrategias del Pacto Verde Europeo, como la Estrategia de Sostenibilidad Química. No obstante, integramos los posibles efectos negativos sobre la seguridad alimentaria en nuestras conclusiones orientadas hacia el futuro.

<sup>4</sup> Este aumento del consumo afectará a los cultivos de productos básicos, pero también a la carne, la fibra y los productos lácteos. Se prevé que la producción de biocombustibles también aumente (Muscat et al., 2020; IAE, 2021).

la demanda mundial de alimentos aumentará en un 1,4 por ciento por año durante la próxima década, impulsada por el crecimiento de la población y el ingreso per cápita. Al mismo tiempo, estiman que la producción agrícola mundial crecerá un 17 por ciento en los próximos diez años, pero señalan que poner fin simultáneamente al hambre mundial y encarrilar la agricultura para contribuir a alcanzar la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) del Acuerdo de París requeriría una aceleración más sustancial del crecimiento de la productividad. Su análisis de escenarios sugiere que el logro simultáneo de estos objetivos requeriría un aumento medio de la productividad agrícola mundial del 28 por ciento durante la próxima década.

### **Desarrollos adicionales, mayor inseguridad alimentaria**

Ya nos estamos enfrentando a un desafío, y es fundamental recordar que estas previsiones no pueden integrar plenamente los impactos de las crisis geopolíticas, las pandemias, los principales cambios en las condiciones climáticas o el entorno político cambiante. Aunque los detalles van más allá del alcance de este documento, los posibles impactos adicionales de algunos de estos eventos se cubren en referencias que incluyen a Malico et al. (2019), Nakada et ál. (2014), Yadaw et al. (2020) y USDA (2020; 2022)<sup>5</sup>.

De hecho, muchos líderes mundiales han expresado su preocupación de que las interrupciones del comercio, los precios récord y la excesiva volatilidad de los productos agrícolas y alimenticios podrían poner en peligro la seguridad alimentaria de todos los países, en particular los países menos adelantados y los importadores netos de alimentos, que se ven afectados de manera desproporcionada por la crisis (véase, por ejemplo, G7 Alemania, 2022). La situación actual es particularmente dura para los países en desarrollo por dos razones adicionales: muchos ahora enfrentan niveles de deuda inusualmente altos porque aumentaron el gasto público en respuesta a la pandemia de COVID-19, y muchos deben pagar las deudas en dólares estadounidenses (USD), que se han fortalecido gradualmente contra otras monedas importantes desde la segunda mitad de 2021 (FAO, 2022a; Cousin et al., 2022).

En última instancia, cientos de millones de personas, particularmente en los países de bajos ingresos, se enfrentan a amenazas existenciales (von Cramon-Taubadel, 2022). Aunque algunos efectos sobre los precios podrían estabilizarse a mediano plazo (Glauben et al., 2022), las consecuencias a corto plazo para los países importadores netos con ingresos familiares bajos y muy bajos son drásticas (PMA, 2022).

Esta crisis alimentaria inminente ha provocado una nueva conciencia de que la tarea principal de la agricultura radica en la producción de alimentos. La seguridad alimentaria, que se ha dado por sentada en muchos países de altos ingresos, vuelve a figurar en el programa de políticas. Dado que las políticas tienen dimensiones internacionales y geopolíticas que van más allá de consideraciones meramente nacionales o regionales (von Cramon-Taubadel, 2022), debemos preguntarnos: ¿las políticas existentes abordan estos problemas?

---

<sup>5</sup> Cabe señalar también que los fenómenos meteorológicos extremos, es decir, las consecuencias del cambio climático, y conflictos como la guerra rusa en Ucrania afectan simultáneamente a numerosas regiones del mundo. La combinación de instrumentos políticos que tienden a endurecer los mercados internacionales y las malas cosechas en múltiples regiones al mismo tiempo hace que sea más lento y costoso para la reacción de los mercados internacionales. El resultado potencial es una mayor inseguridad alimentaria en términos de disponibilidad limitada de alimentos y precios más altos de los alimentos. Para muchos países y comunidades, la situación actual ya significa una falta de acceso a comidas regulares. Más adelante, los países de altos ingresos, que pueden pagar precios más altos y compensar a (algunos) consumidores a través de medidas de política social, pueden negociar y adaptarse. Los países menos desarrollados y los sectores pobres de su población serán los más perjudicados.

### 3. OBJETIVOS DE LA POLÍTICA DE LA UE Y EVALUACIONES DE IMPACTO DEL PACTO VERDE EUROPEO



Este es un momento crítico para examinar el impacto de la política agrícola, en particular las regulaciones que afectan la producción agrícola y el comercio de alimentos. Debemos asegurarnos de que no conduzcan a consecuencias no deseadas que amenacen aún más la seguridad alimentaria, ya sea a nivel local o en el extranjero. El Pacto Verde Europeo, con su Estrategia F2F y su Estrategia de Biodiversidad, es un ejemplo que requiere un examen cuidadoso<sup>6</sup>. La UE es un mercado importante para los productos agroalimentarios (véase, por ejemplo, CE, 2022a), y los líderes políticos de la región han expresado su intención de difundir sus políticas a través de la Diplomacia Verde<sup>7</sup> y, potencialmente, medidas comerciales.

#### Pacto Verde Europeo

La política agrícola europea ha sido objeto de una reforma constante. En la década de 1980, el principal objetivo político había ido más allá de simplemente producir cantidades suficientes de alimentos y más bien apuntó a un modelo agrícola europeo multifuncional destinado a ser versátil, sostenible y competitivo (Gaupp-Berghausen et al., 2022). Desde entonces, los objetivos de la política agrícola de la UE se han adaptado y reformulado constantemente. En la actualidad, los diez objetivos que constituyen la base del desarrollo de la política agrícola de la UE entre 2023 y 2027<sup>8</sup> no incluyen explícitamente los alimentos disponibilidad y seguridad. Ambos se han dado por sentado en la UE desde finales de la década de 1980 (Gaupp-Berghausen et al., 2022).

El Pacto Verde Europeo, por CE (2019), introduce una narrativa adicional porque "... *tiene como objetivo transformar la UE en una sociedad justa y próspera, con una economía moderna, eficiente en el uso de los recursos y competitiva donde no haya emisiones netas de gases de efecto invernadero en 2050 y donde el crecimiento económico se disocie del uso de los recursos. También tiene como objetivo proteger, conservar y mejorar el capital natural de la UE, y proteger la salud y el bienestar de los ciudadanos de los riesgos e impactos relacionados con el medio ambiente.*"

<sup>6</sup> Cabe señalar que, aunque nuestro análisis se centra principalmente en la Estrategia F2F y la Estrategia de Biodiversidad, hay otros elementos relevantes en el Pacto Verde Europeo que merecen una evaluación cuidadosa por sus efectos conjuntos en la seguridad alimentaria y la viabilidad de la agricultura. Entre ellos figura la Estrategia de Sostenibilidad Química, que en sí misma podría tener un gran impacto en la disponibilidad de soluciones técnicas para la agricultura. Todas estas estrategias están diseñadas para hacer que la economía de la UE sea sostenible y productiva, pero objetivos como la reducción de los insumos químicos tendrán un impacto significativo en los agricultores dentro y fuera de la UE, y el efecto combinado de las tres estrategias afectará en última instancia a la viabilidad de la agricultura en términos ambientales, económicos y sociales.

<sup>7</sup> Este término se refiere a la diplomacia preventiva que busca construir resiliencia y armonizar los intereses del Estado con los intereses de conservación y desarrollo sostenible. En junio de 2003, el Consejo Europeo decidió lanzar una iniciativa para promover la integración de los objetivos medioambientales en las relaciones exteriores (Diplomacia Verde de la UE) y establecer una red informal de funcionarios que trabajen en cuestiones medioambientales internacionales y de desarrollo sostenible (véase, por ejemplo, [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/DOC\\_03\\_3](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/DOC_03_3) (último acceso: 5 de septiembre de 2022)).

<sup>8</sup> Estos objetivos son: (1) garantizar una renta justa para los agricultores, (2) aumentar la competitividad, (3) mejorar la posición de los agricultores en la cadena alimentaria, (4) acción contra el cambio climático, (5) cuidado del medio ambiente, (6) preservar los paisajes y la biodiversidad, (7) apoyar la renovación generacional, (8) zonas rurales vibrantes, (9) proteger la calidad de los alimentos y la salud, y (10) fomentar el conocimiento y la innovación (Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea, 2021).

Aunque el Pacto Verde Europeo cubre todos los sectores, la agricultura desempeña un papel clave y la Estrategia F2F (CE, 2020a) y la Estrategia de Biodiversidad (CE, 2020b), como se ha discutido anteriormente, constituyen el núcleo de la política pertinente. Los objetivos de las dos estrategias que están vinculadas a garantizar el consumo sostenible de alimentos y otros productos agrícolas básicos se formulan generalmente en términos cualitativos. Muchos de los que se centran en la producción sostenible tienen valores objetivo-cuantitativos. Por ejemplo, para 2030, el sector agrícola debería:

- contribuir a una reducción de al menos el 55% de las emisiones netas de gases de efecto invernadero (GEI),
- reducir la pérdida de nutrientes en un 50 por ciento y el uso de fertilizantes químicos en un 20 por ciento,
- reducir el uso y el riesgo de los plaguicidas químicos en un 50 por ciento,
- disminuir las ventas de antimicrobianos en un 50 por ciento,
- aumentar el área dedicada a la agricultura orgánica al 25 por ciento de toda la superficie agrícola utilizada, y
- establecer un mínimo del 10 por ciento de área no productiva.

### **Evaluación del impacto de las dos estrategias**

La integración e implementación de las dos estrategias en la reglamentación europea llevará varios años e implicará la interacción de los poderes institucionales de la UE. Al mismo tiempo, cuantificar sus posibles impactos es un reto debido a la necesidad de perfeccionar las disposiciones legales para garantizar una puesta en práctica y una implementación equilibrada. No obstante, se dispone de seis evaluaciones de impacto iniciales.

Estas evaluaciones, generalmente basadas en cálculos estándar de la economía agrícola y enfoques de modelamiento son, en orden alfabético: Barreiro-Hurle et al. (2021), Beckmann et al. (2020), Bremmer et al. (2022), Henning et al. (2021), Kühn et al. (2021), y Noleppa y Carlsburg (2021). Si bien cada estudio cubre solo objetivos estratégicos seleccionados, en general, ofrecen información valiosa. Cabe señalar que estos estudios generalmente se centran en la implementación de las dos estrategias solo en la UE<sup>9</sup>. Aunque este documento se centra en el impacto potencial fuera de la UE, es necesario examinar primero los posibles efectos internos.

### **Bibliografía existente centrada en las repercusiones económicas en la UE**

Hemos utilizado parcialmente el metaanálisis de Wesseler (2022) de las seis evaluaciones de impacto para dar un resumen a continuación. Sin embargo, observamos que este metaanálisis y la discusión adicional basada en estos estudios aún son limitados porque solo abordan objetivos cuantificables del lado de la oferta de las dos estrategias: los objetivos no cuantificados del lado de la demanda (ver CE, 2020 a; b) no se incluyen porque no se prestan a cálculos concretos. Sin embargo, son claramente relevantes para la evaluación de impacto (véase, por ejemplo, Purnhagen, 2022). Como tal, los estudios son incompletos y no proporcionan una imagen holística de los resultados potenciales. Los estudios también abordan diferentes objetivos y utilizan diferentes modelos y cálculos económicos, por lo que no pueden

---

<sup>9</sup> El análisis de Beckmann et al. (2020) incluye además escenarios centrados en la implementación de las dos estrategias más allá de la UE y a escala global. Para comparar de manera significativa los resultados de las seis evaluaciones de impacto, hemos excluido los hallazgos específicos asociados con estos escenarios más amplios.

compararse directamente; los análisis conducen a resultados diferentes. La siguiente tabla describe la cobertura y da resultados seleccionados de los seis estudios.

### Cobertura y resultados seleccionados de estudios ex ante sobre los impactos del Pacto Verde Europeo

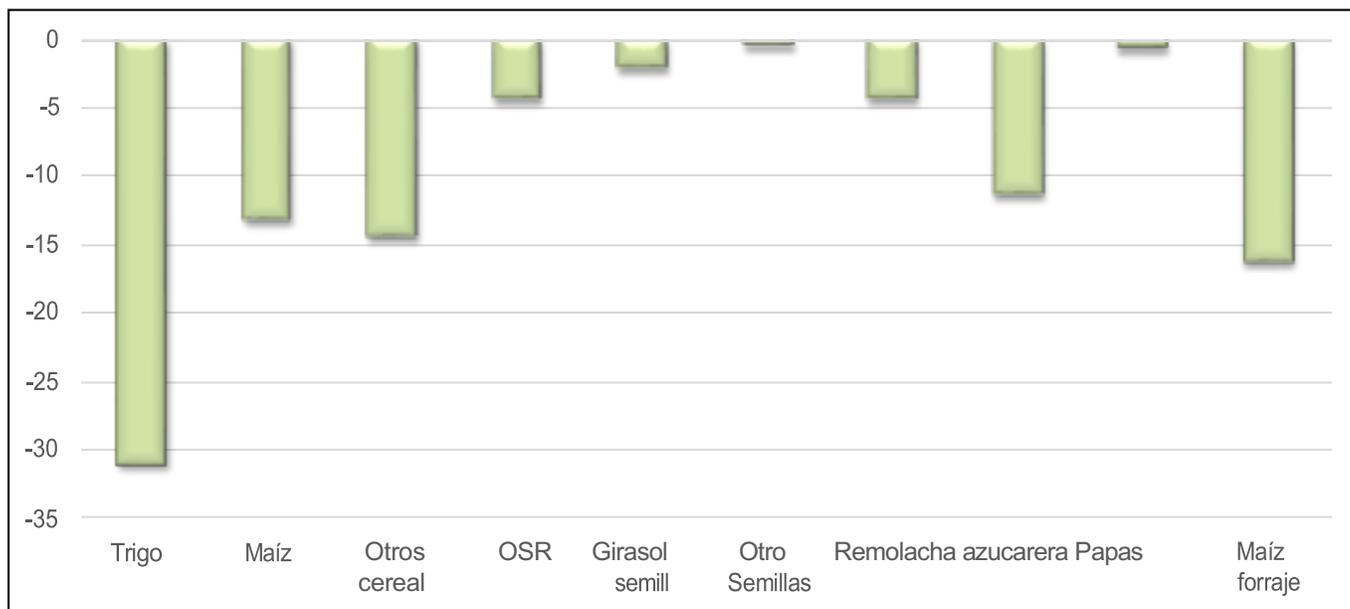
	Barreiro-Hurle et al. (2021)	Beckmann et ál. (2020)	Bremmer et al. (2022)	Henning (2021)	Kühl et al. (2021)	Noleppa y Carlsburg (2021)
<b>Objetivos cubiertos</b>						
Pérdida de nutrientes -50%	<b>X</b>		<b>X</b>		<b>X</b>	
Uso de fertilizantes: -20 %		<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
Uso de plaguicidas -50 %	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
Riesgo de plaguicidas: -50 %	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
Antimicrobianos -50 %		<b>X</b>				
Agricultura orgánica: 25 %	<b>X</b>		<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
Área no productiva: 10 %		<b>X</b>				<b>X</b>
<b>Impactos evaluados (impactos de producción y precios en %)</b>						
Producción de cereales	-15	-49	-16	-24	-14	-26
Producción de semillas oleaginosas	-14	-61	-18	-20	-14	-24
Producción de otros cultivos	hasta -12	-5	hasta -31	Hasta -32		hasta -24
Producción de productos animales	hasta -13 -13	Hasta -14		Hasta -20		
Incremento de los precios en las granjas	10 en promedio	17 en promedio	hasta 41	hasta 58		entre 3 y 14
Comercio agrícola	Disminución en exportación neta	Más importaciones menos exportaciones	Aumento en Importación neta	Más importaciones menos exportaciones		Más importaciones menos exportaciones
Sectorial y/o costes sociales	hasta 18000 millones EUR	hasta USD 71 mil millones	hasta 12 000 millones EUR			hasta EUR 29.000 millones

Fuente: Tabla propia, parcialmente basada en Wesseler (2022).

A pesar de las limitaciones de nuestro enfoque, la magnitud del impacto potencial está clara en el análisis y esto permite conclusiones inequívocas. Las conclusiones, que abarcan toda la UE y están vinculadas a sus socios comerciales, pueden resumirse del siguiente modo (para más detalles, véase Wesseler, 2022):

- **Disminución de la producción:** La consecución de los objetivos definidos conduciría a una reducción de la producción agrícola y ganadera en la UE. Se puede esperar una disminución de la producción del 24 por ciento para los cereales y del 25 por ciento para las semillas oleaginosas en promedio. Esto también reduciría el suministro interno de alimentos.
- **Precios más altos:** Esta reducción iría acompañada de un aumento de los precios de las materias primas agrícolas y de los alimentos. Debe esperarse un aumento de los precios de los productos básicos de no menos del diez por ciento.
- **Disminución del crecimiento agrícola y económico:** La contracción de la producción, el aumento de los precios para los consumidores y el deterioro de la situación comercial afectarán la prosperidad sectorial y económica. A menos que se vean reforzados por transferencias adicionales del gobierno, los ingresos del sector agrícola y los ingresos de la sociedad generados, por ejemplo, por los proveedores de insumos y el rendimiento de los procesadores de productos a lo largo de las cadenas de valor, se reducirían considerablemente. De hecho, los valores en miles de millones de euros por encima deben considerarse bajos porque los costos administrativos, de información y de comunicación adicionales asociados con los cambios de política no se han considerado de manera significativa (Wesseler, 2022).
- **Disminución de las exportaciones:** La aplicación de las dos estrategias conduciría a una disminución de las exportaciones de la UE de algunos productos agrícolas clave, mientras que las importaciones de otros productos básicos clave aumentarían en consecuencia. Por lo tanto, la posición comercial neta de la UE podría deteriorarse, e incluso podría llegar a ser un importador neto en algunos mercados donde es un exportador neto. La proporción de alimentos procedentes del extranjero aumentará a expensas de los alimentos cultivados en el país. Los autores están de acuerdo en este punto. La balanza comercial con respecto a todos los principales cultivos de labranza se vería afectada negativamente, y millones de toneladas de cereales, semillas oleaginosas y otros cultivos faltarían en la UE si las dos estrategias se implementan completamente (Noleppa y Carlsburg, 2021). En el gráfico que figura a continuación se muestra esa distribución.

## Efectos sobre la balanza comercial de la estrategia «De la granja a la Mesa» y la estrategia de biodiversidad de la UE (en millones de toneladas)



Fuente: Cifra propia basada en Noleppa y Carlsburg (2021).

### Consecuencias no económicas en la UE

Aparte de estas consecuencias económicas, algunas de las evaluaciones de impacto y otros estudios abordan posibles impactos ambientales, sectoriales y sociales más amplios, que son más difíciles de cuantificar. Aunque es probable que muchos de ellos afecten principalmente a terceros países y se examinan más adelante, algunos son más específicamente pertinentes para la UE. La investigación predice:

- **Terrenos más caros:** Las tierras ya utilizadas para la agricultura -especialmente en la UE- se encarecerían. Para satisfacer aún más los mercados, los agricultores europeos emprendedores buscarán más tierra, que ya es un recurso muy escaso en la UE. Barreiro-Hurle et al. (2021) y Henning et al. (2021) modelan aumentos regionales del precio del suelo de hasta el 200 por ciento.
- **Reducción del rendimiento:** La razón detrás de esto es que la aplicación de las dos estrategias, en particular, la asignación de una cantidad sustancial de tierra a la agricultura orgánica y la reducción de pesticidas y fertilizantes tendería a reducir los rendimientos (Wesseler, 2022). Una disminución significativa en los ingresos agrícolas también afectará la capacidad de los agricultores para invertir en soluciones positivas para la naturaleza, haciendo que el sector sea cada vez menos receptivo a la innovación y negando las oportunidades de aumento sostenible de la productividad.
- **Desafíos legales:** Finally, Pelkmans (2021) y Purnhagen (2022) también ven desafíos desde una perspectiva legal. De acuerdo con los autores, las regulaciones internacionales de comercio y otros temas constitucionales tienen que ser atendidos y los problemas correspondientes solucionados antes de que puedan entrar en vigor las dos estrategias.

Estas evaluaciones de impacto muestran que la aplicación de los objetivos de oferta de las dos estrategias del Pacto Verde Europeo puede tener ciertas consecuencias socioeconómicas y medioambientales negativas. Aunque las evaluaciones se basan en modelos simplificados (véase Wesseler, 2022), los resultados muestran una clara tendencia y apuntan en una dirección similar: podemos esperar una contracción de la producción de la UE y precios más altos en el mercado mundial. Esto afectará negativamente el comercio agrícola mundial y la seguridad alimentaria.

## **Implicaciones para la agricultura internacional y las relaciones comerciales de alimentos**

Si bien los estudios se centraron en la UE, identificaron áreas en las que las políticas pueden tener un impacto significativo en el extranjero: especialmente el comercio, pero también las cuestiones ambientales relacionadas con el cambio de uso de la tierra que probablemente afectarán a la seguridad alimentaria. Todos estos temas merecen un examen cuidadoso. Cuando se lleve a cabo el Pacto Verde Europeo, los cambios en el comercio agrícola internacional afectarán especialmente a la seguridad alimentaria, especialmente a escala mundial, ya que la UE es una de las regiones con mayor seguridad alimentaria del mundo, si no la mayor. (Beltrán et al., 2021; Paarlberg, 2022). Por lo tanto, estamos de acuerdo con Tolu (2022): las implicaciones para la agricultura internacional y las relaciones comerciales de alimentos son de importancia crítica.

Los estudios de impacto disponibles se centran en la UE y no se han utilizado escenarios significativos o enfoques de modelización para examinar dónde se producirán los cambios en la producción y el consumo de cultivos a nivel mundial. Por lo tanto, es difícil decir cómo podrían verse afectados los flujos específicos de comercio agrícola entre socios. No obstante, se dispone de algunas observaciones y opiniones pertinentes de expertos académicos.

Faichuk et al. (2022), por ejemplo, argumentan que la mayoría de los investigadores que estudian los impactos de las nuevas políticas en el comercio internacional apuntan a la amenaza de una desaceleración del comercio agroalimentario con la UE. Tolu (2022) concluye que una adopción por parte de la UE de normas de producción más estrictas afectaría inevitablemente a los exportadores netos mundiales. Schiavo et al. (2022) apoyan esto, argumentando que una implementación de las dos estrategias llevaría a los agricultores y procesadores de la UE a ser aplastados por competidores internacionales y pondría en riesgo la seguridad alimentaria mundial. Esto se debe a que la seguridad alimentaria y el comercio van de la mano (Hackenesch et al., 2021) y cualquier distorsión en el primero conduce en última instancia a distorsiones en el segundo.

Por lo tanto, la aplicación de las dos estrategias puede afectar al comercio agrícola internacional y, en consecuencia, a los mercados alimentarios no pertenecientes a la UE, tanto a través de cambios directos en los precios y cantidades del mercado, como indirectamente a través de cambios en las normas del mercado.

### **Cambios directos en los precios y cantidades del mercado que conducen a la inseguridad alimentaria**

Las seis evaluaciones de impacto del Pacto Verde Europeo indican un aumento sustancial de los precios principalmente a nivel mundial, aunque también a nivel de la UE. Este hallazgo también es apoyado, aunque generalmente no en términos cuantitativos, por otros científicos y expertos:

- Según Baquedano et al. (2022), las políticas que restringen el uso de insumos agrícolas han demostrado que aumentan los precios internacionales de los alimentos y aumentan la inseguridad alimentaria mundial.
- Faichuk et al. (2022) argumentan que una disminución de las exportaciones de la UE y una reducción general de las actividades comerciales resultantes de la implementación del Pacto Verde Europeo conducirían a un aumento de los precios y costos de los alimentos a escala mundial. Esto tendría un impacto negativo adicional en la seguridad alimentaria.
- Debido a que la UE es un actor importante en el comercio agrícola y alimentario (Faichuk et al., 2022), la reducción prevista de los insumos en la UE podría conducir a una disminución sustancial del suministro mundial de alimentos y a un aumento considerable de los precios internacionales de los alimentos, según Beckman et al. (2021). Tener menos alimentos disponibles ejerce más presión sobre la distribución y el comercio.
- Los cambios en la oferta y la demanda internas vinculados a las dos estrategias, según Dekeyser y Woolfrey (2021), contribuirían aún más a la escasez del mercado mundial y, por lo tanto, al aumento de los precios internacionales de los alimentos. Esto aumentaría la inseguridad alimentaria mundial.

Los científicos también ven una relación directa entre el aumento de los precios internacionales de los alimentos y la seguridad alimentaria mundial. Cuanto más altos son los precios, mayor es la inseguridad alimentaria. Es probable que las naciones en desarrollo, particularmente muchos países africanos, que tienen poblaciones de rápido crecimiento que viven principalmente en áreas urbanas y ven patrones dietéticos cambiantes y una creciente dependencia de las importaciones de alimentos, sean los más afectados (Dekeyser y Woolfrey, 2021).

### **Impacto general en la inseguridad alimentaria mundial**

Podemos medir el impacto de esas distorsiones del comercio internacional y del mercado en la seguridad alimentaria mundial. La lógica económica es simple: a medida que los consumidores de todo el mundo pagan una mayor parte de sus ingresos por alimentos, los ingresos relativos disminuyen (Beckman et al., 2021). Esto dejará algunos atrás debido a las siguientes razones:

- **Aumentos de precios:** Varias evaluaciones de impacto indican un aumento promedio de precios de entre el diez por ciento y el 17 por ciento, y a veces más. Citando al Banco Mundial, Bruce-Lockhart y Terazono (2022) argumentan que, por cada aumento de 1,0 punto porcentual en los precios mundiales de los alimentos, podemos esperar que otros diez millones de personas caigan en la pobreza extrema y, posteriormente, enfrenten una mayor inseguridad alimentaria. Beltrán et al. (2021) argumentan que un aumento de 1,0 punto porcentual en los precios de los alimentos debería estar asociado con más de 20 millones de personas desnutridas adicionales a escala mundial. Al final, las estimaciones sugieren que entre 100 millones a más de 300 millones de personas podrían verse afectadas significativamente si se aplican las dos estrategias.
- **Inseguridad alimentaria:** Baquedano et al. (2022) calculan que entre 30 y 170 millones más de personas con inseguridad alimentaria, todas en países en desarrollo, resultarían de una implementación de las dos estrategias. Beltrán et al. (2021) estiman entre 20 y 180 millones de personas adicionales con inseguridad alimentaria en más de 70 países de ingresos bajos y medios. Noleppa y Carlsburg (2021) argumentan que la disponibilidad de alimentos se reduciría para 130 millones a 190 millones de personas debido a los efectos del lado de la oferta de las dos estrategias.

Pongamos esos números en perspectiva: según Bruce-Lockhart y Terazono (2022), que citan a la FAO, la guerra rusa contra Ucrania puede vincularse a entre 13 y 17 millones más de personas desnutridas. Por lo tanto, el impacto del Pacto Verde Europeo podría ser diez veces mayor que el impacto de la inseguridad alimentaria al que nos enfrentamos ahora, y que ya está dando lugar a notables ajustes en la política agrícola.

Por lo tanto, está claro que las dos estrategias del Pacto Verde Europeo, si no se gestionan adecuadamente, tienen el potencial de cambiar sustancialmente la situación geopolítica a través de distorsiones del mercado y el comercio que crean nuevos desafíos para los estados y las sociedades (Wrzaszcz y Prandecki, 2020).

### **Externalidades ambientales negativas**

Las dos estrategias también pueden tener consecuencias no deseadas para el medio ambiente y la sostenibilidad. Tras la aplicación, las importaciones netas adicionales de la UE podrían proceder principalmente de regiones con normas medioambientales más bajas, en particular en términos de emisiones de GEI (Schiavo et al., 2021). Posteriormente, una menor producción europea conducirá a un aumento de la producción agrícola fuera de Europa. Dependiendo de dónde tenga lugar, este cambio podría generar externalidades ambientales negativas (Dekeyser y Woolfrey, 2021).

Según Beckman et al. (2020), es probable que la disminución de la producción agrícola en la UE y el aumento asociado de los precios mundiales de los alimentos intensifiquen la producción agrícola

principalmente en África, Asia y América Latina. Estas regiones generalmente tienen estándares ambientales más bajos y prácticas agrícolas menos sostenibles (según lo definido por los estándares de la UE) que la UE, por lo que este cambio geográfico en la producción podría socavar muchos de los beneficios ambientales atribuidos a las dos estrategias (Barreiro-Hurle et al., 2021; Dekeyser y Woolfrey, 2021).

Una simple comparación ilustra este efecto: según la FAO (2022b), la intensidad de emisión de GEI por unidad de cereales producidos es un 19 por ciento más alta a nivel mundial que en Europa. Esto está relacionado en gran medida con la energía incorporada en los insumos agrícolas, particularmente los fertilizantes. Dado que la intensidad específica de los factores por kilogramo de producción es bastante alta en los principales competidores de la UE en el comercio agrícola, el saldo neto de un cambio de producción a estos otros países debe ser negativo. Esto se aplica particularmente a Brasil, Estados Unidos, Noruega y China, cuatro de los cinco principales exportadores agroalimentarios a la UE (Faichuk et al., 2022).

### **Cambio indirecto del uso de la tierra, emisiones de GEI y pérdida de biodiversidad**

La fuga ambiental se debería principalmente a la necesidad de tierras adicionales debido a las diferencias de rendimiento entre Europa y el resto del mundo: se debe cultivar más tierra para producir la misma cantidad de alimentos, lo que empeora el problema ambiental a nivel mundial (Paarlberg, 2022; Clark 2020).

Perseguir la expansión de la tierra en lugar de la intensificación agrícola es la mayor amenaza para la biodiversidad mundial y afecta sustancialmente el cambio climático (IPCC, 2019). Se proyecta que esta dinámica se fortalezca y tenga un impacto particular en los países de África subsahariana y América Latina (Williams et al., 2021), así como en el sudeste asiático. Este es un detalle particularmente importante porque la biodiversidad no está distribuida equitativamente en todo el mundo. Hay más riqueza de especies y biomasa por unidad de tierra en las áreas alrededor del ecuador, aquellas áreas identificadas como más probablemente sujetas a una mayor presión sobre la expansión de la tierra, y menos en zonas templadas como la mayor parte de la UE (Saupe et al., 2019). Es importante señalar también que a lo largo de los siglos esto ha llevado a un mayor secuestro de carbono por debajo y / o por encima del suelo en hábitats naturales o seminaturales aún disponibles en latitudes más bajas.

Las evaluaciones de impacto muestran que las dos estrategias conducirían a cambios indirectos en el uso de la tierra (CIUT), la conversión de hábitats naturales o seminaturales en tierras agrícolas. Excluyendo el diez por ciento del área agrícola de la UE destinada a ser no productiva y reservada para la naturaleza y los hábitats seminaturales, Bremmer et al. (2022) vinculan ILUC de 4,4 millones de hectáreas y Henning et al. (2021) de 7,1 millones de hectáreas con la implementación de escenarios específicos de la Estrategia F2F. Incluyendo una reserva adicional del diez por ciento impulsada por la Estrategia de Biodiversidad, y teniendo en cuenta el hecho de que es necesario aumentar la cantidad de tierra utilizada para el cultivo de leguminosas para satisfacer las necesidades nutricionales de los cultivos (Connor, 2018), particularmente en términos de nitrógeno<sup>10</sup>, aumentaría aún más el CIUT causado por los efectos del lado de la oferta a muy por encima de los diez millones de hectáreas según Noleppa y Carlsburg (2021). Esto no puede ser efectivo en términos de mitigación del cambio climático y preservación de la biodiversidad (Paarlberg, 2022), especialmente porque debe tenerse en cuenta que una prohibición de cualquier plaguicida en las llamadas áreas sensibles como propone la Comisión Europea en el Reglamento de Uso Sostenible podría significar que la pérdida de área agrícola sea incluso mayor que la descrita en la Estrategia F2F.

La investigación de la Oficina de Propiedad Intelectual de la Unión Europea y la Oficina Comunitaria de Variedades Vegetales, basada principalmente en Noleppa y Carlsburg (2021), ha

---

<sup>10</sup> Es importante tener en cuenta que esto a menudo se descuida en los enfoques de modelado (Beltran et al., 2021).

calculado recientemente la cantidad de GEI adicional emitida a escala mundial y la pérdida de biodiversidad mundial que puede asociarse con el CIUT (EUIPO y OCVV, 2022):

- **Aumento de las emisiones de GEI:** Aproximadamente 200 millones de toneladas adicionales de dióxido de carbono se emiten a la atmósfera por cada millón de hectáreas de CIUT. Por lo tanto, el CIUT global potencialmente causado por el Pacto Verde Europeo podría resultar fácilmente en la emisión de 2.000 millones de toneladas de dióxido de carbono. Este es un volumen casi equivalente a las emisiones anuales de un país como Rusia (Banco Mundial, 2022).
- **Pérdida acelerada de biodiversidad:** Por cada millón de hectáreas de CIUT a escala global, podría ser tan grande como la riqueza de especies que ahora se pueden encontrar en 0,35 a 0,55 millones de hectáreas de bosque tropical brasileño o de indonesia. Por lo tanto, la aplicación de las dos estrategias en la UE podría dar lugar a una pérdida de biodiversidad mundial comparable a la biodiversidad que se encuentra actualmente en 3,5 a 5,5 millones de hectáreas de, por ejemplo, preciosa selva tropical.

Por lo tanto, la pérdida de biodiversidad observada a nivel mundial podría superar con creces cualquier ganancia en la UE (Williams et al, 2021). Por lo tanto, los Estados miembros de la UE pueden externalizar el daño ambiental a otros países y, al mismo tiempo, atribuirse el mérito de las políticas ecológicas en casa (Fuchs et al., 2020). Si bien la UE cree que sus dos estrategias son "verdes" en ausencia de cambios importantes en la demanda interna, este puede no ser el caso. Convertir la tierra a la producción agrícola dañaría los hábitats de la vida silvestre y el clima (Paarlberg, 2022).

Este potencial de externalización del daño ambiental se considera uno de los principales riesgos de las estrategias agrícolas apoyadas por el Pacto Verde Europeo (Beltrán et al., 2021). Según los autores, la UE ya reconoce el riesgo de estas externalidades implícitas y reconoce que un cambio en el sistema agrícola y alimentario nacional de la UE debe ir acompañado de políticas que ayuden a elevar los estándares a nivel mundial. En otras palabras, la UE quiere abordar el problema de la externalización de la degradación ambiental (Beltran et al., 2021) exportando sus estándares. Por lo tanto, actualmente se están discutiendo medidas de política destinadas a alentar a los países exportadores a reevaluar sus estándares ambientales (Matthews, 2022a).

### **Acelerando una transición global hacia la producción sostenible de alimentos**

La UE tiene la intención de asumir un papel de liderazgo en la aceleración de una transición global hacia lo que considera una producción sostenible de alimentos (Leonard et al., 2021; Teevan et al., 2021). En CE (2020a), leemos "A través de sus políticas exteriores, incluida la cooperación internacional y la política comercial, la UE perseguirá el desarrollo de alianzas verdes sobre sistemas alimentarios sostenibles con todos sus socios en foros bilaterales, regionales y multilaterales [...] Se utilizarán políticas adecuadas de la UE, incluida la política comercial, para apoyar y formar parte de la transición ecológica de la UE. La UE tratará de garantizar que haya un capítulo ambicioso sobre sostenibilidad en todos los acuerdos comerciales bilaterales de la UE. Garantizará total implementación y cumplimiento de las disposiciones sobre comercio y desarrollo sostenible de todos los acuerdos comerciales [...]" (véase también Paarlberg, 2022). ¿Qué significa esto? Según Fuchs et al. (2020), la UE quiere mostrar al resto del mundo cómo ser sostenible y competitivo. Reducir la huella ambiental de la producción agrícola es un objetivo digno y necesario (Paarlberg, 2022). Dado que la UE tiende a tener estándares regulatorios altos, si no los más altos, a nivel mundial, especialmente en términos de medio ambiente (Teevan et al., 2021), la mayoría de sus importaciones agroalimentarias actuales provienen de países con leyes ambientales que son menos estrictas (Fuchs et al., 2020). Por lo tanto, apuntar a establecer nuevos estándares globales de sostenibilidad en el sector agrícola y estimular a otros países a seguirlos (Hackenesch et al., 2021) es una buena idea en sí misma. Sin embargo, podría llegar a ser un esfuerzo complejo con efectos secundarios no deseados. Vale la pena considerar también que la regulación más estricta no es igual a la más segura o efectiva.

Aquí, vale la pena señalar que el Ministerio de Agricultura, Silvicultura y Pesca de Japón lanzó una estrategia para sistemas alimentarios sostenibles el año pasado (MAFF, 2021). Incluye propuestas para reducir el uso de plaguicidas y fertilizantes químicos para 2050, así como un aumento en la

agricultura orgánica y el abastecimiento sostenible de materiales de importación. Este "Pacto Verde japonés" es, sin embargo, voluntario y se basa en un diálogo multilateral. No tiene elementos prescriptivos y no impone normas de producción a los socios comerciales. Más bien, fortalece la participación de las partes interesadas en cada etapa de la cadena de suministro de alimentos y promueve la innovación para reducir las presiones ambientales. Según la estrategia, no existe una solución única que conduzca a sistemas alimentarios sostenibles. Cada país tiene sus propias prioridades y debe encontrar soluciones que tengan en cuenta la geografía, el clima, la agricultura y otras condiciones relevantes. El enfoque japonés también ofrece apoyo en términos de innovación: las tecnologías desarrolladas en Japón (por ejemplo, herramientas digitales y plaguicidas) pueden ayudar a los países que enfrentan desafíos similares. De esta manera, el "Pacto Verde Japonés" es una herramienta para promover compensaciones y fomentar el diálogo entre las partes interesadas.

Todavía no sabemos qué instrumentos políticos elegirá la UE para seguir. Si bien los acuerdos multilaterales efectivos son el estándar de oro, generalmente son menos ambiciosos que las políticas bilaterales o unilaterales y, a menudo, carecen de medios efectivos de aplicación (Matthews, 2022b). Lo que está claro es que, en virtud de las dos estrategias de la UE, aquellos que deseen exportar productos agrícolas y alimenticios a la UE podrían estar sujetos a las mismas restricciones y limitaciones o al menos similares que los agricultores de la UE tendrán que enfrentar en el futuro. Teevan et al. (2021) argumentan que la UE intentará utilizar su poder regulatorio para apoyar una transición verde global a través de un "efecto Bruselas", es decir, un proceso de globalización regulatoria que provoque una externalización de facto de sus estándares a través de mecanismos de mercado.

Las proyecciones muestran que exigir que los alimentos importados cumplan con las regulaciones y normas de la UE puede resultar muy costoso para muchos socios comerciales<sup>11</sup> (véase, también, Teevan et al., 2021). Los países en desarrollo que no tienen los recursos para actualizar los sistemas de producción relevantes lo suficientemente rápido enfrentan desafíos particulares (Lopes, 2021).

### **Acceso restringido a los mercados europeos – dictamen de expertos académicos<sup>12</sup>**

Ya hoy en día, muchos países en desarrollo de África y otros lugares se enfrentan a restricciones en términos de acceso a los mercados europeos. Los obstáculos incluyen barreras no arancelarias, así como regulaciones y estándares para productos particulares (Hackenesch et al., 2021). Regulaciones de la UE aún más estrictas y las normas reforzarían aún más el acceso a los mercados para los países en desarrollo si no se contrarrestan con la asistencia para el desarrollo local de la ciencia y la tecnología, las instituciones, la gestión y la capacidad de absorción pertinentes de los productores (Hackenesch et al., 2021).

También debemos considerar los impactos socioeconómicos asociados, que incluyen los impactos del comercio agrícola internacional (Hackenesch et al., 2021), porque nuevas distorsiones del comercio podrían acelerar la crisis mundial emergente de seguridad alimentaria. Sihlobo y Kapuya (2021) argumentan que los estándares excesivamente exigentes podrían dejar a los pequeños agricultores fuera de algunos de los sistemas agroalimentarios sostenibles más remunerativos porque

---

<sup>11</sup> Beckman et al. (2020) abordaron explícitamente esta cuestión examinando las implicaciones económicas de la propuesta del Pacto Verde Europeo más allá de la UE, realizando una serie de simulaciones de políticas sobre varios objetivos propuestos utilizando escenarios de adopción más amplios. Descubrieron que la adopción de las dos estrategias en todo el mundo podría aumentar los precios de los alimentos hasta en un 89 por ciento. Esto afectaría negativamente los presupuestos de los consumidores y, en última instancia, reduciría el bienestar social mundial hasta en 1,1 billones de dólares. Los autores continuaron estimando que estos precios más altos de los alimentos podrían aumentar el número de personas con inseguridad alimentaria en las regiones más vulnerables del mundo hasta en 185 millones. En este caso, la inseguridad alimentaria se extiende por todas las regiones, aunque África y otras regiones de Asia son las más afectadas porque podrían experimentar el mayor aumento en los precios de los productos básicos y las mayores caídas del PIB.

<sup>12</sup> La siguiente información y, en particular, la falta de evaluaciones locales también se abordó a través de encuestas realizadas por un periodista externo con expertos académicos con conocimientos especializados de diferentes regiones. Los expertos son Marcelo Henrique Aguiar de Freitas; Wandile Sihlobo; Tinashe Kapuya; Henri Rueff; Philipp Aerni.

rara vez pueden pagar los altos costos de adoptar nuevas regulaciones y certificaciones sin apoyo financiero. Según Kirsch (2020), la introducción de tales normas podría reducir a la mitad las importaciones agrícolas y alimentarias de la UE porque los exportadores pertinentes no pueden o no quieren aplicar las nuevas normas medioambientales (véase también Faichuk et al., 2022). De hecho, los países con modelos de sostenibilidad menos desarrollados pueden apuntar a otros mercados, al menos a corto y mediano plazo (Sihlobo y Kapuya, 2021). Incluso los países con modelos de sostenibilidad agrícola bastante sólidos, como Brasil, tienen dificultades para seguir criterios que no consideran las condiciones locales de cultivo. Al considerar la producción agrícola, se deben tener en cuenta las características de la producción local, como el número de cosechas por año, el uso de fertilizantes, las plagas y enfermedades específicas de la región, la temperatura y las condiciones de crecimiento, etc.

### **Aspectos legales y posible disputa**

También es probable que la UE encuentre una fuerte resistencia si promueve sus propios estándares a nivel mundial. Pedir a los agricultores que dejen de usar algunos insumos valiosos que aumentan la productividad de la tierra será un "no ir", particularmente en países con necesidades alimentarias insatisfechas. Esto limitaría aún más la producción agrícola y los ingresos y elevaría aún más los precios de los alimentos para los pobres en los centros urbanos (Paarlberg, 2022). Podrían producirse soluciones de disputas duraderas que afecten a la libre circulación de productos comercializables (véase, por ejemplo, Matthews, 2022b).

Algunos socios exportadores pueden considerar que las medidas de la UE son ilegales, proteccionistas o impugnables en el marco del sistema de solución de diferencias de la OMC. Pueden preferir que cada situación se analice caso por caso, teniendo en cuenta criterios técnicos, científicos y económicos. Paarlberg (2022) argumenta explícitamente que el uso de regulaciones comerciales como las cláusulas espejo, discutidas en el recuadro a continuación, para perseguir las dos estrategias en el extranjero y promover la adopción de medidas de estilo europeo eliminará opciones significativas, especialmente para los países más pobres. Por esta razón, el autor considera que la UE debe considerar las consecuencias de sus decisiones internas en el extranjero. También creemos que esto es esencial para evitar nuevas perturbaciones del comercio y el consiguiente aumento potencial de la inseguridad alimentaria. El desafío es garantizar que cualquier camino elegido no se utilice como una forma de crear dificultades adicionales para las relaciones comerciales (Tolu, 2022).



## Cláusulas espejo

Las cláusulas espejo son normas recíprocas para los productos europeos y los importados de terceros países (Gobierno francés, 2022). Como tales, su objetivo es someter las importaciones a los requisitos de producción de la UE de una manera que sea compatible con las normas de la OMC (Matthews, 2022b). El impacto de las cláusulas espejo en los productos agrícolas y alimentarios sólo puede discutirse a nivel teórico por ahora porque todavía no se ha puesto en práctica ninguna. La única cláusula espejo relevante hasta ahora, que aborda el uso de antibióticos en la gestión de animales vivos, ha entrado en vigor, pero los actos clave que establecen la aplicación práctica aún están pendientes (Matthews, 2022b).

El buen análisis de impacto requiere los detalles de una cláusula dada y detalles sobre cómo se debe implementar. Sin embargo, existen algunos argumentos que apuntan a un vínculo entre las cláusulas espejo y las dificultades en términos de comercio y seguridad alimentaria. Lo más importante es que las cláusulas espejo introducidas exclusivamente para proteger la producción en la UE serían incompatibles con las normas de la OMC (Matthews, 2022b). En lugar de exigir únicamente a los productores de terceros países que cumplan unos estándares de la UE comparativamente altos, la UE también debe permitir que sus productores exporten cuando cumplan unos estándares extranjeros a menudo inferiores. Dado que esto parece poco probable, sería el proveedor extranjero el que debe asumir los costos a través del aumento interno de los gastos en producción, procesamiento y logística.

Cualquier intento de la UE de introducir cláusulas espejo, por ejemplo, en el caso de las tolerancias de importación con respecto a ciertos plaguicidas, debe evaluarse cuidadosamente en términos de beneficios y riesgos, así como de viabilidad. Las cláusulas espejo que ahora se discuten, por ejemplo, con respecto a los LMR de plaguicidas, no parecen ser exigibles por los socios comerciales. Por lo tanto, deben considerarse prohibiciones a la importación de productos agrícolas; además, lo más probable es que causen graves interrupciones al comercio agrícola internacional (Matthews, 2022a) y perjudiquen desproporcionadamente a los agricultores en los países en desarrollo y otros países (Rid-ley, 2019).

En resumen, el diseño legal, así como las consecuencias intencionadas y no intencionadas de tales cláusulas, deben sopesarse cuidadosamente para evitar la discriminación contra los países en desarrollo a través de la imposición de barreras prácticas.

Puede ser posible reconfigurar las dependencias comerciales, tal vez haciendo mayor hincapié en las cadenas de suministro más regionales, si las normas de la UE se convierten en obligatorias para todos los socios comerciales. En este caso, la diversificación de las fuentes de importación y exportación podría ser una nueva estrategia para muchos países. Ese nuevo sistema de comercio sería ciertamente menos eficiente que el actual, que tiene por objeto suministrar productos alimentarios a precios asequibles. Se producirán costos adicionales y los precios de los alimentos podrían aumentar aún más (Bruce-Lockhart y Terazono, 2022).

Esto es especialmente notable porque la UE se ha comprometido recientemente a mejorar la seguridad alimentaria mundial. Ha confirmado que el comercio, junto con la producción nacional, desempeña un papel vital en la mejora de la seguridad alimentaria mundial en todas sus dimensiones. Esto subraya la necesidad de flujo en el comercio agroalimentario y reafirma la importancia de evitar prohibiciones o restricciones a la exportación, como es consistente con las disposiciones pertinentes de la OMC (OMC, 2022). La UE y otros miembros del G7 también se

han comprometido a aumentar de manera sostenible la disponibilidad de productos agrícolas y a evitar medidas comerciales restrictivas injustificadas que aumenten la volatilidad del mercado (G7 Alemania, 2022).

En general, vemos que el Pacto Verde Europeo y las medidas políticas subsiguientes tienen el potencial de afectar significativamente a los países externos y a la seguridad alimentaria mundial. Es fundamental evitar impactos negativos, especialmente para los países afectados que pueden tener dificultades en su progreso hacia los ODS de la ONU 2030.

#### 4. LA NECESIDAD DE UNA POLÍTICA AGRÍCOLA OPTIMIZADA Y EL PAPEL DE LA INNOVACIÓN EN LA CONSECUCCIÓN DE LOS OBJETIVOS DE LA POLÍTICA



Varios factores ya han convergido o convergerán pronto para perturbar aún más los mercados agrícolas y alimentarios mundiales. Tienen una consecuencia común: el aumento de los precios de los productos básicos. Si bien las naciones ricas pueden ser capaces de hacer frente a los desafíos asociados en cierta medida<sup>13</sup>, los países más pobres pueden no ser capaces de acceder a los alimentos a precios razonables<sup>14</sup>. Este desarrollo generalmente va de la mano con una mayor volatilidad del mercado y, por lo tanto, de incertidumbre. Si bien cabe aplaudir las amplias ambiciones medioambientales, sociales y de sostenibilidad del Pacto Verde de la UE, estas preocupaciones en materia de seguridad alimentaria no se reflejan suficientemente en la presente propuesta.

##### Abordar las compensaciones

La ampliación del sistema alimentario mundial para alimentar a la creciente población mundial tanto ahora como hasta 2050 y más allá, es una preocupación general. Hacerlo en condiciones normales, con presión sobre la base de recursos naturales y los impactos ambientales del aumento de la producción y la satisfacción de los patrones de consumo de alimentos, disminuirá las posibilidades de la comunidad internacional de alcanzar los objetivos ambientales. Los efectos de la guerra rusa en Ucrania han aumentado la conciencia de que garantizar la seguridad alimentaria es la función básica de la agricultura, pero también han planteado cuestiones de compromiso.

La política agrícola siempre tendrá que lidiar con compensaciones (véase también Kanter et al., 2022) porque son inherentes a su naturaleza. Por lo tanto, sostenemos que el objetivo general de la política agrícola debe ser minimizar las compensaciones entre varios objetivos y maximizar las sinergias específicas de los objetivos. ¿Cómo es posible hacerlo? Creemos que debemos cuestionar todas las medidas de políticas y las acciones privadas que (1) disminuyan innecesariamente la oferta de productos agrícolas y (2) aumenten injustificadamente la demanda de alimentos, piensos, combustible y fibra. También debemos abordar las tecnologías y la innovación que se centran en aumentar el suministro de alimentos y, en última instancia, explorar los objetivos del lado de la

<sup>13</sup> Estos países podrían ser capaces de tomar, por ejemplo, medidas de política social para garantizar el acceso a los alimentos para todos los ciudadanos (von Cramon-Taubadel, 2022).

<sup>14</sup> Según FAO et al. (2021), más de tres mil millones de personas carecen de acceso a dietas nutricionales, y casi 700 millones de ellas padecen hambre. Desde 2014, el número de personas con inseguridad alimentaria severa ha aumentado en más de 300 millones, o el 50 por ciento. El número de personas con inseguridad alimentaria moderada aumentó a nivel mundial en aproximadamente 400 millones o casi el 40 por ciento entre 2014 y 2020 (FAO et al., 2021). A pesar de que Europa está clasificada como el líder mundial en asequibilidad de los alimentos y la segunda mejor región del mundo en términos de disponibilidad de alimentos en 2020, según el Índice Global de Seguridad Alimentaria 2020, la seguridad alimentaria general de la región ha disminuido marginalmente desde 2021, incluso antes de que la guerra rusa en Ucrania interrumpiera los mercados y condujera a aumentos de precios (The Economist Intelligence Unit, 2021).

demanda, como el cambio alimenticio, el desperdicio y la pérdida de alimentos y las políticas de bioenergía. Aumentar el suministro de alimentos al mismo tiempo que se abordan los problemas ambientales

El crecimiento actual y futuro de la producción agrícola puede lograrse en gran medida ampliando las tierras agrícolas y/o utilizando más recursos e insumos, como plaguicidas, fertilizantes y maquinaria agrícola. También es posible desarrollar y utilizar mejores insumos gracias a las innovaciones tecnológicas o incluso aplicar insumos de maneras nuevas o más eficientes. Necesitamos saber cuál es el mejor enfoque<sup>15</sup>. ¿Qué es lo que más contribuye actualmente y qué se puede esperar que contribuya más en el futuro?

Podemos responder a esta pregunta mediante el análisis de la Productividad Total de los Factores (PTF). El enfoque distingue el crecimiento de la producción proveniente del aumento de los insumos, es decir, la cantidad, del crecimiento de la producción debido a la mejora de los insumos, o la calidad (es decir, las innovaciones), en términos de PTF. Según Bureau y Anton (2022), lo que se mantiene como crecimiento de la PTF puede atribuirse a una mezcla de progreso tecnológico, es decir, el uso de tecnologías novedosas, y eficiencia técnica, que es el mejor uso de las tecnologías disponibles. Juntos, también se conocen como innovación (Noleppa y Carlsburg, 2021; EUIPO y CPVO, 2022).

La siguiente tabla muestra los cambios en, pero no los niveles de, la producción agrícola mundial y regional, los insumos y el crecimiento de la PTF desde 1961, lo que también refleja que muchos países de bajos ingresos, y los países de ingresos medios bajos en particular, todavía sufren por el bajo uso de insumos intermedios específicos, como plaguicidas y fertilizantes (ver, por ejemplo, Roser, 2019) a pesar de las tasas de crecimiento de insumos comparativamente altas en el pasado.

**Cambios en la producción agrícola mundial, los insumos y el crecimiento de la PTF entre 1961 y 2020, por región (en porcentaje)**

Crecimiento de...	Global promedio	Países de ingresos bajos	Países de ingresos medios bajos	Países de ingresos medios altos	Países de ingresos altos
...PTF	175	135	190	235	195
...Insumos	215	315	280	245	95
...Producción	375	425	530	575	185

Fuente: Tabla propia, basada en USDA (2021).

Si bien la producción agrícola aumentó considerablemente, la mayor parte provino del aumento de los insumos -es decir, un mayor uso de los escasos recursos mundiales y una mayor intensificación- en lugar de la innovación: el uso de insumos aumentó en alrededor del 215 por ciento en las últimas seis décadas, la PTF creció sólo alrededor del 175 por ciento.

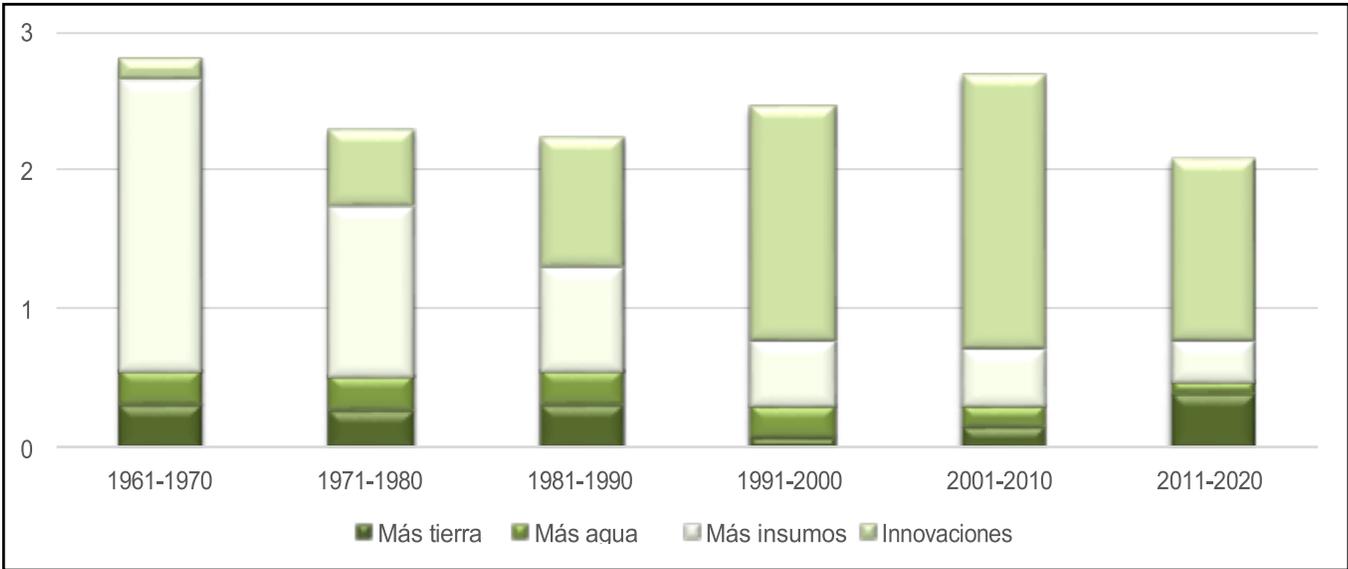
El examen del cuadro por región del mundo revela además que la importancia del crecimiento de los insumos (intensificación) para el desarrollo agrícola es menor y la del crecimiento de la PTF (innovación) mayor cuanto más desarrollada está la región: en los países de ingresos altos, el crecimiento agrícola se debe principalmente a la innovación.

<sup>15</sup> Reconocemos que enfoques como las mejores prácticas de gestión agrícola también pueden contribuir a aumentar la productividad, mientras que la reducción de residuos y el cambio alimenticio pueden reducir la presión sobre la agricultura. Estos temas están más allá del alcance de la discusión de este documento.

Es también significativo que en a lo largo del tiempo, la suma de componentes que determinan el rendimiento tales como entradas intermedias e innovaciones ha adquirido mayor importancia en comparación con el aumento del uso del suelo. Esto les ha permitido a sistemas de alimentación y producción agrícola globales mantener un crecimiento en los rendimientos de más del 2.0 por ciento en las últimas seis décadas (USDA, 2021). La última década ha visto tres progresos algo desventajosos en la escala global, sin embargo, según lo ilustrado por los pilares 2001-2010 y 2011-2020 en la figura a continuación:

- El crecimiento global de la producción se contrajo en aproximadamente un 0.5 por ciento por año a alrededor del 2.0 por ciento anual.
- Esto es en gran parte el resultado de disminuir tasas de crecimiento de PTF: es mucho más retador generar innovaciones dentro del contexto de marcos regulatorios y políticos restrictivos, entre otras consideraciones. Entre 2001 y 2010, las innovaciones fueron responsables del crecimiento de casi un 2.0 por ciento de la producción agrícola. En la última década han representado solamente el 1.3 por ciento<sup>16</sup>.
- Por lo tanto, el crecimiento de la tierra agrícola se incrementó nuevamente. Mientras que poca tierra adicional fue agregada alrededor del milenio, ahora representa casi el 20 por ciento del crecimiento de los rendimientos.

**Fuentes del crecimiento en la producción agrícola global entre 1961 y 2020 (en porcentaje anualmente)**



Fuente: Gráfico propio, basado en USDA (2021).

Esencialmente, esto significa que, si las innovaciones no se implementan cada vez más, dependeremos de una mayor utilización del suelo para producir una parte considerable del crecimiento de los rendimientos para alimentar el mundo durante las próximas décadas. Tecnologías mejores, es decir, innovaciones técnicas, son por lo tanto esenciales para evitar consecuencias negativas adicionales en términos de cambio climático, pérdida de la biodiversidad y destrucción de recursos naturales (véase también Kockerols, 2022; Peters y otros., 2022; Fuchs y otros., 2020; Beltran y otros., 2021; Paarlberg, 2022).

¿Entonces, cómo deberíamos utilizar los recursos técnicos y naturales? Aquí, la idea fundamental

<sup>16</sup> Podemos atribuir un papel particular al control político creciente a través de regulaciones que inhiben la tecnología en países de ingresos altos tales como los de la EU y el subsiguiente efecto derrame en los países de ingresos bajos, los cuales ya reportan un PTF que se está contrayendo (Steenland, 2019).

es que los usemos porque los necesitamos. Cualquier uso para los propósitos agrícolas se debe entender como intervención en los sistemas naturales, lo cual resulta en costes ambientales. Es cómo se utilizan, en vez del uso en sí mismo, lo que se debe priorizar en la discusión política.

### **Relación de insumos-productividad**

La ecuación básica de la discusión política es simple. Por un lado, necesitamos un rendimiento agrícola suficiente para satisfacer la demanda global de alimentos. Por otra parte, necesitamos usar los insumos eficientemente al hacerlo. La relación óptima entre la productividad y los insumos es la clave. Matemáticamente hablando, debemos producir cierto rendimiento con los insumos reducidos al mínimo, o maximizar los rendimientos con ciertos insumos. Los economistas también utilizan el término "productividad" para describir la relación entre ambos. Una productividad agrícola más alta nos permite resolver un amplio espectro de los objetivos de la política, incluyendo mayor seguridad alimentaria a través de más rendimientos y menos daño ambiental a través de menos insumos.

Ambos elementos se pueden desarrollar a través de las innovaciones. Bureau y Antón (2022) indican que *"productividad es un indicador clave [...] y captura la capacidad de producir 'más con menos' [...]. Esto se puede lograr ya sea a través del cambio tecnológico o a través de cambios en la eficiencia.* "Esto es lo que llamamos innovación. Estas nuevas y mejores tecnologías pueden reconciliar la necesidad de una mayor productividad agrícola con las preocupaciones ambientales. La importancia de la innovación tecnológica<sup>17</sup> para cumplir con los objetivos de la política agrícola se discute en el recuadro a continuación.

---

<sup>17</sup> Los ejemplos mencionados se refieren simplemente al progreso tecnológico innovador. Incrementar el PTF en particular y la productividad en general, sin embargo, también están sujetos a la eficiencia técnica, es decir, el mejor uso de recursos. Las innovaciones conductuales en términos de manejo de la granja, la toma de decisiones públicas y privadas, la comunicación del actor del mercado, etc., también desempeñan un papel clave. Muchos problemas económicos en granjas y desafíos ambientales están relacionados a la gerencia y se pueden superar mediante las innovaciones en la logística, estructura y gerencia de la granja. También vale la pena mencionar que muchos desafíos de la seguridad alimentaria y agrícola que se enfrentan actualmente, principalmente en países de ingresos bajos, son comparables en varias maneras a la situación en Europa hace más de un siglo. La innovación y el cambio estructural y tecnológico le permitieron a Europa adquirir seguridad alimentaria y prosperar económicamente, al tiempo que abordaban preocupaciones ambientales como la deforestación europea (véase, por ejemplo, Aerni, 2018).



## La particular importancia de la innovación para alcanzar los objetivos de la política agrícola

Aquí destacamos la importancia de tener tecnología en los procesos. Hacemos hincapié en las tecnologías de producción de cultivos y damos ejemplos de innovaciones en fitomejoramiento, protección de plantas y nutrición vegetal que permiten un mejor uso de los insumos en términos de eficiencia técnica. Todos ellos pueden cambiar positivamente la relación entre el rendimiento y los insumos, es decir, tener un impacto positivo en la productividad agrícola y las preocupaciones ambientales.

### Innovaciones seleccionadas en fitomejoramiento

El fitomejoramiento puede considerarse un proceso continuo de desarrollo de innovaciones: para ser liberada, cada nueva variedad debe ser mejor que las variedades que ya están disponibles. Los impactos potenciales de las nuevas variedades que se están desarrollando actualmente a través de nuevas técnicas de fitomejoramiento (NPBT) ilustran cómo las mejoras genéticas muy específicas de los cultivos pueden generar beneficios notables tanto a nivel agrícola como social si se implementan con éxito.

Mientras tanto, hay mucha evidencia que demuestra que el fitomejoramiento en general y las NPBT en particular ofrecen innovaciones sustanciales que mejoran la productividad. Algunos ejemplos ilustran los beneficios potenciales:

- Trigo resistente a los hongos (véase, por ejemplo, Boldt, 2020; Noleppa y Carlsburg, 2021; Sánchez-León et al., 2018; BDP, 2021; Zetzsche et al., 2020) y variedades de vid (véase, por ejemplo, Bruins y Morgante, 2021; Malnoy y otros, 2016; Noleppa y Carlsburg, 2021; Wang y otros, 2018; Wan et al., 2020) desarrollado a través de NPBT, por ejemplo, puede reducir considerablemente el número de aplicaciones de fungicidas en la agricultura europea, contribuyendo así a una mejor protección ambiental al tiempo que mantiene los niveles de rendimiento.
- Variedades de colza resistentes a la rotura de vainas (véase, por ejemplo, Young et al., 2018; Braatz y otros, 2020; Noleppa y Carlsburg, 2021; Østergaard et al., 2021), variedades de remolacha azucarera resistentes a virus (véase, por ejemplo, Stevana-to et al., 2018; Galein et al., 2018; Centro John Innes, 2021; Noleppa y Carlsburg, 2021), así como variedades de maíz resistentes a la sequía (véase, por ejemplo, Noleppa y Carlsburg, 2021; Shi et al., 2017; Njuguna et al., 2017; Liu y Qin, 2021) hibridados con tecnologías modernas y sofisticadas, pueden incluso aumentar notablemente los rendimientos, minimizando así la presión sobre los escasos recursos naturales, como la tierra cultivable.

Sin embargo, no es la aplicación individual de NPBT lo que debe contar, sino más bien el potencial general que tienen estas tecnologías para contribuir al progreso del fitomejoramiento en general y a lo largo del tiempo. El mero ahorro de tiempo incorporado en NPBT debido a la integración acelerada de rasgos y la selección de generación temprana será sustancial (véase, por ejemplo, Jarasch, 2019; Zaidi et al., 2020; Noleppa y Carlsburg, 2021) y ciertamente conducen a un crecimiento considerable en el rendimiento y la productividad adicionales. La NPBT contribuirá al logro de objetivos ambiciosos como los descritos en las dos estrategias a escala europea, y los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2030 de las Naciones Unidas a escala mundial (véase también Tolu, 2022; Peters et al., 2022).

## Innovaciones seleccionadas en protección y nutrición vegetal

La EUIPO y la OCVV (2022) sostienen que la innovación inducida por el fitomejoramiento representa una gran parte, si no la más grande, de todo el crecimiento de la productividad generado en la agricultura herbácea y hortícola, al menos en la UE y en los últimos 25 años. Sin embargo, no debemos descuidar otras innovaciones que también ofrecen un progreso significativo. Los siguientes ejemplos de protección y nutrición vegetal ilustran su importancia:

- "Agricultura de precisión", "agricultura específica por sitio", "agricultura de rejilla", "agricultura inteligente" y "aplicación de tasa variable" se refieren a soluciones tecnológicas que les permiten a los agricultores reducir sustancialmente el insumo de pesticidas y también fertilizantes por unidad de tierra sin perder rendimiento, optimizando así la relación entre la producción y el insumo al minimizar el uso de insumos. En un análisis reciente, HFFA Research (2022) pudo demostrar que las tecnologías ya disponibles en un contexto alemán y de la UE tienen el potencial de reducir el uso de fungicidas en un 27 por ciento y de fertilizantes minerales (nitrógeno) en un 21 por ciento. En el manejo de malezas, se puede lograr una reducción de más del 60 por ciento. Para las tecnologías específicas de protección y nutrición de las plantas y los impactos relacionados en la reducción y también en los objetivos de emisión, véase, por ejemplo, Alix et al. (2017); Artner-Nehls et al. (2021); Belafoutis et al. (2017); Castaldi et al. (2017); Dehler (2020); Gandorfer et al. (2017); HFFA Research (2022); Hülsbergen (2019); Janke et al. (2020); Kempenaar et al. (2018); Lieder et al. (2021); Loddo et al. (2019); Ørum et al. (2017); Pohl et al. (2021); Rajmis et al. (2021); Tackenberg et al. (2017); Warnecke-Busch et al. (2020); Whetton et al. (2018).
- También destacan los plaguicidas y las innovaciones en fertilizantes. Los bioplaguicidas, por ejemplo, basados en ingredientes activos naturales o derivados sintéticamente de origen natural (CropLife Europe, 2022), ayudan a reducir los plaguicidas químicos y los riesgos ambientales asociados al tiempo que mantienen los rendimientos (Dent, 2021). Del mismo modo, los biofertilizantes, que contienen microorganismos vivos que, cuando se aplican al suelo, una semilla o una superficie vegetal, colonizan la rizosfera y, por lo tanto, promueven el crecimiento y la disponibilidad de nutrientes para la planta hospedadora, han surgido como una alternativa más ecológica y sostenible a los fertilizantes químicos (Chaudhary et al., 2020).
- Los plaguicidas químicos sintéticos también seguirán siendo importantes. Los nuevos ingredientes activos se desarrollan a menudo y ayudan a mantener y aumentar los rendimientos al tiempo que reducen los riesgos ambientales y para la salud que pueden estar asociados con el uso inadecuado. Solo en la última década, al menos 105 plaguicidas químicos se han lanzado o están en desarrollo: 43 fungicidas, 34 insecticidas/acaricidas, seis nematocidas, más de 20 herbicidas y un protector de herbicidas (Umetsu y Shirai, 2020).

Las mejoras en los sistemas alimentarios también dependen cada vez más, por ejemplo, de las tecnologías digitales. Las soluciones digitales ayudan a mejorar los rendimientos, reducir las pérdidas de alimentos y ayudar a los agricultores a obtener un rendimiento justo al proporcionar un intercambio de conocimientos instantáneo que puede contrarrestar las asimetrías de información y reducir las ineficiencias y los costos transaccionales (Banco Mundial, 2021).

Sin embargo, la innovación no se refiere sólo a las tecnologías, sino también a las prácticas de gestión que pueden ayudar a los agricultores a abordar los riesgos ambientales y reducir los impactos socioeconómicos. La gestión holística del riesgo y la resiliencia significa crear un entorno propicio para la inversión en medidas de mitigación del riesgo (por ejemplo, tecnología de aplicación, infraestructuras ecológicas ribereñas), y para desarrollar las capacidades de los agricultores para adaptar y transformar sus prácticas (por ejemplo, educación). No se trata sólo de centrarse en reducir el uso de tecnologías, independientemente de las zonas geográficas y las presiones medioambientales pertinentes.

Muchos países de todo el mundo han demostrado que la tecnología y la intensificación sostenible pueden mejorar significativamente el uso de los recursos naturales, la reducción de emisiones, las medidas de mitigación de riesgos, la protección de la biodiversidad y el bienestar de las comunidades locales. Varios países están adoptando enfoques basados en la innovación hacia la agricultura sostenible y fomentando activamente ecosistemas innovadores que permitan que florezca la innovación agrícola. Aerni (2009), por ejemplo, ilustra casos concretos de cómo se pueden aplicar tecnologías recientes para aumentar la calidad de los alimentos y reducir el impacto ambiental de la agricultura. Wax y Anderson (2021) consideran que este es un enfoque de "adoptar la innovación", y Paarlberg (2022) lo nombra un camino de avance científico del desarrollo agrícola. Los métodos asociados no son de uso intensivo de recursos, sino de uso intensivo de información (Paarlberg, 2022), y apoyamos plenamente esta visión.

Esta visión no debe pasar por alto el hecho de que, si bien las tecnologías se centran en el aumento de la oferta agrícola, también existen medidas a más largo plazo destinadas principalmente a reducir los alimentos y la demanda adicional. Entre ellas se incluyen la orientación hacia el cambio alimenticio alentando a los consumidores a comer menos alimentos de origen animal, la reducción del desperdicio y la pérdida de alimentos y la optimización de la política de biocombustibles. Estos temas también deben considerarse innovaciones desde una perspectiva conductual, de gestión y estructural.



En algunos países de ingresos altos, la prioridad de la política agrícola ha cambiado progresivamente en las últimas décadas para centrarse en la sostenibilidad y no en la producción y la productividad. En la UE, el Pacto Verde Europeo y su Estrategia F2F y Estrategia de Biodiversidad buscan impulsar una aceleración significativa hacia un sistema alimentario más sostenible y resiliente.

Al mismo tiempo, la guerra rusa en Ucrania y la pandemia de COVID-19 han destacado recientemente las vulnerabilidades del sistema alimentario a los choques del suministro que, en última instancia, pueden conducir a una crisis mundial de seguridad alimentaria. La volatilidad asociada en la cantidad y el precio de los alimentos se ve agravada por la incertidumbre en torno a las cantidades de producción, que se ven afectadas por fenómenos meteorológicos extremos cada vez más frecuentes y graves debido al cambio climático. Un suministro mundial de alimentos más apretado y unos mercados más volátiles conducen a una mayor escasez, que probablemente persistirá en muchas regiones del mundo.

Si bien el aumento de la sostenibilidad de los procesos agrícolas es un objetivo noble que debe hacerse realidad -las mejoras continuas y la innovación en la agricultura y el sector alimentario son necesarias para fomentar la prosperidad económica, así como una población y un planeta sanos- debemos, no obstante, dar el mismo peso al logro de la seguridad alimentaria en la formulación y aplicación de políticas. De lo contrario, corremos el riesgo de poner en peligro el logro de los ODS 2030 de las Naciones Unidas y crear importantes interrupciones tanto a nivel regional como mundial.

Varias evaluaciones de impacto sugieren que la estrategia F2F y la estrategia de biodiversidad de la UE tendrán un impacto cuantitativo en la productividad agrícola, la disponibilidad de alimentos, los costes de producción agrícola y el bienestar social. La disponibilidad de alimentos podría reducirse hasta en 190 millones de personas debido a los efectos de las dos estrategias en la oferta, lo que haría que el impacto del Pacto Verde Europeo fuera potencialmente diez veces mayor que el impacto en la seguridad alimentaria que enfrentamos ahora.

Si las estrategias del Pacto Verde Europeo no se gestionan adecuadamente, sus distorsiones del mercado y del comercio podrían crear nuevos retos para los Estados y las sociedades. En un escenario extremo, la introducción de cláusulas espejo podría perjudicar la competitividad, el comercio y, en última instancia, la seguridad alimentaria, especialmente en los países de bajos ingresos y para las poblaciones vulnerables de las naciones más ricas.

Es probable que una menor producción europea conduzca a un aumento de la producción agrícola fuera de Europa. Dependiendo de dónde se lleve a cabo, este cambio geográfico podría socavar muchos de los beneficios ambientales del plan. Millones de hectáreas de hábitats naturales o seminaturales fuera de la UE se convertirían probablemente a la agricultura y el impacto neto negativo sobre la biodiversidad y las emisiones de GEI sería significativo

¿Dónde nos deja esto? Creemos que la situación exige una respuesta integral que incorpore múltiples elementos. Recomendamos que la comunidad mundial prevea las siguientes medidas.

### **Restablecer la seguridad alimentaria como un objetivo de política global**

Sostenemos enérgicamente que la seguridad alimentaria a escala mundial debe restablecerse como un objetivo no negociable en las políticas agrícolas y alimentarias de las naciones más ricas. La implicación para la Estrategia F2F y la Estrategia de Biodiversidad de la UE es una reformulación de los objetivos generales para que se reconozca la seguridad alimentaria regional y, críticamente,

mundial como un imperativo primordial junto con los objetivos ambientales (véase también Schiavo et al., 2021). Estamos de acuerdo con von Cramon-Taubadel (2022), que sostiene que no es suficiente hacer que la agricultura europea sea más sostenible desde el punto de vista ecológico, sino que también debemos garantizar la productividad económica y la prosperidad a nivel mundial. Esto no significa que ya no abordaremos las preocupaciones medioambientales y otros desafíos como el bienestar animal en nuestra búsqueda por producir alimentos altamente nutritivos y seguros para la población mundial. Como actores responsables comprometidos a ayudar a enfrentar los desafíos de hoy, los estados miembros de la UE y otros países deben considerar todas las preocupaciones económicas, sociales y ambientales de una manera equilibrada.

### **Apoyar estudios adicionales e investigaciones extensas a nivel mundial**

Dada la evolución de la situación, y a la luz de las implicaciones potenciales de gran alcance, recomendamos encarecidamente que cada país realice sus propias evaluaciones de impacto locales del Pacto Verde Europeo y sus políticas. Deben tener en cuenta las cuestiones socioeconómicas, así como los aspectos ambientales, examinar los posibles efectos de los cambios en los insumos agrícolas (fertilizantes, plaguicidas, etc.) y el uso de la tierra, así como reflexionar sobre las cláusulas espejo en el comercio internacional. Esto requiere que la "Sostenibilidad" se interprete y conceptualice correctamente como una metodología que integra y mide los costos y beneficios del impacto de la decisión técnica en los pilares ambientales, económicos y sociales. También recomendamos que los países sigan estudiando el papel de la innovación en el logro de una mayor sostenibilidad económica, social y ambiental de la agricultura. Estos nuevos estudios son esenciales para el desarrollo de políticas agrícolas y alimentarias sólidas. La investigación que nos permite investigar a fondo las compensaciones entre la producción y el consumo nacionales, así como las importaciones y exportaciones posteriores, es crítica (Fuchs et al., 2020), al igual que un análisis más completo de las políticas y otros objetivos (Beltran et al., 2022). También deberían estudiarse en detalle las opciones dirigidas a la demanda agrícola y alimentaria, como los cambios en los hábitos alimentarios, la reducción del desperdicio y la pérdida de alimentos y las modificaciones en la política de biocombustibles.

Una mayor disponibilidad de datos permitiría a los investigadores cuantificar el impacto de una política sobre los sistemas alimentarios en múltiples aspectos de la sostenibilidad. Los avances metodológicos podrían traducir estos conocimientos en opciones concretas de política y gobernanza, lo que permitiría a los sistemas alimentarios lograr resultados más eficientes y sostenibles.

También es necesario realizar una evaluación del impacto de los objetivos de las dos estrategias relacionados con la demanda, que siguen formulándose cualitativamente, a fin de complementar las evaluaciones cuantitativas de los objetivos y medidas centrados en la oferta. El efecto de los cambios alimenticios, por ejemplo, no se ha considerado en las evaluaciones de impacto citadas (véase Wesseler, 2022). Sin embargo, los enfoques disponibles podrían llenar esta brecha (ver, por ejemplo, Schiavo et al., 2021).

### **Expandir el diálogo, mejorar la comunicación**

Identificar las consecuencias no intencionadas y explorar posibles soluciones para conciliar cualquier objetivo conflictivo de la política agrícola y alimentaria requiere un enfoque holístico, sistémico y global. Los desafíos de hoy son mundiales y todos los actores deben ser bienvenidos en el diálogo que por lo tanto es necesario: el objetivo es promover la seguridad alimentaria mundial al tiempo que se garantiza que ninguna política de una región afecte el desarrollo y el sustento de otra. En el análisis de los costos y beneficios asociados con la formulación y aplicación de políticas agrícolas y alimentarias se deben tener en cuenta por igual las diversas necesidades y características específicas de la agricultura.

El futuro de la agricultura no puede ser determinado por políticos aislados. Todos los actores, incluidos los agricultores, los operadores de la cadena alimentaria, las autoridades responsables y la sociedad civil, deberían formar parte del debate y, en última instancia, de la solución. La sociedad exige un cambio hacia una agricultura más respetuosa con el medio ambiente. Si bien esto causará costos reales y de oportunidad, los consumidores aun así quieren comprar alimentos y otros productos agrícolas a precios asequibles. En consecuencia, para que la agricultura cambie, las demandas de la sociedad también deben cambiar. La formulación de objetivos sociales parcialmente contradictorios no nos llevará a ninguna parte: en cambio, debemos buscar y comunicar soluciones que creen sinergias entre los objetivos, tengan en cuenta las realidades políticas y socioeconómicas a nivel local, regional y mundial, y eviten las compensaciones asociadas.

La complejidad de las cuestiones y la magnitud de los retos a los que nos enfrentamos también requieren que superemos la polarización del debate público sobre la agricultura y la alimentación. Con demasiada frecuencia, las perspectivas individuales y estrechas dominan y se centran únicamente en el medio ambiente o en la economía. Ahora, debemos unir los diferentes puntos de vista para crear un discurso holístico. Se ganaría mucho si, como sociedad, entendiéramos que la agricultura es un sector que debe hacer frente a demandas precisas, muy desafiantes y, lamentablemente, a veces contradictorias. Para abordar este problema será necesario que los actores con opiniones opuestas o divergentes entablen un diálogo, amplíen sus perspectivas y estén abiertos a las críticas de la otra parte.

Los responsables políticos también deben comunicarse con mayor claridad: no basta con abordar los problemas abiertamente y formular desafíos, sino que también deben definir objetivos realistas para superar los desafíos y luego apoyarlos con medidas de implementación concretas y específicas. La demanda de objetivos generales de reducción con respecto a algunas tecnologías sin formular adecuadamente medidas de aplicación o evaluar las consecuencias intencionadas y no intencionadas no puede considerarse una formulación de políticas dirigida<sup>18</sup>. La sensibilización del público es otro instrumento eficaz para apoyar las políticas. Los encargados de la formulación de políticas deberían apoyar la investigación interdisciplinaria y las campañas de información con base en la evidencia.

### **Integrar y apoyar innovaciones y tecnologías**

Los problemas no resueltos y apremiantes relacionados con cuestiones como el cambio climático, la protección del medio ambiente y la biodiversidad y el bienestar de los animales no desaparecerán. Los cambios fundamentales tanto en el comportamiento individual como en la formulación de políticas que se necesitan para lograr sistemas agrícolas y alimentarios más sostenibles llevarán indudablemente un tiempo considerable. Por lo tanto, debemos apelar a la amplia gama de posibilidades tecnológicas de que disponemos para colmar esta brecha evidente.

Alcanzar los objetivos socioeconómicos y de sostenibilidad ambiental junto con los objetivos de

---

<sup>18</sup> Esta preocupación sobre los objetivos generales de reducción se comparte en informes científicos recientemente publicados encargados por la secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) (Archer et al., 2022). Durante las negociaciones en curso del Marco Mundial para la Diversidad Biológica, la UE aboga firmemente por la introducción de determinados objetivos de reducción de la contaminación formulados en su propia estrategia en materia de biodiversidad para que se conviertan en objetivos mundiales. Los autores de los resúmenes son claros en su recomendación: las políticas de plaguicidas deben enmarcarse en términos de riesgo, no sólo en objetivos numéricos, y las medidas para reducir la contaminación deben adaptarse a los contextos nacionales. También advierten que las reducciones en el uso de fertilizantes y plaguicidas que conducen a una reducción de la productividad agrícola podrían resultar en una pérdida de hábitats naturales a través del cambio en el uso de suelo.

seguridad alimentaria significará romper el patrón histórico de aumento de los rendimientos agrícolas mediante la expansión de las tierras agrícolas y el aumento del uso de insumos. La solución es aumentar la productividad. Es decir, debemos producir más con menos a través de la innovación.

El mayor potencial proviene de las mejoras en las tecnologías y la gestión. Las innovaciones en el fitomejoramiento, la protección de las plantas y la nutrición, así como en las técnicas de gestión destinadas a aumentar la productividad agrícola y alimentaria, al tiempo que se abordan las cuestiones medioambientales, deberían utilizarse más ampliamente. Recomendamos la integración continua de mejoras en química, genética, pronóstico del clima, equipos, gestión de granjas, etc., en los sistemas de producción agrícola. Deberían promoverse nuevos enfoques, como la digitalización, la NPBT en general y la edición de genóma en particular, como herramientas indispensables para alcanzar los objetivos formulados. Es claramente necesario introducir nuevas soluciones químicas y nuevas soluciones no químicas y aplicar prácticas optimizadas que respondan mejor a las vulnerabilidades locales y reduzcan los impactos ambientales. Por lo tanto, todo esto debe apoyarse políticamente tanto en la UE como a nivel mundial.

Muchas fuentes han destacado el papel de la innovación, y esto no se puede enfatizar lo suficiente. Más recientemente, en la Conferencia Ministerial del G7 en Alemania, los participantes les pidieron a los países que promuevan políticas que aumenten la productividad, la eficiencia, la resiliencia y la inclusividad de los sistemas agroalimentarios y apoyen la inversión necesaria en innovación (FAO, 2022c). Por lo tanto, creemos que se necesita una combinación sinérgica de intervenciones políticas y un énfasis particular en la innovación para aumentar la seguridad alimentaria mundial al tiempo que se reduce el impacto ambiental de nuestros sistemas alimentarios. Estamos de acuerdo con varios estudios (ver, por ejemplo, Springmann et al., 2018) que han demostrado que las medidas individuales nunca serán suficientes para mitigar el aumento proyectado en la presión ambiental al tiempo que proporcionan suficiente alimento a escala mundial. En cambio, combinar las mejoras en las tecnologías y la gestión para aumentar la productividad y los rendimientos agrícolas al tiempo que se aborda el cambio alimenticio y la reducción de la pérdida de alimentos podría conducir a un aumento general en el suministro mundial de alimentos de hasta el 223 por ciento (Kummu et al., 2017). Si bien el potencial más significativo proviene de cerrar la brecha de rendimiento a través de tecnologías innovadoras y una mejor gestión, los cambios en los hábitos alimenticios y la reducción de la pérdida y el desperdicio de alimentos también tienen un potencial significativo para aumentar la disponibilidad de alimentos a largo plazo.

Por lo tanto, las tecnologías deben considerarse una parte importante de la solución, no el problema. Reconocer esto en la toma de decisiones públicas y privadas sería una innovación en sí misma y abriría oportunidades beneficiosas para todos para la agricultura, la seguridad alimentaria y el medio ambiente. Sin embargo, esto no será posible sin una política adecuada que apoye e impulse activamente la aceptación social de las tecnologías innovadoras, nacidas del esfuerzo conjunto de las instituciones públicas y las empresas privadas.

### **Formular regulación significativa**

Se necesita un marco regulador proporcionado y orientado a los resultados para establecer normas claras y coherentes para la innovación en el sector agrícola y alimentario. Debemos aplicar todas las tecnologías disponibles y ("seguras") para aumentar el rendimiento y disminuir el uso de los recursos. Para ello es necesario reforzar el marco político y regulatorio general a fin de fomentar, y ciertamente no obstaculizar, las inversiones necesarias en futuras innovaciones. A este respecto, la Estrategia F2F de la UE ya reconoce que las últimas tecnologías de investigación y desarrollo (I + D) y las tecnologías innovadoras subsiguientes pueden desempeñar un papel más importante en el aumento de la sostenibilidad medioambiental y socioeconómica. Lo que falta todavía son políticas y medidas concretas para alcanzar el objetivo estratégico específico de la I + D avanzada.

Este marco regulador debería alentar a los centros europeos de innovación, como los obtentores de plantas y las industrias de protección de cultivos y nutrición vegetal, a dedicar los recursos necesarios a aumentar la productividad económica y la eficiencia de los recursos medioambientales. Por lo tanto, las consideraciones de seguridad deben referirse a tecnologías individuales y a su aplicación, así como a las características del producto resultante, en lugar de aplicarse a grupos enteros de tecnologías. Debería evaluarse la aplicación de nuevos instrumentos, como el NPBT, y el desarrollo conexo de innovaciones, como semillas adaptadas al clima y plaguicidas biológicos, que podrían sustituir a las tecnologías actuales.

Sin embargo, las evaluaciones no deberían estar dominadas por las ambiciones de la UE en materia de sostenibilidad medioambiental. También deben incluir criterios de seguridad alimentaria y promover un juicio equilibrado. El traslape entre la legislación horizontal, como el Registro, Evaluación, Autorización y Restricción de Sustancias Químicas (REACH) o la Estrategia de Sostenibilidad para Sustancias Químicas, y los requisitos relativos, por ejemplo, a la comercialización de plaguicidas, debe considerarse un desafío para el uso de tecnologías y productos innovadores.

### **Recomendaciones finales**

Para promover una agenda de sistemas agrícolas y alimentarios sostenibles que evite los escollos de las principales consecuencias no intencionadas, recomendamos una combinación de políticas más progresiva que establezca objetivos cuantitativos, pero que también permita la transición ambiental sin el sacrificio de la productividad económica. Esto implica:

1. Una agenda para el desarrollo tecnológico que destaque la digitalización y las biotecnologías para los insumos agrícolas, es decir, nuevas soluciones de protección vegetal, nuevos productos de nutrición vegetal y, por supuesto, semillas innovadoras;
2. Una agenda para promover la innovación en la producción agrícola y ganadera, los patrones de consumo, los flujos comerciales, el uso de los recursos locales y globales, la gestión agrícola y las cadenas de valor;
3. Una agenda para reducir el riesgo de producción y suministro que se base en hechos científicos objetivos, no en percepciones.

En conclusión, recomendamos que se restablezca la seguridad alimentaria como objetivo central de las políticas agrícolas y alimentarias; que se realicen más investigaciones sobre el potencial de consecuencias no intencionadas a nivel mundial; que los responsables de las políticas abran el diálogo más ampliamente y mejoren la comunicación; que se promuevan y difundan más ampliamente las tecnologías y la innovación, y que la innovación se apoye en un marco normativo y de políticas apropiado. Este enfoque global ofrece nuestra mejor esperanza para lograr una agricultura sostenible que proporcione suficientes alimentos a precios razonables para todas las personas.



Aerni, P. (2018): Global business in local culture: the impact of embedded multinational enterprises. Cham: Springer:

Aerni, P. (2009): What is sustainable agriculture? Empirical evidence of diverging views in Switzerland and New Zealand, *Ecological Economics*, Volume 68, Issue 6

Alexandratos, N.; Bruinsma, J. (2012): World agriculture towards 2030/2050: the 2012 revision. Rome: FAO.

Alix, A.; Brown, C.; Capri, E.; Goerlitz, G.; Golla, B.; Knauer, K.; Laabs, V.; Mackay, N.; Marchis, A.; Poulsen, V.; Alonso Prados, E.; Reinert, W.; Streløkke, M. (2017): Mitigating the risks of plant protection products in the environment: MAGPIE. Pensacola, Brussels: SETAC Books.

Archer, E.; Leadley, P.; Obura, D.; Arneeth, A.; Costello, M.J.; Ferrier, S.; Mori, A.S.; Rondinini, C.; Smith, P. (2022): Secretariat of the Convention on Biological Diversity. Science briefs on targets, goals, and monitoring in support of the post-2020 global biodiversity framework negotiations. Montreal: CBD.

Artnr-Nehls, A; Méité, R. (2021): Thematisierung von N-Minderungsstrategien in Wissenschafts- und Fachpresse. 31. Jahrestagung der Österreichischen Gesellschaft für Agrarökonomie, 16.–17. September 2021.

Baquedano, F.; Jelliffe, J.; Beckman, J.; Ivanic, M.; Zereyesus, Y.; Johnson, M. (2022): Food security implications for low- and middle-income countries under agricultural input reduction: the case of the European Union's farm to fork and biodiversity strategies. In: *Applied Economic Perspectives and Policy* (2022): 1-13.

Barreiro-Hurle, J.; Bogonos, M.; Himics, M.; Hristov, J.; Pérez-Domínguez, I.; Sahoo, A.; Salputra, G.; Weiss, F.; Baldoni, E.; Elleby, C. (2021): Modelling environmental and climate ambition in the agricultural sector with the CAPRI model: exploring the potential effects of selected Farm to Fork and Biodiversity strategies targets in the framework of the 2030 climate targets and the post 2020 Common Agricultural Policy. Seville: JRC.

BDP (Bundesverband Deutscher Pflanzenzüchter e.V.) (2021): Establishing multiple and durable fungi disease tolerance in wheat through the latest breeding methods. Bonn: BDP.

Beckman, J.; Ivanic, M.; Jelliffe, J.L. (2021): Market impacts of Farm to Fork: reducing agricultural input use. In: *Applied Economic Perspectives and Policy* (2021): 1-9.

Beckman, J.; Ivanic, M.; Jelliffe, J.L.; Baquedano, F.G.; Scott, S.G. (2020): Economic and food security impacts of agricultural input reduction under the European Union Green Deal's Farm to Fork and Biodiversity strategies. Economic Brief Number 30. Washington, DC: USDA.

Belafoutis, A.T.; Beck, B.; Fountas, S.; Tsiropoulos, Z.; Vangeyte, J.; van der Wal, T.; Soto-Embodas, I.; Gomez-Barbero, M.; Pedersen, S.M. (2017): Smart farming technologies – description, taxonomy, and economic impact. In: Pedersen, S.M.; Lind, K.M. (eds.): *Precision agriculture: technology and economic perspectives*. Cham: Springer International Publishing AG: 21-81.

Beltran, J.P.; Berbel, J.; Berdaji, I.; Bernabeu, R.; Boix Fayos, C.; Ballus, R.C.; Colomer Xena, Y.; del Cas-fillo Bilbao, M.D.; Flotats Ripoli, X.; Gil, J.C.; Gomez Guillen, M.C.; Gonzalez-Vaque, L.; Intrigliolo, D.S.; Irujo de Hond, A.; Jarauta-Bragulat, E.; Marine, A.; Martin Aranda, R.M.; Morales Navas, F.J.; Moreno, O.; Navarro, L.; Ortiz, D.; Orzaez Calatayud, D.; Palli, A.; Reca, J.; Reguant, F.; Romagosa, I.; Sanz.Cobena, A.;

Save Monserrat, R.; Sumpsi, J.M.; Vidal, M.C (2021): Report on the impact of European Green Deal from a sustainable global food system approach. Barcelona: Triptolemos Foundation.

Boldt, B. (2020): Fusarienresistenzen im Weizengenom orten. In: Bioökonomie.de (05.08.2020).

Braatz, J.; Harloff, H.J.; Mascher, M.; Stein, N.; Himmelbach, A.; Jung, C. (2017): CRISPR-Cas9 targeted mutagenesis leads to simultaneous modification of different homoeologous gene copies in polyploid oilseed rape (*Brassica napus*). In: *Plant Physiology* (174): 935–942.

Bremmer, J.; Gonzalez-Martinez, A.; Jongeneel, R.; Huiting, H.; Stokkers, R.; Ruijs, M. (2022): Impact assessment of EC 2030 Green Deal targets for sustainable crop production. Wageningen: Wageningen Economic Research.

Bruce-Lockhart, C.; Terazono, E. (2022): How bad will the global food crises get? Food commodity prices are falling but experts say global production and hunger rates might be even worse in 2023. In: *Financial Times* July 27, 2022.

Bruins, M.; Morgante, M. (2021): Innovation to preserve tradition. In: *European seeds* (March 1, 2021).

Bureau, J.C.; Anton, J. (2022): Agricultural total factor productivity and the environment: a guide to emerging best practices in measurement. OECD Food, Agriculture and Fisheries Paper No. 177. Paris: OECD.

Castaldi, F.; Pelosi, F.; Pascucci, S.; Casa, R. (2017): Assessing the potential of images from unmanned aerial vehicles (UAV) to support herbicide patch spraying in maize. In: *Precision Agriculture* (18): 76–94.

Chaudhary, I.J.; Neeraj, A.; Siddiqui, M.A.; Singh, V. (2020): Nutrient management technologies and the role of organic matrix-based slow-release biofertilizers for agricultural sustainability: a review. In: *Agricultural Reviews* (41): 1-13.

Clark, S. (2020): Organic farming and climate change: the need for innovation. In: *Sustainability* (2020): 7012.

Connor, D.J. (2018): Organic agriculture and food security: a decade of unreason finally implodes. In: *Field Crop Research* (225): 128-129.

Cousin, E.; Baskaran-Makanju, S.; Unnikrishnan, S.; Woods, W.; Mitchell, C.; Hoo, S. (2022): The war in Ukraine and the rush to feed the world. Boston: Boston Consulting Group.

CropLife Europe (2022): Unlocking the potential of biopesticides. Brussels: CropLife Europe. Dehler, M

(2020): Zurück zu Hacke und Bandspritzung? DLG Mitteilungen (4):76-77.

Dekeyser, K.; Woolfrey, S. (2021): A greener Europe at the expense of Africa? Why the EU must address the external implications of the Farm to Fork strategy. ECDPM Briefing Note No. 137. Maastricht: ECDPM.

Dent, M. (2021): Biostimulants and biopesticides 2021-2031: technologies, markets, and forecasts. An overview of agricultural biologicals, including natural products, semiochemicals and the plant microbiome. Cambridge: IDTechEx.

EC (European Commission) (2022a): Agri-food trade statistical factsheet: European Union - extra EU27. Brussels: EC.

EC (European Commission) (2022b): Green Deal: pioneering proposals to restore Europe's nature by 2050 and halve pesticide use by 2030. Brussels: European Commission).

EC (European Commission) (2020a): A Farm to Fork strategy for a fair, healthy and environmentally friendly food system. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Brussels: EC.

EC (European Commission) (2020b): EU Biodiversity strategy for 2030: bringing nature back into our lives. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Brussels: EC.

EC (European Commission) (2019): Communication from the Commission to the European Parliament, the European Council, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions: The European Green Deal. Brussels: EC.

EUIPO (European Union Intellectual Property Office); CPVO (Community Plant Variety Office) (2022): Impact of the Community plant variety rights system on the EU economy and the environment. Alicante: EUIPO.

European Parliament; Council of the European Union (2021): Regulation (EU) 2021/2115 of the European Parliament and of the Council of 2 December 2021 establishing rules on support for strategic plans to be drawn up by Member States under the common agricultural policy (CAP Strategic Plans) and financed by the European Agricultural Guarantee Fund (EAGF) and by the European Agricultural Fund for Rural Development (EAFRD) and repealing Regulations (EU) No 1305/2013 and (EU) No 1307/2013. In: Official Journal of the European Union (6.12.2021) L 435/1.

Faichuk, O.; Voliak, L.; Hutsol, T.; Glowacki, S.; Pantsyr, Y.; Slobodian, S.; Stelag, Sikora, A.; Grodek- Szostak, Z. (2022): European Green Deal: threats assessment for agri-food exporting countries to the EU. In: Sustainability (14): 3712.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) (2022a): An FAO information note: the importance of Ukraine and the Russian Federation for global agricultural markets and the risks associated with the current conflict. Rome: FAO.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) (2022b): Greenhouse gas emission intensities. Rome: FAO.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) (2022c): G7 Ministerial Conference: FAO outlines five urgent steps to address the global food crisis. Rome: FAO.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) (2021a): Crop prospects and food situation. Quarterly Global Report No 4. Rome: FAO.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) (2021b): Food outlook: biannual report on global food markets. Rome: FAO.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations); IFAD (International Fund for Agricultural Development); UNICEF (United Nations Children's Fund); WFP (World Food Programme); WHO (World Health Organization) (2021c): The state of food security and nutrition in the world: transforming food systems for food security, improved nutrition, and affordable healthy diets for all. Rome: FAO.

French Government (2022): recovery, strength, and a sense of belonging: programme of the French presidency of the Council of the European Union 1 Jan to 30 June 2022. Paris: French Government.

Fuchs, R.; Brown, C.; Rounsevell, M. (2020): Europe's Green Deal offshores environmental damage to other nations. In: *Nature* (586): 671-673.

Galein, Y.; Legrève, A.; Bragard, C. (2018): Long term management of Rhizomania disease — insight into the changes of the beet necrotic yellow vein virus RNA-3 observed under resistant and non-resistant sugar beet fields: In: *Frontiers of Plant Science* (9): 795.

Gandorfer, M.; Meyer-Aurich, A. (2017): Economic potential of site-specific fertiliser application and harvest management. In: Pedersen, S.; Lind, K. (eds.): *Precision agriculture technology and economic perspectives*. Cham: Springer International Publishing AG.

Gaupp-Berghausen, M.; Schuh, B.; Münch, A.; Badouix, M.; Hat, K.; Brkanovic, S.; Dax, T.; Machold, I.; Schroll, K.; Juvancic, L.; Erjavec, E.; Rac, I.; Novak, A. (2022): The future of the European farming model: socio-economic and territorial implications of the decline in the number of farms and farmers in the EU. Brussels: Policy Department for Structural and Cohesion Policies, Directorate- General for Internal Policies.

Glauben, T.; Svanidze, M.; Götz, L.; Prehn, S.; Jaghdani, T.J.; Duric, I.; Kuhn, L. (2022): The war in Ukraine exposes supply tensions on global agricultural markets: openness to global trade is needed to cope with the crisis. IAMO Policy Brief No 44. Halle (Saale): Leibniz Institute of Agricultural Development in Transition Economies (IAMO).

G7 Germany (2022): G7 Statement on Global Food Security. Elmau: G7 Germany 2022.

Hackenesch, C.; Högl, M.; Knaepen, H.; Iacobuta, G.; Asafu-Adjaye, J. (2021): Green transitions in Africa-Europe relations: what role for the European Green Deal? Brussels: ETTG.

Henning, C.; Witzke, P.; Panknin, L.; Grunenberg, M. (2021): Ökonomische und ökologische Auswirkungen des Green Deals in der Agrarwirtschaft: eine Simulationsstudie der Effekte der F2F-Strategie auf Produktion, Handel, Einkommen und Umwelt mit dem CAPRI-Modell. Kiel: CAU.

HFFA Research (2022): Technologische und politikbedingte Reduktionspotenziale für Pflanzenschutz- und Düngemittel sowie deren Kosten für Landwirtschaft und Gesellschaft. Eine Analyse zur Relevanz und Bedeutung für ausgewählte Bestimmungsfaktoren und Deutschland. Berlin: HFFA Research GmbH.

Hülsbergen, K.J. (2019): Stickstoffeffizienz durch digitales Nährstoffmanagement und Precision Farming. Symposium „Wege in eine nachhaltige Stickstoffwirtschaft“, 06.Mai 2019, Halle/Saale: MLU.

IEA (International Energy Agency) (2021): *World energy outlook 2021*. Paris: IEA.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2019): *Climate change and land*. Geneva: IPCC.

Janke, C.K.; Moody, P.; Bell, M.J. (2020): Three-dimensional dynamics of nitrogen from banded enhances efficiency fertilizers. In: *Nutrient Cycling in Agroecosystems* (118): 227-247.

Jarasch, E.D. (2019): *Transgene-free plant breeding using genome editing*. Stuttgart: BIOPRO Baden-Württemberg GmbH.

John Innes Centre (2021): *Sweet success for sugar beet research bid*. Norwich: John Innes Centre.

Kanter, D.R.; Musumba, M.; Wood, S.L.R.; Palm, C.; Antle, J.; Balvanera, P.; Dale, V.H.; Havlik, P.; Kline, K.L.; Scholes, R.J.; Thornton, P.; Tiftonell, P.; Andelman, S. (2018): Evaluating agricultural trade-offs in the age of sustainable development. In: *Agricultural Systems* (163): 73-88.

Kempenaar, C.; Been, T.; Booij, J.; van Evert, F.; Michielsen, J.M.; Kocks, C. (2018): Advances in variable rate technology application in potato in The Netherlands. In: *Potato Research* (60): 295- 305.

Kirsch, A. (2020): Why are the United States so afraid of the Green Deal? Examination of an American attempt at rough misinformation. Paris: *Agriculture Strategies*.

Kockerols, K. (2022): Kampf gegen Hunger: Was muss die Landwirtschaft leisten? In: *TopAgrar* 07.07.2022.

Kühl, R.; Müller, J.; Kruse, J.; Monath, J.; Paul, L.M. (2021): Green Deal – wie und zu welchem Preis können die Ziele von der deutschen Agrar- und Ernährungswirtschaft erreicht werden? Gießen: Justus-Liebig-Universität.

Kummu, M.; Fader, M.; Gerten, D.; Guillaume, J.H.A.; Jalava, M.; Jägermeyr, J.; Pfister, S.; Porkka, M.; Siebert, S.; Varis, O. (2017): Bringing it all together: linking measures to secure nations' food supply. In: *Current Opinion in Environmental Sustainability* (29): 98-117.

Leonard, M.; Pisani-Ferry, J.; Shapiro, J.; Tagliapietra, S.; Wolff, G.B. (2021): The geopolitics of the Euro-pean Green Deal. *Bruegel Policy Contribution No. 04/2021*. Brussels: Bruegel.

Lieder, S.; Schröter-Schlaack, C. (2021): Smart farming technologies in arable farming: towards a holistic assessment of opportunities and risks. In: *Sustainability* (13): 6783.

Liu, S.; Qin, F. (2021): Genetic dissection of maize drought tolerance for trait improvement. In: *Molecular Breeding* (41): 8.

Loddo, D.; Scarabel, L.; Sattin, M.; Pederzoli, A.; Morsiani, C.; Canestrone, R.; Tommasini, M.G. (2019): Combination of herbicide band application and inter-row cultivation provides sustainable weed control in maize. In: *Agronomy* (10): 1-17.

Lopes, C. (2021): Europe and Africa need to see eye to eye on climate change. Paris: OECD. MAFF (Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries) (2021): *Strategy for sustainable food systems, MeaDRI*. Tokyo: MAFF.

Malico, I.; Nepomuceno, R.; Pereira, A.; Gonçalves, C.; Sousa, A.M.O. (2019): Current status and future perspectives for energy production from solid biomass in the European industry. In: *Renewable and Sustainable Energy Reviews* (112): 960-977.

Malnoy, M.; Viola, R.; Jung, M.H.; Koo, O.K.; Kim, S.; Kim, J.S.; Velasco, R.; Kanchiswamy, C.N. (2016): DNA-free genetically edited grapevine and apple protoplast using CRISPR/Cas9 ribonucleoproteins. In: *Frontiers of Plant Science* (7): 1904.

Matthews, A. (2022a): Eu throws hand grenade into global agri-food trade. In: *CapReform*, July 11, 2022.

Matthews, A. (2022b): Implications of the European Green Deal for agri-food trade with developing countries. Brussels: *European Landowner's Organization*.

Muscat, A.; de Oldel, E.M.; de Boer, J.M.; Ripoll-Bosch, R. (2020): The battle for biomass: a systematic review of food-feed-fuel competition. In: *Global Food Security* (25): 100330.

Nakada, S.; Saygin, D.; Gielen, D. (2014): Global bioenergy supply and demand projections: a working paper for REmap 2030. Abu Dhabi: IRENA.

Njuguna, E.; Coussens, G.; Aesaert, S.; Neyt, P.; Anami, S.; Van Lijsebettens, M. (2017): Modulation of energy homeostasis in maize and Arabidopsis to develop lines tolerant to drought, genotoxic and oxidative stresses. In: *Afrika Focus* (30): 66-76.

Noleppa, S.; Carlsburg, M. (2021): The socio-economic and environmental values of plant breeding in the EU and selected EU member states. An ex-post evaluation and ex-ante assessment considering the "Farm to Fork" and "Biodiversity" strategies. HFFA Research Report 2021. Berlin: HFFA Research GmbH.

OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development); FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) (2022): *OECD-FAO Agricultural Outlook 2022-2031*. Paris: OECD.

Ørum, J.E.; Kudsk, P.; Jensen, P.K. (2017): Economics of site-specific and variable-dose herbicide application. In: Pedersen, S.M.; Lind, K.M. (eds.): *Precision agriculture: technology and economic perspectives*. Springer: Berlin/Heidelberg.

Østergaard, L.; Sablowski, R.; Wells, R. (2021): *Reducing seed loss in oilseed rape*. Norwich: The John Innes Centre.

Paarlberg, R. (2022): The trans-Atlantic conflict over "green" farming. In: *Food Policy* (108): 102229.

Pelkmans, J. (2021): Linking "values" to EU trade policy – a good idea? In: *European Law Journal* (26): 391-400.

Peters, M.A.; Jandric, P.; Hayes, S. (2022): Biodigital technologies and the bioeconomy: the global New Green Deal? In: Peters et al. (eds.): *Bioinformational philosophy and postdigital knowledge ecologies*. p.: 99-111. Chur: Springer.

Pohl, J.P.; Dunekacke, H.; von Bargen, F.; von Hörsten, D.; Wegener, J.K. (2021): Direkteinspeisung an Feldspritzgeräten zur situationsgerechten und teilflächenspezifischen Applikation. In: *Journal für Kulturpflanzen* (73): 116-120.

Purnhagen, K.P. (2022): The Farm to Fork Strategy from the perspective of EU law and economics. In: *Applied Economic Perspectives and Policy*. Cited in Wesseler (2022), see below.

Rajmis, S.; Karpinski, I.; Kehlenbeck, H. (2021): Ökonomische Kennzahlen und betriebswirtschaftliche Bewertung von teilflächenspezifischen Pflanzenschutzmittelapplikationen mit Direkteinspeisung und Assistenzsystem. In: *Journal für Kulturpflanzen* (73): 159-170.

Ridley, M. (2019): The EU's absurd risk aversion stifles new ideas. In: *Human Progress*, December 16, 2019.

Roser, M. (2019): Pesticides. In: Internet. [OurWorldInData.org](https://www.ourworldindata.org).

Sanchez-Leon, S.; Gil-Humanes, J.; Ozuna, C.V.; Gimenez, M.I.; Sousa, C.; Voytas, D.F.; Barro, F. (2018): Low-gluten, non-transgenic wheat engineered with CRISPR/Cas9. In: *Plant Biotechnology Journal* (16): 902-910.

Saupe, E.E.; Myers, C.E.; Townsend Peterson, A.; Soberon, J.; Singarayer, J.; Valdes, P.; Qiao, H. (2019): Spatio-temporal climate change contributes to latitudinal diversity gradients. In: *Nature Ecology and Evolution* (3): 1419-1429.

Schiavo, M.; L Mouel, C.; Poux, X.; Aubert, P.M. (2021): Reaching the Farm to Fork objectives and beyond: impacts of an agroecological Europe on land use, trade, and global food security. Policy Brief No 06/21. Paris: IDDRI.

Shi, J.; Gao, H.; Wang, H.; Lafitte, H.R.; Archibald, R.L.; Yang, M.; Hakimi, S.M.; Mo, H.; Habben,

- J.E. (2017): ARGOS8 variants generated by CRISPR-Cas9 improve maize grain yield under field drought stress conditions. In: *Plant Biotechnology Journal* (15): 207–216.
- Sihlobo, W.; Kapuya, T. (2021): The EU's Green Deal: opportunities, threats, and risks for South African agriculture. In: *The Conversation*, 14 November 2021.
- Springmann, M.; Clark, M.; Mason-D'Croz, D.; Wiebe, K.; Bodirsky, B.L.; Lassaletta, L.; de Vries, W.; Vermeulen, S.J.; Herrero, M.; Carlson, K.M.; Jonell, M.; Troell, M.; DeClerck, F.; Gordon, L.J.; Zurayk, R.; Scarborough, P.; Rayner, M.; Loken, B.; Fanzo, J.; Godfray, H.C.J.; Tilman, D.; Rockström, J.; Willett, W. (2018): Options for keeping the food system within environmental limits. In: *Nature* (562): 519-525.
- Steenland, A. (2019): 2019 Global agricultural productivity report: productivity growth for sustainable diets, and more. Blacksburg, VA: Virginia Tech College of Agriculture and Life Sciences.
- Stevanato, P.; Chiodi, C.; Broccanello, C.; Concheri, G.; Biancardi, E.; Pavli, Q.; Skaracis, G. (2019): Sustainability of the sugar beet crop. In: *Sugar Tech* (6 July 2019).
- Tackenberg, M.; Volkmar, C.; Schirrmann, M.; Giebel, A.; Dammer, K.H. (2017): Impact of sensor-controlled variable rate fungicide application on yield, senescence, and disease occurrence in winter wheat fields. In: *Pest Management Science* (74): 1251-1258.
- Teevan, C.; Medinilla, A.; Sergejeff, K. (2021): The Green Deal in foreign and development policy. EC-DPM Briefing Note No. 131. Maastricht: ECDPM.
- The Economist Intelligence Unit (2021): Global food security index 2020: regional report Europe. London: The Economist Intelligence Unit.
- Tilman, D.; Balzer, C.; Hill, J.; Befort, B.L. (2011): Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. In: *PNAS* (50): 20260-20264.
- Tolu, A. (2022): Farm to Fork differences for EU and U.S. In: *Columns – International Perspectives* April 4, 2022.
- Umetsu, N.; Shirai, Y. (2020): Development of novel pesticides in the 21st century. In: *Journal of Pesticide Science* (45): 54-74.
- UN (United Nations) (2022). *World Population Prospects 2022: Summary of Results*. New York, NY: UN.
- USDA (United States Department of Agriculture) (2022): The Ukraine conflict and other factors contributing to high commodity prices and food insecurity. *International Agricultural Trade Report* April 2022. Washington, DC: USDA.
- USDA (United States Department of Agriculture) (2021): *International agricultural productivity. Data and methods as of October 2021*. Washington, DC: USDA.
- USDA (United States Department of Agriculture) (2020): *USDA agricultural projections to 2029*. Washington, DC: USDA.
- van Dijk, M.; Morley, T.; Rau, M.L.; Saghai, Y. (2021): A meta-analysis of projected global food demand and population at risk of hunger for the period 2010–2050. In: *Nature Food* (2): 494-501.
- von Cramon-Taubadel, S. (2022): *Russia's invasion of Ukraine – implications for grain markets and food security*. Göttingen: Georg-August-Universität Göttingen.

Wan, D.Y.; Guo, Y.; Cheng, Y.; Hu, Y.; Xiao, S.; Wang, Y.; Wen, Y.Q. (2020): CRISPR/Cas9-mediated mutagenesis of VvMLO3 results in enhanced resistance to powdery mildew in grapevine (*Vitis vinifera*). In: Horticulture Research (7):116.

Wang, X.; Tu, M.; Wang, D.; Liu, J.; Li, Y.; Li, Z.; Wang, Y.; Wang, X. (2018): CRISPR/Cas9-mediated efficient targeted mutagenesis in grape in the first generation. In: Plant Biotechnology Journal (16):844–855.

Warnecke-Busch, G.; Mücke, M. (2020): Systeme zur mechanischen und mechanisch-chemischen Unkrautregulierung in Zuckerrüben (*Beta vulgaris* subsp.) – Versuche in Niedersachsen. 29. Deutsche Arbeitsbesprechung über Fragen der Unkrautbiologie und -bekämpfung. 3.–5. März 2020 in Braun-schweig.

Wax, E.; Anderson, E. (2021): The transatlantic relationship descends into a food fight. In: Politico Pro. September 29, 2021.

Wesseler, J. (2022): The EU’s farm-to-fork strategy: an assessment from the perspective of agricultural economics. In: Applied Economic Perspectives and Policy (2022): 1-18.

Whetton, R.L.; Waine, T.W.; Mouazen, A.M. (2018): Evaluating management zone maps for variable rate fungicide application and selective harvest. In: Computers and Electronics in Agriculture (153): 202-212.

Williams, D.R.; Clark, M.; Buchanan, G.M.; Ficetola, G.F.; Rondinini, C.; Tilman, D. (2021): Proactive conservation to prevent habitat losses to agricultural expansion. In: Nature Sustainability (4): 314- 322.

World Bank (2022): Total greenhouse gas emissions (kt of CO2 equivalent). Washington, DC: World Bank.

World Bank (2021): A roadmap for building the digital future of food and agriculture. Washington, DC: World Bank.

WPF (World Food Programme) (2022): People in food crisis or worse. Numbers explained. Rome: WFP.

WPI (World Perspectives, Inc.) (2022): The economic impacts of a Mexican ban on GM corn imports. Arlington, VA: WPI.

Wrzaszcz, W.; Prandecki, K. (2020): Agriculture and the European Green Deal. In: Problems of Agricultural Economics (4): 156-179.

WTO (World Trade Organization) (2022): Draft ministerial declaration on the emergency response to food security: revision. Geneva: WTO.

Yadaw, V.G.; Yadav, G.D.; Patankar, S.C. (2020): The production of fuels and chemicals in the new world: critical analysis of the choice between crude oil and biomass vis-à-vis sustainability and the environment. In: Clean Technologies and Environmental Policy (22): 1757–1774.

Yang, Y.; Zhu, K.; Li, H.; Han, S.; Meng, Q.; Khan, S.U.; Fan, C.; Xie, K.; Zhou, Y. (2018): Precise editing of CLAVATA genes in *Brassica napus* L. regulates multilocular silique development. In: Plant Biotechnology Journal (16): 1322–1335.

Zaidi, S.S.A.; Mahas, A.; Vanderschuren, H.; Mahfouz, M.M. (2020): Engineering crops of the future: CRISPR approaches to develop climate resilient and disease-resistant plants. In: Genome Biology (21): 289.

Zetzsche, H.; Friedt, W.; Ordon, F. (2020): Breeding progress for pathogen resistance is a second major driver for yield increase in German winter wheat at contrasting N levels. In: nature (10): 20374.

**HFFA Research GmbH**  
Bülowstraße 66  
10783 Berlín, Alemania  
[hffa-research.com](http://hffa-research.com)  
[office@hffa-research.com](mailto:office@hffa-research.com)

**OPERA Research**  
Via E. Parmense 84  
29100 Piacenza, Italia  
2, Place du Champs de Mars  
1050 Bruselas, Bélgica  
[operaresearch.eu](http://operaresearch.eu)  
[info@operaresearch.eu](mailto:info@operaresearch.eu)