

WHITE PAPER

Como alcançar a segurança alimentar global sem comprometer o livre comércio nem a produtividade agrícola: uma perspectiva global sobre o Pacto Verde Europeu e o papel da inovação na agricultura sustentável

**Steffen Noleppa, HFFA Research GmbH
Ettore Capri, Opera Research**

Declaração de transparência

A **HFFA Research GmbH** é uma empresa de consultoria científica independente voltada para assuntos relacionados à agricultura, ao meio ambiente e ao desenvolvimento em âmbito mundial. Nossa meta é fornecer serviços de pesquisa, consultoria e avaliação de alta qualidade aos clientes, como empresas, autoridades políticas, instituições acadêmicas e a sociedade civil, para que consigam lidar com os desafios globais e conquistar seus objetivos em um mundo tão complexo e em constante transformação. Nos últimos anos, temos nos dedicado a várias questões relacionadas à agricultura e ao meio ambiente, duas áreas fortemente entrelaçadas e interdependentes. www.hffa-research.com

A **OPERA Research** oferece soluções simples e pragmáticas para ajudar nos processos de tomada de decisões para a sustentabilidade de sistemas agroalimentares. Desde 2010, o centro de pesquisas e "think tank" da Università Cattolica del Sacro Cuore trabalha com a sociedade civil, produtores rurais, associações e governos para integrar a sustentabilidade ao agronegócio. Nossa visão é disponibilizar informações e análises de alta qualidade sobre acontecimentos recentes no âmbito das políticas para o agronegócio e promover um diálogo equilibrado entre as partes interessadas. Com base em pesquisas novas e já publicadas, elaboramos, com a ajuda de nossos parceiros, abordagens claras e pragmáticas e soluções voltadas à agricultura sustentável benéficas para a natureza. www.operaresearch.eu

A HFFA Research GmbH e a OPERA Research gostariam de agradecer aos integrantes dos seus grupos de trabalho pelas contribuições incríveis, as atitudes construtivas e as sugestões preciosas na elaboração deste white paper, bem como a todos os especialistas e revisores que ajudaram com pareceres e opiniões durante a revisão do documento.

A produção deste documento foi possível com o apoio da CropLife International.

As decisões políticas decorrentes da guerra da Rússia na Ucrânia colocaram a segurança alimentar em risco (FAO, 2022a). Da mesma forma, outros conflitos militares e civis, a pandemia da COVID-19 e um aumento na ocorrência de eventos relacionados à mudança climática nos últimos anos evidenciaram como a disponibilidade e o acesso a alimentos, ração animal, combustível e fibras podem ser afetados de maneira negativa, tanto no que diz respeito à quantidade quanto ao preço. Projeções de um macroambiente incerto nos próximos dez anos (OCDE e FAO, 2022) ainda sugerem a possibilidade de consequências drásticas para centenas de milhões de pessoas em países de baixa renda e para as populações vulneráveis em nações desenvolvidas.

Considerando esse cenário, torna-se essencial examinar a função determinante das políticas e o potencial de gerar consequências não intencionais. Os regulamentos que afetam a produção agrícola e o comércio de alimentos no mundo todo podem ter repercussões negativas quando os governos não acertam o equilíbrio ideal entre proteção ambiental e segurança alimentar. Algumas decisões unilaterais podem criar impasses comerciais, ações judiciais e retaliação, interferindo no desenvolvimento da agricultura sustentável e na economia global. Um exemplo disso são as normas de sustentabilidade exigidas unilateralmente. Quando aplicadas às importações de alimentos sem considerar os requisitos da produção local, elas podem servir de barreiras não tarifárias ao comércio e representar o mau uso do poder econômico. Elas podem ter o efeito involuntário de prejudicar o crescimento social e econômico de parceiros comerciais nas regiões do mundo que mais dependem do comércio de alimentos e da agricultura para sua subsistência e desenvolvimento.

Um exemplo relevante de políticas da União Europeia (UE) que talvez interfiram no comércio são os Limites Máximos de Resíduos (LRMs) para pesticidas. Os LRMs, estabelecidos para garantir que os alimentos sejam seguros para o consumo e para facilitar o comércio, se referem ao nível máximo de um resíduo de pesticida legalmente tolerado em um alimento ou ração no momento da colheita, quando os produtos são aplicados conforme as instruções no rótulo. Esses níveis são definidos com base no princípio “As Low As Reasonably Achievable” (ALARA, Tão Baixo Quanto Razoavelmente Possível), e as avaliações de risco ao consumidor são realizadas considerando esses níveis, apesar de um nível de resíduo superior não representar necessariamente um risco aos consumidores. Sendo assim, os LRMs podem ser definidos com limites diferentes em cada país, dependendo dos usos registrados de pesticidas. O impacto ambiental resultante do uso de um pesticida e as possíveis medidas para a redução de riscos são avaliados pela autoridade competente quando esse produto é aprovado no país a que se destina. Esse impacto não precisa ser reavaliado pelo país que importar o alimento ou a ração.

Agora a UE pretende se afastar desses princípios estabelecidos internacionalmente para a definição de LRMs. Na Estratégia Farm to Fork (F2F, Do Campo à Mesa), tratada em detalhes mais abaixo, a Comissão Europeia anunciou que vai considerar fatores ambientais ao definir os LRMs¹. Existem outros exemplos desses tipos de políticas que interferem no comércio, e eles servem como alertas². Por outro lado, as políticas que facilitam o comércio ajudam a promover o

1 Em 6 de julho de 2022, a UE notificou a Organização Mundial do Comércio (OMC) com base no Acordo sobre Barreiras Técnicas ao Comércio (TBT) referente à proposta de regulamento para reduzir os LRMs das substâncias ativas em dois pesticidas, alegando um impacto ambiental mundial pelo uso desses produtos fora da

UE (Comitê da OMC para o Acordo sobre Barreiras Técnicas ao Comércio, notificação da União Europeia nº 22-5221, de 07/06/2022). Se essa proposta de regulamento for implementada, os países que exportam para a UE precisarão reconsiderar o uso dessas substâncias na produção agrícola, apesar de serem oficialmente registradas e aprovadas como seguras para uso em seus territórios. Dessa forma, as LRMs talvez sejam usadas como uma ferramenta para impor a política de pesticidas da Comissão Europeia nos parceiros comerciais, influenciando os padrões da produção agrícola nos países exportadores. A direção política da Comissão Europeia é muito clara: um comunicado de imprensa de 22 de junho de 2022 afirma que “Alimentos importados que contiverem resíduos mensuráveis de substâncias proibidas [na UE] não serão, com o tempo, comercializados na UE” (CE, 2022b).

2 Outro exemplo do efeito adverso de regulamentos “locais” sobre a produtividade, a renda agrícola de países produtores e o comércio internacional é o caso do México, com o banimento de milho geneticamente modificado, que deverá entrar em vigor em 2024. Uma análise econômica sugere que esse movimento pode aumentar a insegurança alimentar do próprio país devido aos custos alimentares mais altos, adicionar USD 4,4 bilhões aos custos de importação de milho e impor mudanças básicas e caras, principalmente para os setores agrícola e de produção de grãos nos EUA e no Canadá (WPI, 2022). Por exemplo, esse banimento pode obrigar os maiores exportadores mundiais de milho a mudar a produção para atender às demandas do México e estimular atividades voltadas à preservação de identidade, que são mais arriscadas e associadas a um fornecimento volátil, uma

desenvolvimento da agricultura, um setor fundamental para atingir as metas de erradicação da pobreza, fome zero e crescimento econômico dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU), além de proteger os recursos naturais e melhorar a biodiversidade, o que é essencial para lidar com os problemas causados pela mudança climática. Nesse contexto, a Europa é um estudo de caso particularmente importante. Com um papel de destaque nos mercados agroalimentares, a UE tem um impacto global na segurança alimentar e suas decisões afetam drasticamente o comércio internacional, as políticas alimentares de outros países, bem como a disponibilidade e o acesso a alimentos no mundo todo.

Com isso em mente, é importante analisar o Pacto Verde Europeu. Conforme definido pelo Conselho Europeu em dezembro de 2019, o Pacto Verde é uma estratégia de crescimento que tem como objetivo fazer a transição da economia europeia para um modelo sustentável. A meta é a UE se tornar o primeiro continente a atingir a neutralidade climática até 2050, o que resultará em um meio ambiente mais limpo, energia mais acessível, transportes mais inteligentes, novos empregos e uma qualidade de vida melhor. Os elementos centrais mais gerais do Pacto Verde são, entre outros, ação climática, energia limpa, uma indústria, construções e reformas sustentáveis, mobilidade sustentável e a eliminação da poluição. Outros objetivos são promover pesquisas e desenvolvimento e evitar práticas desleais de concorrência com o vazamento de carbono. As iniciativas mais relevantes para a agricultura da UE são a Estratégia F2F e a Estratégia de Biodiversidade.

A Estratégia F2F tem como objetivo lidar com os problemas ambientais, de equidade e sustentabilidade relacionados aos sistemas alimentares, bem como cuidar da saúde dos europeus. Ela também se concentra na diminuição de resíduos e na transformação da produção, do processamento, do varejo, do embalagem e do transporte de alimentos. A Estratégia de Biodiversidade identifica os principais fatores que geram a perda da biodiversidade, como alterações no uso de regiões terrestres e marítimas, sobre-exploração, mudanças climáticas, poluição e espécies invasoras. A perda de biodiversidade e as mudanças climáticas estão intrinsicamente ligadas, e as soluções baseadas na natureza terão um papel fundamental na adaptação e na atenuação das mudanças climáticas. As duas estratégias são complementares e juntas promovem a restauração de florestas, solos e regiões pantanosas, além da criação de espaços verdes nos centros urbanos.

Em geral, o Pacto Verde da UE é o resultado de um processo extenso de redefinição das políticas agrícolas europeias para se concentrar nos objetivos ambientais. Se isso for implementado por meio de regulamentos da UE em um processo legislativo que deverá durar vários anos e envolver a participação de forças institucionais da UE, haverá consequências significativas no mundo todo. O impacto será mais severo se considerarmos também as distorções que já existem no sistema.

O Pacto Verde e as estratégias relacionadas foram adotadas e têm amplo suporte. O processo legislativo que trata da operacionalização e da implementação disso nos regulamentos da UE foi iniciado. Por isso, é essencial explorar os impactos das duas estratégias europeias em outros países e regiões do mundo. Precisamos compreender as repercussões disso nos sistemas alimentares e na segurança alimentar mundial.

Nossa intenção é contribuir para esse entendimento examinando elementos específicos do Pacto Verde Europeu do ponto de vista da segurança alimentar e iniciar uma conversa sobre uma revisão da agenda política. Queremos investigar como é possível alcançar a sustentabilidade ambiental e socioeconômica e, ao mesmo tempo, garantir que essas decisões políticas beneficiem tanto a segurança alimentar quanto o desempenho ambiental. Embora o Pacto Verde Europeu inclua vários domínios e incorpore muitas abordagens, nos concentramos

demanda inflexível e valores de ágio flutuantes. Dessa maneira, as decisões políticas do México têm a chance de exarcebar as atuais restrições da cadeia de fornecimento e sujeitar sua economia, bem como às de seus parceiros comerciais, a uma volatilidade maior nos preços e no fornecimento de grãos.

nos elementos mais relevantes para as questões socioeconômicas e os aspectos ambientais. Alguns deles são alterações no uso de insumos agrícolas, mudanças no uso da terra, cláusulas-espelho no comércio internacional e a inovação como uma forma de aumentar a sustentabilidade econômica, social e ambiental da agricultura.

O documento inicia com uma visão geral dos desafios mundiais emergentes que tornam este momento tão importante para examinar as políticas comerciais e agrícolas no que diz respeito ao impacto delas na segurança alimentar. Em seguida, apresentamos um apanhado dos objetivos da política agrícola da UE, especificamente o Pacto Verde Europeu, e tratamos sobre os possíveis impactos das intervenções relacionadas ao fornecimento incorporadas na Estratégia F2F e na Estratégia de Biodiversidade, tanto na Europa quanto no mundo todo³. Falamos sobre a necessidade de haver uma estrutura política mais adequada para lidar não apenas com os objetivos socioeconômicos e ambientais em geral, mas também com a vulnerabilidade do sistema alimentar, especialmente a segurança alimentar, e investigar como a inovação pode ajudar a atingir essas metas. Nas declarações finais, incentivamos a continuidade das discussões sobre como melhorar a segurança alimentar e, ao mesmo tempo, garantir a prosperidade econômica do setor agrícola e gerar benefícios ambientais para a sociedade como um todo.

2. DESAFIOS GLOBAIS EMERGENTES E OUTROS CONTEXTOS POLÍTICOS

Acontecimentos importantes no mercado

A população mundial deverá atingir a marca de 9,7 bilhões pessoas até 2050 (hoje são 7,9 bilhões) e chegar a 10,4 bilhões até 2100 (ONU, 2022). O aumento da renda vem acompanhado de mudanças nos hábitos alimentares e o maior consumo de carne nos países menos desenvolvidos, pesquisadores esperam um crescimento significativo da demanda mundial por alimentos (Alexandratos e Bruinsma, 2012; Tilman et al., 2011) e uma mudança nos padrões de consumo voltados para produtos alimentares perecíveis e que mais exploram recursos naturais (FAO, 2021a; b; OCDE e FAO, 2022). Os resultados de uma metanálise recente de 57 estudos sugerem que, considerando um cenário normal, o consumo alimentar total no mundo todo aumentará em mais de 50% até 2050, em comparação a 2010 (van Dijk et al., 2021)⁴.

A taxa recente de crescimento excepcional na demanda agrícola deverá desacelerar pelo menos na próxima década (OCDE e FAO, 2022). Motivada por uma redução esperada no crescimento da demanda na China e em outros países de renda média e na demanda mundial de biocombustíveis, a OCDE e a FAO (2022) preveem que a demanda global por commodities agrícolas (inclusive para fins não alimentares) deverá aumentar em apenas 1,1% anualmente nos próximos dez anos. Elas projetam um aumento na demanda alimentar mundial de 1,4% ao ano na próxima década, estimulado pelo crescimento da população e da renda per capita. Ao mesmo tempo, elas estimam que a produção agrícola mundial terá um aumento de 17% nos próximos dez anos, mas observam que, para acabar com a fome e colocar a agricultura no caminho certo para atingir as metas de redução das emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) estipuladas no Acordo de Paris, a aceleração do crescimento da produtividade precisaria ser muito maior. A análise de cenário sugere que, para atingir essas metas simultaneamente, seria

3 Na ausência de avaliações específicas revisadas por pares, nossa análise não se estende a outras estratégias do Pacto Verde Europeu, como a Estratégia para a Sustentabilidade de Produtos Químicos. Ainda assim, incluímos alguns possíveis efeitos negativos para a segurança alimentar nas nossas conclusões sobre cenários futuros.

4 Esse aumento do consumo afetará as commodities agrícolas, mas também a produção de carne, fibras e laticínios. A produção de biocombustível também deverá aumentar (Muscat et al., 2020; IAE, 2021).

necessário um aumento médio na produtividade agrícola global de 28% na próxima década.

Outros acontecimentos, aumento da insegurança alimentar

Já estamos enfrentando um desafio, e é essencial lembrar que essas previsões não incorporam por completo os impactos de crises geopolíticas, pandemias, grandes mudanças nas condições climáticas ou o cenário dinâmico das políticas. Embora os detalhes ultrapassem o escopo deste documento, outros impactos possíveis desses eventos são abordados em referências como Malico et al. (2019), Nakada et al. (2014), Yadaw et al. (2020) e USDA (2020; 2022).⁵

Na verdade, muitos líderes mundiais manifestaram preocupações de que as interferências no comércio, os preços recorde e o excesso de volatilidade nas commodities agrícolas e alimentares podem prejudicar a segurança alimentar de todos os países, particularmente dos países menos desenvolvidos e grandes importadores de alimentos, que são afetados pela crise de maneira desproporcional (consulte, por exemplo, G7 Alemanha, 2022). A situação atual é especialmente difícil para os países em desenvolvimento por dois motivos adicionais: muitos agora enfrentam dívidas altas devido ao aumento dos gastos públicos em resposta à pandemia da COVID-19 e vários deles precisam pagar essas dívidas em dólares americanos (USD), que, desde a segunda metade de 2021, ficaram gradualmente mais fortes em comparação a outras moedas importantes (FAO, 2022a; Cousin et al., 2022).

Por fim, centenas de milhões de pessoas, principalmente nos países de baixa renda, estão enfrentando ameaças existenciais (von Cramon-Taubadel, 2022). Embora alguns efeitos nos preços talvez cheguem a um equilíbrio em médio prazo (Glauben et al., 2022), as consequências em curto prazo são drásticas para os países importadores de alimentos com rendas familiares baixas ou muito baixas (PAM, 2022).

Essa crise alimentar iminente originou uma nova consciência de que a principal tarefa da agricultura é a produção de alimentos. A segurança alimentar, que não era uma preocupação para muitos países de alta renda, está na agenda de políticas novamente. Considerando que as políticas têm dimensões internacionais e geopolíticas que ultrapassam as considerações regionais ou específicas de um país (von Cramon-Taubadel, 2022), precisamos perguntar: as políticas existentes resolvem esses problemas?

3. OBJETIVOS POLÍTICOS DA UE E AVALIAÇÕES DE IMPACTO DO PACTO VERDE EUROPEU

Estamos em um momento crítico para examinar o impacto das políticas agrícolas, particularmente dos regulamentos que afetam a produção agrícola e o comércio de alimentos. Precisamos garantir que eles não resultem em consequências involuntárias que ameacem ainda mais a segurança alimentar, tanto a nível regional quanto internacional. O Pacto Verde Europeu, com sua Estratégia F2F e Estratégia de Biodiversidade, é um exemplo que exige uma análise cuidadosa. ⁶A UE é um mercado importante para o setor agroalimentar (consulte, por exemplo,

⁵ É importante notar também que eventos climáticos extremos, ou seja, consequências da mudança climática, e conflitos como a guerra da Rússia na Ucrânia afetam várias regiões do mundo simultaneamente. A combinação de instrumentos políticos que tendem a restringir os mercados internacionais e o baixo desempenho das lavouras em várias regiões, ao mesmo tempo, tornam a reação dos mercados internacionais mais demorada e cara. O aumento da insegurança alimentar, no que diz respeito à disponibilidade de alimentos e os preços mais altos da comida, é o possível resultado disso. Para muitos países e comunidades, a situação atual já indica uma falha no acesso a refeições regulares. Mais adiante, os países de alta renda, que podem arcar com preços mais altos e compensar (alguns) consumidores por meio de medidas de política social, talvez consigam lidar com esses problemas e se adaptar. Os países menos desenvolvidos e o segmento mais pobre de suas populações sofrerão mais.

⁶ É importante observar que, embora nossa análise se concentre principalmente na Estratégia F2F e na Estratégia de Biodiversidade, existem outros elementos relevantes no Pacto Verde Europeu que merecem uma avaliação cuidadosa pelos efeitos conjuntos na

CE, 2022a), e os líderes políticos da região expressaram a intenção de disseminar suas políticas usando a Diplomacia Verde⁷ e, possivelmente, medidas comerciais.

Pacto Verde Europeu

As políticas agrícolas europeias passaram por reformas constantes. Até os anos de 1980, a principal meta política deixou de ser simplesmente produzir quantidades suficientes de alimentos e começou a se voltar para um modelo multifuncional europeu de agricultura que pretendia ser versátil, sustentável e competitivo (Gaupp-Berghausen et al., 2022). As metas das políticas agrícolas da UE foram constantemente adaptadas e reformuladas desde então. Hoje, os dez objetivos que formam a base para o desenvolvimento de políticas agrícolas da UE para o período entre 2023 e 2027⁸ não incluem explicitamente a disponibilidade e a segurança alimentar. Esses dois aspectos têm sido negligenciados pela UE desde o final dos anos de 1980 (Gaupp-Berghausen et al., 2022).

O Pacto Verde Europeu, de acordo com o CE (2019), introduz uma narrativa adicional, porque ele *“tem como objetivo transformar a UE em uma sociedade justa e próspera, com uma economia moderna, competitiva e eficiente em termos de recursos naturais, onde não haja emissões líquidas de gases de efeito estufa em 2050 e onde o crescimento econômico não dependa do uso de recursos naturais. Ela também visa proteger, conservar e melhorar o capital natural da UE, bem como proteger a saúde e o bem-estar dos cidadãos contra os riscos e os impactos relacionados ao meio ambiente”*.

Embora o Pacto Verde Europeu abranja todos os setores, a agricultura tem uma função essencial, e a Estratégia F2F (CE, 2020a) e a Estratégia de Biodiversidade (CE, 2020b), conforme já mencionado, formam a base das políticas relevantes. Os objetivos das duas estratégias, que estão vinculados a garantir o consumo sustentável de alimentos e outras commodities agrícolas, são geralmente formulados em termos qualitativos. Muitos dos que se concentram na produção sustentável têm valores de meta quantitativos. Por exemplo, até 2030, o setor agrícola deverá:

- contribuir para a redução de pelo menos 55% das emissões líquidas de Gases de Efeito Estufa (GEE),
- reduzir a perda de nutrientes em até 50% e o uso de fertilizantes químicos em até 20%,
- reduzir o uso e o risco de pesticidas químicos em até 50%,
- diminuir as vendas de antimicrobianos em até 50%,
- aumentar a área destinada à agricultura orgânica para 25% da área agrícola total e
- estabelecer o mínimo de 10% de área não produtiva.

Avaliação do impacto das duas estratégias

O processo de integração e implementação das duas estratégias nos regulamentos europeus vai durar muitos anos e envolver a participação de forças institucionais da UE. A quantificação dos possíveis impactos disso também é um desafio devido à necessidade de ajustes nas

segurança alimentar e na viabilidade agrícola. Alguns deles são a Estratégia para a Sustentabilidade de Produtos Químicos, que por si só pode ter um grande impacto na disponibilidade de soluções técnicas para a agricultura. Todas essas estratégias foram criadas para tornar a economia da UE sustentável e produtiva, mas algumas metas, como a redução de insumos químicos, terão impactos significativos nos produtores rurais dentro e fora da UE, e o efeito combinado dessas três estratégias vai inevitavelmente atingir a viabilidade da agricultura em termos ambientais, econômicos e sociais.

⁷ Este termo se refere à diplomacia preventiva que busca construir resiliência e harmonizar os interesses do estado com os interesses

da preservação e do desenvolvimento sustentável. Em junho de 2003, o Conselho Europeu decidiu lançar uma iniciativa para promover a integração de objetivos ambientais nas relações exteriores (Diplomacia Verde da UE) e para estabelecer uma rede informal de autoridades que trabalham com questões internacionais ambientais e relacionadas ao desenvolvimento sustentável (consulte, por exemplo, https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/DOC_03_3 [último acesso: 5 de setembro de 2022])

⁸ Esses objetivos são: (1) garantir uma renda justa para produtores rurais, (2) aumentar a competitividade, (3) melhorar a posição dos produtores rurais na cadeia de abastecimento alimentar, (4) combater as mudanças climáticas, (5) cuidar do meio ambiente, (6) preservar os biomas e a biodiversidade, (7) assegurar a renovação geracional, (8) promover regiões rurais dinâmicas, (9) proteger a qualidade dos alimentos e da saúde e (10) estimular a busca por conhecimento e inovação (Parlamento Europeu e Conselho da União Europeia, 2021).

disposições legais que precisam garantir o equilíbrio entre operacionalização e implementação. Ainda assim, seis avaliações iniciais desse impacto estão disponíveis.

Essas avaliações, geralmente baseadas em cálculos padrão da economia agrícola e abordagens de modelos, são as seguintes, em ordem alfabética: Barreiro-Hurle et al. (2021), Beckmann et al. (2020), Bremmer et al. (2022), Henning et al. (2021), Kuhl et al. (2021) e Noleppa e Carlsburg (2021). Embora cada estudo aborde apenas alguns objetivos estratégicos, em geral, eles oferecem informações valiosas. É importante notar que esses estudos geralmente se concentram na implementação das duas estratégias apenas na UE.⁹ Embora o foco deste documento seja o possível impacto fora da UE, ainda assim é necessário examinar primeiro os possíveis efeitos internos.

Literatura existente voltada aos impactos econômicos na UE

Este documento se baseia parcialmente na metanálise de Wessler (2022) das seis avaliações de impacto para apresentar um resumo dos elementos a seguir. No entanto, ressaltamos que essa metanálise e demais discussões fundamentadas nesses estudos ainda são limitadas porque abordam apenas os objetivos quantificáveis de fornecimento das duas estratégias; os objetivos não quantificados no que diz respeito à demanda (consulte CE, 2020 a; b) não foram incluídos porque não permitem por si só realizar cálculos concretos. Mesmo assim, eles são claramente relevantes para as avaliações de impacto (consulte, por exemplo, Purnhagen, 2022). Dessa forma, os estudos são incompletos e não mostram uma visão abrangente dos possíveis resultados. Além disso, os estudos abordam objetivos diferentes e usam diversos modelos econômicos e cálculos e, por isso, não podem ser comparados diretamente; as análises indicam resultados distintos. A tabela a seguir descreve a cobertura e apresenta os resultados selecionados dos seis estudos.

⁹ A análise de Beckmann et al. (2020) também inclui cenários voltados para a implementação das duas estratégias além da UE e em escala global. Para comparar de maneira significativa o resultado das seis avaliações de impacto, excluímos as conclusões específicas associadas a esses cenários mais amplos.

Cobertura e resultados selecionados de estudos ex-ante sobre os impactos do Pacto Verde Europeu

	Barreiro-Hurle et al. (2021)	Beckmann et al. (2020)	Bremmer et al. (2022)	Henning (2021)	Kuhl et al. (2021)	Noleppa & Carlsburg (2021)
Objetivos considerados						
Perda de nutrientes: -50%	X		X		X	
Uso de fertilizantes: -20%		X	X	X	X	X
Uso de pesticidas: -50%	X	X	X	X	X	X
Risco de pesticidas: -50%	X	X	X	X	X	X
Antimicrobianos: -50%		X				
Agricultura orgânica: 25%	X		X	X	X	X
Área não produtiva: 10%		X				X
Impactos avaliados (produção e preço em %)						
Produção de cereais	-15	-49	-16	-24	-14	-26
Produção de óleo vegetal	-14	-61	-18	-20	-14	-24
Produção de outras culturas	até -12	-5	até -31	até -32		até -24
Produção de origem animal	até -13	até -14		até -20		
Aumento de preços no campo	10, em média	17, em média	até 41	até 58		entre 3 e 14
Comércio agrícola	Redução do volume líquido de exportações	Mais importações, menos exportações	Aumento do volume líquido de importações	Mais importações, menos exportações		Mais importações, menos exportações
Custos setoriais e/ou sociais	até EUR 18 bilhões	até USD 71 bilhões	até EUR 12 bilhões			até EUR 29 bilhões

Fonte: tabela própria, parcialmente baseada em Wesseler (2022).

Apesar das limitações da nossa abordagem, a magnitude do possível impacto é clara com base nessa análise, e as conclusões são indiscutíveis. Os resultados, que abrangem toda a UE e seus parceiros comerciais, podem ser resumidos da seguinte maneira (veja mais detalhes em Wesseler, 2022):

- **Declínio da produção:** a concretização dos objetivos definidos resultaria em uma diminuição das safras e da produção de origem animal na UE. Podemos esperar um declínio da produção, em média, de 24% para cereais e de 25% para óleo vegetal. Isso também reduziria o fornecimento interno de alimentos.
- **Aumento de preços:** essa redução seria acompanhada pelo aumento de preços de alimentos e de matéria-prima agrícola. Podemos esperar um aumento nos preços das commodities de pelo menos 10%.
- **Declínio do crescimento econômico e agrícola:** o encolhimento da produção, o aumento de preços para os consumidores e a situação comercial deteriorada vão afetar a prosperidade econômica e setorial. A menos que estimuladas por transferências adicionais dos governos, a renda do setor agrícola e a renda gerada pela sociedade, como por fornecedores de insumos e processadores de produtos nas cadeias de valor, seriam drasticamente reduzidas. Na realidade, os valores acima em bilhões de EUR devem ser considerados baixos, porque outros custos administrativos, informacionais e de comunicação associados às mudanças nas políticas não foram levados em conta de maneira significativa (Wesseler, 2022).
- **Redução de exportações:** a aplicação das duas estratégias resultaria em uma redução nas exportações da UE de alguns produtos agrícolas importantes; por outro lado, o volume de importações de outras commodities fundamentais aumentaria conforme fosse necessário. Sendo assim, a posição da UE no saldo da balança comercial poderia se deteriorar e até mesmo resultar no aumento do volume de importações em alguns mercados em que o volume de exportações é atualmente maior. A parcela de alimentos oriundos do exterior vai aumentar à custa da produção doméstica. Os autores estão de acordo nesse ponto. No que diz respeito às principais culturas aráveis, a balança comercial seria afetada negativamente, e milhões de toneladas de cereais, óleo vegetal e outros produtos deixariam de entrar na UE se as duas estratégias fossem implementadas por completo (Noleppa e Carlsburg, 2021). Isso é ilustrado na figura abaixo.

Efeitos da Estratégia F2F e da Estratégia de Biodiversidade da UE na balança comercial (em milhões de toneladas)

Fonte: figura própria, baseada em Noleppa e Carlsburg (2021).

Consequências não econômicas na UE

Fora essas consequências econômicas, algumas avaliações de impacto e outros estudos abordam possíveis efeitos ambientais, na sociedade e nos setores em geral, que são mais difíceis de quantificar. Embora muitos deles talvez atinjam principalmente países terceiros e sejam discutidos mais abaixo, alguns são especialmente relevantes para a UE. Pesquisas antecipam o seguinte:

- **Terras mais caras:** as terras já usadas para agricultura, principalmente na UE, ficariam mais caras. Para atender à demanda dos mercados, os produtores europeus empreendedores vão procurar mais terras, que já são um recurso escasso na UE. Barreiro-Hurle et al. (2021) e Henning et al. (2021) preveem um aumento de até 200% no preço regional de terras.
- **Redução na produção:** a lógica por trás desse raciocínio é que aplicar as duas estratégias, particularmente a alocação de uma grande parte das terras para a agricultura orgânica e a redução de pesticidas e fertilizantes, tenderia a reduzir a produção (Wesseler, 2022). Um declínio significativo na renda agrícola também afetará os investimentos de produtores rurais em soluções benéficas para a natureza, tornando o setor cada vez menos receptivo a inovações e negando oportunidades para o aumento sustentável da produtividade.
- **Desafios jurídicos:** por fim, Pelkmans (2021) e Purnhagen (2022) também mencionam desafios do ponto de vista jurídico. De acordo com os autores, os regulamentos para o comércio internacional e outras questões constitucionais precisam ser considerados e os problemas correspondentes resolvidos para que seja possível aplicar as duas estratégias.

Essas avaliações de impacto mostram que aplicar as metas de fornecimento das duas estratégias do Pacto Verde Europeu poderá ter consequências ambientais e socioeconômicas negativas. Embora as avaliações sejam baseadas em modelos simplificados (consulte Wesseler, 2022), os resultados mostram uma tendência clara e apontam para uma direção semelhante: podemos esperar o encolhimento da produção na UE e o aumento de preços no mercado mundial. Isso afetará negativamente a segurança alimentar e o comércio agrícola no mundo todo.

Implicações nas relações internacionais do comércio de alimentos e da agricultura

Apesar de se concentrarem na UE, os estudos também identificaram áreas internacionais em que as políticas podem ter um impacto significativo, principalmente no comércio, mas também com relação a problemas ambientais associados a mudanças no uso de terras, que provavelmente afetarão a segurança alimentar. Tudo isso precisa ser examinado com cuidado. Quando o Pacto Verde Europeu entrar em vigor, as mudanças no comércio agrícola internacional afetarão particularmente a segurança alimentar, especialmente em escala mundial, já que a UE é uma das regiões com maior nível de segurança alimentar, se não a maior (Beltran et al., 2021; Paarlberg, 2022). Sendo assim, concordamos com Tolu (2022): as implicações para as relações internacionais do comércio de alimentos e da agricultura são extremamente importantes.

Os estudos de impacto disponíveis se concentram na UE, e nenhuma abordagem de modelo ou cenário significativo foi usado para examinar onde as mudanças no consumo e na produção agrícola vão ocorrer no mundo todo. Por isso, é difícil dizer como fluxos específicos do comércio agrícola entre os parceiros poderão ser afetados. Algumas observações e opiniões relevantes de especialistas da comunidade acadêmica também estão disponíveis.

Faichuk et al. (2022), por exemplo, defendem que a maioria dos pesquisadores que estuda os impactos das novas políticas no comércio internacional aponta para a ameaça de uma redução no comércio agroalimentar com a UE. Tolu (2022) conclui que uma adoção pela UE de padrões de produção mais altos afetaria inevitavelmente os principais exportadores mundiais. Schiavo et al. (2022) concorda, afirmando que a implementação das duas estratégias faria com que os processadores e produtores agrícolas da UE fossem esmagados pela concorrência internacional e colocaria a segurança alimentar mundial em risco. Isso ocorre porque o comércio e a segurança alimentar andam lado a lado (Hackenesch et al., 2021), e qualquer interferência no primeiro certamente resultará em interferências no último.

Sendo assim, a implementação das duas estratégias talvez interfira no comércio agrícola internacional e, conseqüentemente, também nos mercados alimentícios fora da UE com as mudanças diretas nas quantidades e nos preços do mercado e, indiretamente, com os padrões dinâmicos do mercado.

Mudanças diretas nas quantidades e nos preços do mercado levam à insegurança alimentar

As seis avaliações de impacto do Pacto Verde Europeu indicam um aumento drástico de preços, principalmente a nível mundial, mas também na UE. Essa conclusão também é aceita, embora normalmente não em termos quantitativos, por outros cientistas e especialistas:

- De acordo com Baquedano et al. (2022), políticas que restringem o uso de insumos agrícolas têm a tendência de aumentar os preços internacionais de alimentos e estimular a insegurança alimentar no mundo todo.
- Faichuk et al. (2022) defendem que um declínio nas exportações da UE e a redução geral nas atividades comerciais resultantes da implementação do Pacto Verde Europeu resultariam no aumento dos custos e dos preços de alimentos a nível mundial. Isso teria um impacto negativo adicional na segurança alimentar.
- Como a UE é um player importante no comércio agrícola e alimentar (Faichuk et al., 2022), a

redução prevista de insumos na UE pode resultar em um declínio significativo na cadeia de fornecimento global e um aumento considerável nos preços internacionais de alimentos, de acordo com Beckman et al. (2021). A diminuição da disponibilidade de alimentos aumenta a pressão na distribuição e no comércio.

- Mudanças internas no fornecimento e na demanda associadas às duas estratégias, de acordo com Dekeyser e Woolfrey (2021), contribuem ainda mais para a escassez no mercado mundial e, assim, para o aumento dos preços internacionais de alimentos. Isso acarretaria maior insegurança alimentar no mundo todo.

Os cientistas também observam uma relação direta entre os aumentos dos preços internacionais de alimentos e a segurança alimentar global. Quanto mais altos os preços, maior a insegurança alimentar. As nações em desenvolvimento, particularmente muitos países africanos, cujas populações estão em ampla expansão, a maioria delas em áreas urbanas e observando mudanças nos padrões alimentares, e que dependem cada vez mais da importação de alimentos, provavelmente serão as mais afetadas (Dekeyser e Woolfrey, 2021).

Impacto geral na insegurança alimentar mundial

É possível medir o impacto dessas distorções no mercado e no comércio internacional na segurança alimentar global. O raciocínio econômico é simples: se consumidores no mundo todo gastarem uma parcela maior da sua renda com alimentação, haverá um declínio das rendas relativas (Beckman et al., 2021). Isso fará com que alguns fiquem para trás pelos seguintes motivos:

- **Aumento dos preços:** várias avaliações de impacto indicam um aumento médio dos preços entre 10 a 17%, ou mais. Citando o Banco Mundial, Bruce-Lockhart e Terazono (2022) argumentam que a cada 1,0 ponto percentual de aumento nos preços mundiais dos alimentos, podemos esperar que mais dez milhões de pessoas entrem na linha da pobreza e enfrentem maior insegurança alimentar. Beltran et al. (2021) defendem que um aumento de 1,0 ponto percentual nos preços dos alimentos deve ser associado a um acréscimo de mais de 20 milhões de pessoas desnutridas em escala global. Por fim, as estimativas sugerem que cerca de 100 milhões a mais de 300 milhões de pessoas podem ser afetadas drasticamente se as duas estratégias forem implantadas.
- **Insegurança alimentar:** Baquedano et al. (2022) calculam que veremos um aumento entre 30 milhões e 170 milhões de pessoas em situação de insegurança alimentar, todas em países em desenvolvimento, como resultado da implementação das duas estratégias. Beltran et al. (2021) estimam um acréscimo entre 20 milhões a 180 milhões de pessoas em situação de insegurança alimentar em mais de 70 países de renda baixa e média. Noleppa e Carlsburg (2021) argumentam que algo entre 130 milhões a 190 milhões de pessoas verão uma redução na disponibilidade de alimentos devido a efeitos das duas estratégias no fornecimento.

Vamos colocar esses números em perspectiva: de acordo com Bruce-Lockhart e Terazono (2022), que citam a FAO, a guerra da Rússia na Ucrânia pode ser associada a um aumento de 13 milhões a 17 milhões de pessoas desnutridas. Sendo assim, o impacto do Pacto Verde Europeu pode ser dez vezes maior do que o impacto da insegurança alimentar que enfrentamos agora, e que já está resultando em grandes ajustes nas políticas agrícolas.

Portanto, está claro que, se não forem bem administradas, as duas estratégias do Pacto Verde Europeu podem mudar drasticamente a situação geopolítica devido às interferências no mercado e no comércio, que criam outros desafios para estados e sociedades (Wrzaszcz e Prandecki, 2020).

Externalidades ambientais negativas

As duas estratégias também podem ter consequências involuntárias no meio ambiente e na sustentabilidade. Após a implementação, o volume líquido de importações da UE pode vir

principalmente das regiões com menos regras ambientais, particularmente no que diz respeito às emissões de GEE (Schiavo et al., 2021). Posteriormente, a redução na produção europeia levará a um aumento na produção agrícola fora da Europa. Dependendo de onde isso ocorra, a mudança poderá gerar externalidades ambientais negativas (Dekeyser e Woolfrey, 2021).

De acordo com Beckman et al. (2020), a diminuição da produção agrícola na UE e o aumento associado nos preços mundiais de alimentos provavelmente vão intensificar a produção agrícola, principalmente na África, na Ásia e na América Latina. Essas regiões costumam ter normas ambientais mais frouxas e menos práticas para a agricultura sustentável (conforme definido pelos padrões da UE) do que na Europa. Sendo assim, essa mudança geográfica na produção pode comprometer muitos dos benefícios ambientais atribuídos às duas estratégias (Barreiro-Hurle et al., 2021; Dekeyser e Woolfrey, 2021).

Uma comparação simples ilustra esse efeito: de acordo com a FAO (2022b), a intensidade da emissão de GEE por unidade de cereais produzida é 19% maior no mundo todo do que na Europa. Isso está fortemente associado à energia atrelada aos insumos agrícolas, em especial nos fertilizantes. Como o fator específico de intensidade por quilograma de produção é bastante alto nos principais concorrentes da UE no comércio agrícola, o saldo decorrente de uma mudança na produção para esses outros países seria negativo. Isso se aplica particularmente ao Brasil, EUA, Noruega e China, quatro dos cinco maiores exportadores agroalimentares para a UE (Faichuk et al., 2022).

Mudança indireta no uso de terras, emissões de GEE e perda da biodiversidade

O vazamento ambiental seria principalmente estimulado pela necessidade por mais terra, por sua vez resultante das diferenças de produtividade entre a Europa e o resto do mundo: mais terra precisará ser cultivada para produzir a mesma quantidade de alimentos, tornando o problema ambiental ainda pior a nível mundial (Paarlberg, 2022; Clark 2020).

A expansão de terras em detrimento da intensificação agrícola é a maior ameaça à biodiversidade global e afeta drasticamente as mudanças climáticas (IPCC, 2019). A projeção é que essa dinâmica se intensifique e tenha um impacto particular nos países da África Subsaariana e da América Latina (Williams et al., 2021), bem como no Sudeste Asiático. Esse detalhe é muito importante porque a biodiversidade não é distribuída igualmente pelas regiões do mundo. Existe uma riqueza maior de espécies e biomas por unidade de terra nas áreas próximas ao equador (identificadas como as mais sujeitas a sofrerem pressão pela expansão de terras) e menor nas zonas temperadas, como grande parte da UE (Saupe et al., 2019). É essencial ressaltar também que, ao longo dos séculos, isso resultou em um maior nível de sequestro de carbono abaixo e/ou acima da superfície em habitats naturais ou seminaturais ainda disponíveis nas latitudes mais baixas.

Avaliações de impacto mostram que as duas estratégias acarretariam Mudanças no Uso Indireto da Terra (ILUC), a conversão de habitats naturais ou seminaturais em região agrícola. Excluindo os 10% de área agrícola da UE destinada para ser não produtiva e reservada para habitats naturais e seminaturais, Bremmer et al. (2022) associam um ILUC de 4,4 milhões de ha e Henning et al. (2021) de 7,1 milhões de ha para a implementação de cenários específicos da Estratégia F2F. Incluindo uma reserva adicional de 10% indicada na Estratégia de Biodiversidade e levando em conta o fato de que é necessário ampliar a área usada na produção de legumes para atender às exigências nutricionais das lavouras (Connor, 2018), particularmente em termos de nitrogênio,¹⁰ veremos um aumento do ILUC ocasionado pelos efeitos no fornecimento superior a dez milhões de ha, de acordo com Noleppa e Carlsburg (2021). Isso não pode ser eficaz na atenuação das mudanças climáticas e na preservação da biodiversidade (Paarlberg, 2022), especialmente já que o banimento de qualquer pesticida nas áreas consideradas mais ameaçadas, conforme proposto pela Comissão Europeia no Regulamento de Uso Sustentável,

10 É importante salientar que isso costuma ser negligenciado nas abordagens de modelo (Beltran et al., 2021).

pode indicar que a perda de área agrícola é ainda maior do que foi descrito na Estratégia F2F.

Pesquisas do Instituto da Propriedade Intelectual da União Europeia e do Instituto Comunitário das Variedades Vegetais, baseadas principalmente em Noleppa e Carlsburg (2021), calcularam recentemente o volume extra de GEE emitido a nível mundial e a perda de biodiversidade que pode ser associada ao ILUC (EUIPO e ICSVV, 2022):

- **Aumento das emissões de GEE:** aproximadamente 200 milhões de toneladas de dióxido de carbono serão jogadas a mais na atmosfera para cada um milhão de ha de ILUC. Sendo assim, o ILUC mundial que pode ser causado pelo Pacto Verde Europeu tem o potencial de facilmente resultar na emissão de 2 bilhões de toneladas de dióxido de carbono. Trata-se de um volume quase equivalente às emissões anuais de um país como a Rússia (Banco Mundial, 2022).
- **Perda acelerada da biodiversidade:** cada um milhão de ha de ILUC a nível mundial pode ser equivalente à riqueza de espécies que agora encontramos em 0,35 a 0,55 milhões de ha das florestas tropicais do Brasil ou da Indonésia. A implementação das duas estratégias na UE tem o potencial de resultar na perda de biodiversidade global equiparável à biodiversidade hoje encontrada em 3,5 a 5,5 milhões de ha de floresta tropical, por exemplo.

Portanto, a perda da biodiversidade observada no mundo todo não compensa qualquer ganho da UE (Williams et al., 2021). Isso posto, existe a possibilidade de que os estados-membros da UE terceirizem danos ambientais para outros países e ganhem o crédito por políticas ambientais em sua própria nação (Fuchs et al., 2020). Embora a UE acredite que suas duas estratégias sejam “verde” na ausência de grandes mudanças na demanda interna, é possível que não seja bem assim. Converter terras para a produção agrícola danificaria os habitats de vida selvagem e o clima (Paarlberg, 2022).

A possibilidade de externalizar danos ambientais é considerada um dos principais riscos das estratégias agrícolas apoiadas pelo Pacto Verde Europeu (Beltran et al., 2021). De acordo com os autores, a UE já reconhece o risco dessas externalidades associadas e admite que uma mudança no sistema alimentar e agrícola da UE deve ser acompanhada por políticas que ajudem a melhorar as normas no mundo todo. Em outras palavras, a UE quer lidar com o problema de terceirização da degradação ambiental (Beltran et al., 2021) exportando suas próprias normas. Medidas políticas criadas para incentivar os países exportadores a reavaliar suas normas ambientais estão sendo debatidas neste exato momento (Matthews, 2022a).

Transição mundial acelerada para a produção sustentável de alimentos

A UE quer assumir um papel de liderança na meta de acelerar a transição mundial para o que ela considera uma produção sustentável de alimentos (Leonard et al., 2021; Teevan et al., 2021). No CE (2020a), lemos o seguinte: “Por meio de suas políticas externas, inclusive de cooperação internacional e política comercial, a UE almejará o desenvolvimento de uma Aliança Verde para sistemas alimentares sustentáveis com todos os seus parceiros no âmbito bilateral, regional e multilateral [...] As políticas da UE apropriadas, inclusive comerciais, serão usadas para apoiar e fazer parte da transição ecológica da UE. A UE buscará garantir a inclusão de um capítulo ambicioso dedicado à sustentabilidade em todos os acordos comerciais bilaterais com a UE. Ela garantirá a implementação total e a fiscalização das disposições relacionadas ao comércio e ao desenvolvimento sustentável em todos os acordos comerciais [...]” (consulte também Paarlberg, 2022). O que isso significa? De acordo com Fuchs et al. (2020), a UE quer mostrar ao resto do mundo como ser sustentável e competitiva. Reduzir a pegada ambiental da produção agrícola é um objetivo justo e necessário (Paarlberg, 2022). Como a UE tende a ter normas regulatórias exigentes, se não as mais exigentes do mundo, principalmente no que diz respeito ao meio ambiente (Teevan et al., 2021), a maior parte do seu volume de importações agroalimentares vem de países que têm leis ambientais menos rigorosas (Fuchs et al., 2020). Sendo assim, o objetivo de definir novos padrões mundiais de sustentabilidade no setor agrícola e estimular outros países a fazerem o mesmo (Hackenesch et al., 2021) é uma boa ideia. No

entanto, essa tarefa pode se mostrar bastante complexa e gerar efeitos colaterais involuntários. Vale a pena considerar também que regulamentos rigorosos não equivalem a serem seguros ou eficazes.

Nesse ponto é importante observar uma estratégia de sistemas alimentares sustentáveis lançada pelo Ministério da Agricultura, Florestas e Pesca do Japão (MAFF, 2021). Ela inclui propostas para a redução do uso de fertilizantes e pesticidas químicos até 2050, bem como o aumento da agricultura orgânica e o fornecimento sustentável de materiais importados. No entanto, esse "Pacto Verde Japonês" é voluntário e baseado em um diálogo multilateral. Ele não inclui elementos prescritivos e não impõe normas de produção aos parceiros comerciais. Em vez disso, esse pacto fortalece a participação de partes interessadas em cada etapa da cadeia de fornecimento alimentar e promove inovação para atenuar as pressões ambientais. De acordo com essa estratégia, não há uma solução "boa para todos" que resulte em sistemas alimentares sustentáveis. Cada país tem suas próprias prioridades e precisa encontrar soluções que levem em conta a geografia, o clima, a agricultura e outras condições relevantes. A abordagem japonesa também oferece suporte em termos de inovação: tecnologias desenvolvidas no Japão (por exemplo, pesticidas e ferramentas digitais) podem ajudar outros países que enfrentam problemas semelhantes. Dessa forma, o "Pacto Verde Japonês" é uma ferramenta para promover escolhas entre opções antagônicas e incentivar o diálogo entre as partes interessadas.

Ainda não sabemos quais instrumentos de políticas a UE vai escolher. Embora os acordos multilaterais em vigor sejam a norma padrão, eles costumam ser menos ambiciosos do que as políticas bilaterais ou unilaterais e frequentemente não incluem medidas de aplicação eficazes (Matthews, 2022b). O que está claro é que, de acordo com as duas estratégias da UE, aqueles que quiserem exportar produtos agrícolas e alimentares para a UE poderão estar sujeitos às mesmas, ou pelo menos semelhantes, restrições e limitações impostas aos produtores rurais europeus no futuro. Teevan et al. (2021) afirmam que a UE tentará usar sua autoridade regulatória para apoiar uma transição verde mundial por meio de um "efeito Bruxelas", ou seja, um processo de globalização regulatória que causa uma externalização de facto de suas normas usando mecanismos do mercado.

Projeções mostram que exigir a conformidade de alimentos importados aos regulamentos e normas da UE pode sair muito caro para vários parceiros comerciais¹¹ (consulte também Teevan et al., 2021). Os países em desenvolvimento não têm os recursos necessários para atualizar os sistemas de produção relevantes de maneira rápida o suficiente para enfrentar determinados desafios (Lopes, 2021).

Acesso restrito aos mercados europeus: parecer de especialistas da comunidade acadêmica ¹²

Muitos países em desenvolvimento na África e em outras regiões já enfrentam restrições ao tentarem acessar os mercados europeus. Algumas dessas dificuldades são as barreiras não tarifárias, bem como regulamentos e normas para determinados produtos (Hackenesch et al., 2021). Regulamentos e normas da UE mais rigorosos fechariam ainda mais o acesso ao mercado para os países em desenvolvimento, caso isso não seja equilibrado com ajuda de instituições, no desenvolvimento local de ciências e tecnologias relevantes, no gerenciamento e na capacidade de absorção dos produtores (Hackenesch et al., 2021).

Também precisamos considerar os impactos socioeconômicos associados, que incluem os

¹¹ Beckman et al. (2020) abordaram essa questão explicitamente analisando as implicações econômicas da proposta do Pacto Verde Europeu indo além da UE, executando uma série de simulações de políticas em diversos alvos sugeridos usando cenários de adoção mais amplos. Eles descobriram que a adoção das duas estratégias a nível mundial pode aumentar os preços dos alimentos em até 89%. Isso afetaria negativamente o orçamento dos consumidores e, por fim, reduziria o bem-estar social no mundo todo em até USD 1,1 trilhão. Os autores estimaram que os preços mais altos dos alimentos pode acarretar um aumento do número de pessoas em situação de insegurança alimentar nas regiões mais vulneráveis em até 185 milhões. Nesse caso, a insegurança alimentar seria sentida em todas as regiões, mas a África e a Ásia seriam as mais afetadas devido ao aumento maior dos preços de commodities e as maiores reduções no PIB.

¹² O parecer a seguir e, em particular, a ausência de avaliações locais também foram considerados em pesquisas realizadas por um jornalista externo com indivíduos da comunidade acadêmica especializados em diferentes regiões. Os especialistas são Marcelo Henrique Aguiar de Freitas, Wandile Sihlobo, Tinashe Kapuya, Henri Rueff e Philipp Aerni.

efeitos no comércio agrícola internacional (Hackenesch et al., 2021), porque outras interferências comerciais podem acelerar a crise mundial de segurança alimentar emergente. Sihlobo e Kapuya (2021) defendem que normas muito exigentes podem excluir pequenos produtores de alguns dos sistemas agroalimentares sustentáveis mais lucrativos, porque eles raramente conseguem arcar com os custos da adoção de novos regulamentos e certificação sem auxílio financeiro. De acordo com Kirsch (2020), a introdução dessas normas pode reduzir pela metade o volume de importações agrícolas e alimentares da UE, porque os exportadores relevantes não são capazes ou não estão dispostos a aplicar as novas normas ambientais (consulte também Faichuk et al., 2022). Na verdade, países com modelos de sustentabilidade menos desenvolvidos poderão buscar outros mercados, pelo menos em curto a médio prazo (Sihlobo e Kapuya, 2021). Até mesmo países com modelos de sustentabilidade agrícola relativamente sólidos, como o Brasil, têm dificuldade para seguir critérios que não consideram as condições locais de produção rural. Ao analisar a produção agrícola, as características de produção local, como a quantidade de colheitas ao ano, o uso de fertilizantes, doenças e pragas específicas de uma região, condições de plantio e temperatura etc., precisam ser levadas em conta.

Aspectos legais e possíveis conflitos

A UE provavelmente enfrentará uma forte resistência caso decida promover suas próprias normas a nível mundial. Se pedir para os produtores rurais pararem de usar alguns insumos valiosos que aumentam a produtividade da terra, a resposta será "de jeito nenhum", em particular nos países em que as necessidades alimentares não são totalmente atendidas. Isso limitaria ainda mais a produção agrícola e a renda, além de aumentar os preços para os mais pobres nos centros urbanos (Paarlberg, 2022). É possível que isso resulte em conciliações de disputas duradouras que afetem o livre comércio de commodities (consulte, por exemplo, Matthews, 2022b).

Alguns parceiros de exportação podem considerar as medidas da UE ilegais, protecionistas ou contestáveis de acordo com o sistema de resolução de disputas da OMC. Talvez eles prefiram que cada situação seja analisada individualmente, levando em conta critérios técnicos, científicos e econômicos. Paarlberg (2022) afirma explicitamente que usar regulamentos comerciais, como cláusulas-espelho, tratadas abaixo, para promover as duas estratégias no exterior e a adoção de medidas inspiradas nas europeias eliminará opções importantes, especialmente para os países mais pobres. Por esse motivo, o autor conclui que a UE precisa considerar as consequências de suas decisões internas em outras regiões do mundo. Também acreditamos que isso seja essencial para evitar futuras interferências comerciais e o possível aumento associado na insegurança alimentar. O desafio é garantir que, independentemente do caminho escolhido, ele não seja usado para criar mais dificuldades para as relações comerciais (Tolu, 2022).

Cláusulas-espelho

As cláusulas-espelho são normas recíprocas para produtos europeus e importados de países terceiros (Governo da França, 2022). Sendo assim, elas têm como objetivo impor os requisitos europeus de produção às importações de modo compatível com as regras da OMC (Matthews, 2022b). O impacto das cláusulas-espelho nos produtos agrícolas e alimentares só pode ser debatido em teoria por enquanto, porque elas ainda não foram colocadas em prática. Até o momento, a única cláusula-espelho relevante que entrou em vigor diz respeito ao uso de antibióticos em criações de gado. No entanto, ainda não existem leis importantes para reger sua execução na prática (Matthews, 2022b).

Uma análise de impacto adequada requer informações específicas de uma determinada cláusula e detalhes de como ela será implementada. Ainda assim, existem alguns argumentos que indicam uma relação entre as cláusulas-espelho e dificuldades para o comércio e a segurança alimentar. O mais importante é que as cláusulas-espelho, introduzidas exclusivamente para proteger a produção na UE, seriam consideradas inconsistentes com as regras da OMC (Matthews, 2022b). Em vez de exigir apenas que os produtores de países do terceiro mundo atendam às normas comparavelmente rigorosas da UE, a Europa também precisa permitir que seus produtores exportem quando atenderem a normas internacionais que costumam ser mais flexíveis. Como isso parece improvável, o fornecedor estrangeiro acabaria arcando com os custos aumentando internamente as despesas na produção, processamento e logística.

Qualquer tentativa da UE de introduzir cláusulas-espelho, por exemplo, no caso de tolerâncias na importação de determinados pesticidas, precisa ser avaliada com cuidado, tanto em termos dos riscos e benefícios quanto da viabilidade. As cláusulas-espelho que estão sendo debatidas agora, por exemplo, as que se referem aos LRMs de pesticidas, não parecem ser executáveis por parceiros comerciais. Sendo assim, elas precisam ser consideradas como banimentos na importação de commodities agrícolas. Além disso, elas provavelmente causarão interferências graves no comércio agrícola internacional (Matthews, 2022a) e prejudicarão de maneira desproporcional os produtores rurais dos países em desenvolvimento, entre outros (Ridley, 2019).

Em resumo, a forma jurídica, bem como as consequências, intencionais ou não, dessas cláusulas, precisam ser avaliadas com atenção para evitar a discriminação dos países em desenvolvimento por meio da imposição de barreiras práticas.

Se as normas da UE se tornarem obrigatórias para todos os parceiros comerciais, talvez seja possível reconfigurar as dependências comerciais para aumentar o foco nas cadeias de fornecimento mais regionais. Nesse caso, diversificar as fontes de importação e exportação poderá ser uma nova estratégia para muitos países. Um novo sistema comercial como esse certamente seria menos eficiente do que o atual, projetado para fornecer commodities alimentares a preços acessíveis. Custos adicionais vão surgir, e os preços dos alimentos podem ficar ainda mais altos (Bruce-Lockhart e Terazono, 2022).

Isso precisa ser considerado porque a UE se comprometeu recentemente a melhorar a segurança alimentar no mundo todo. Ele confirmou que o comércio, além da produção doméstica, tem um papel vital na meta de melhorar a segurança alimentar mundial, em todas as suas dimensões. Isso ressalta ainda mais a importância do fluxo no comércio agroalimentar e reafirma a relevância de evitar restrições ou proibições nas exportações, de maneira consistente com as disposições cabíveis da OMC (OMC, 2022). A UE e outros membros do G7 também se comprometeram em aumentar a disponibilidade de produtos agrícolas de maneira sustentável e evitar medidas comerciais restritivas não justificadas que contribuam para a volatilidade do mercado (G7 Alemanha, 2022).

Em geral, notamos que o Pacto Verde Europeu e as subsequentes medidas políticas poderão afetar drasticamente os países externos e a segurança alimentar mundial. É essencial evitar impactos negativos, especialmente nos países que enfrentam mais dificuldades para cumprir os ODSs da ONU até 2030.

4. A NECESSIDADE DE POLÍTICAS AGRÍCOLAS APRIMORADAS E A FUNÇÃO DA INOVAÇÃO NA CONCRETIZAÇÃO DOS OBJETIVOS DE POLÍTICAS

Vários fatores já confluíram, ou vão confluír em breve, para interferir ainda mais nos mercados agrícolas e alimentares no mundo todo. Eles têm uma consequência em comum: o aumento dos preços de commodities. Embora as nações ricas talvez consigam, até certo ponto, lidar com os desafios associados,¹³ é possível que os países mais pobres não tenham acesso aos alimentos a preços razoáveis.¹⁴ Esse cenário é geralmente acompanhado de um aumento na volatilidade do mercado e, conseqüentemente, de incertezas. Apesar de serem louváveis as ambições gerais da UE para o meio ambiente, a sociedade e a sustentabilidade, essas preocupações com a segurança alimentar não se refletem de maneira suficiente na atual proposta.

Avaliação de escolhas conflitantes

Ampliar o sistema alimentar global para atender às demandas do aumento populacional agora e até 2050, bem como no futuro, é uma preocupação que envolve vários fatores. Fazer isso em um cenário normal, com a pressão na base de recursos naturais e os impactos no meio ambiente resultantes do aumento da produção e dos padrões de consumo alimentar, vai diminuir as chances de a comunidade internacional atingir as metas ambientais. Os efeitos da guerra da Rússia na Ucrânia trouxeram à tona a noção de que garantir a segurança alimentar é a função básica da agricultura, mas também evidenciaram a importância do consenso.

13 Por exemplo, é possível que esses países precisem de medidas políticas sociais para garantir o acesso a alimentos para toda a população (von Cramon-Taubadel, 2022).

14 De acordo com FAO et al. (2021), mais de três bilhões de pessoas não têm acesso a dietas nutritivas, e quase 700 milhões delas passam fome. Desde 2014, o número de pessoas em situação de insegurança alimentar grave aumentou em mais de 300 milhões, ou seja, 50%. O número de pessoas em situação de insegurança alimentar moderada no mundo todo aumentou em aproximadamente 400 milhões, ou seja, quase 40%, entre 2014 e 2020 (FAO et al., 2021). Embora a Europa seja líder mundial em acessibilidade alimentar e a segunda melhor região do mundo em termos de disponibilidade alimentar em 2020, de acordo com o Índice Global de Segurança Alimentar de 2020, a segurança alimentar geral da região tem apresentado um certo declínio desde 2021, mesmo antes da guerra da Rússia na Ucrânia interferir nos mercados e ocasionar o aumento dos preços (The Economist Intelligence Unit, 2021).

As políticas agrícolas vão sempre lidar com escolhas antagônicas (consulte também Kanter et al., 2022), porque elas são inerentes à sua natureza. Sendo assim, defendemos que a meta geral das políticas agrícolas deve ser o de minimizar as escolhas conflitantes entre diversos objetivos e maximizar as sinergias de metas específicas. Como fazer isso? É nossa opinião que precisamos questionar todas as medidas políticas e ações individuais que (1) reduzam desnecessariamente o fornecimento de commodities agrícolas e (2) aumentem de maneira irrazoável a demanda por alimentos, ração animal, combustível e fibras. Também é necessário debatermos sobre as tecnologias e inovação voltadas para melhorar o fornecimento de alimentos e, por fim, explorar as metas de demanda, como mudanças nos hábitos alimentares, desperdício e perda de alimentos e as políticas bioenergéticas.

Aumento do fornecimento alimentar e resolução dos problemas ambientais

Em grande parte, o crescimento atual e futuro da produção agrícola pode ser feito por meio da expansão de terras agrícolas e/ou do uso de mais recursos e insumos, como pesticidas, fertilizantes e máquinas agrícolas. Também é possível desenvolver e usar insumos melhores, graças às inovações tecnológicas, ou até mesmo aplicar os insumos aproveitando técnicas novas ou mais eficientes. Precisamos descobrir qual será a melhor abordagem.¹⁵ O que contribui mais atualmente e o que deverá contribuir mais no futuro?

Essa pergunta pode ser respondida usando a análise Produtividade Total dos Fatores (PTF). A abordagem distingue o crescimento da produção derivado do aumento de insumos, ou seja, quantidade, e o crescimento da produção decorrente do uso de insumos melhores, ou seja, qualidade (inovações), em termos de PTF. De acordo com Bureau e Anton (2022), o que permanece como um crescimento de PTF pode ser atribuído a uma combinação de avanços tecnológicos, ou seja, o uso de tecnologias inovadoras, e eficiência técnica, que é o aproveitamento melhor das tecnologias disponíveis. Juntos, esses elementos formam o que chamamos de inovação (Noleppa e Carlsburg, 2021; EUIPO e ICVV, 2022).

A tabela abaixo mostra as mudanças no aumento de produção, insumos agrícolas e PTF globais e regionais, mas não em níveis específicos, desde 1961, refletindo também que muitos países de baixa renda, e particularmente os países de renda baixa a média, ainda sofrem com o uso escasso de insumos intermediários específicos, como pesticidas e fertilizantes (consulte, por exemplo, Roser, 2019), apesar das altas taxas de crescimento de insumos observadas no passado.

Mudanças no aumento de produção, insumos agrícolas e PTF entre 1961 e 2020, por região (em %)

Aumento de...	Média global	Países de baixa renda	Países de baixa a média renda	Países de alta a média renda	Países de alta renda
... PTF	175	135	190	235	195
... Insumos	215	315	280	245	95
... Produção	375	425	530	575	185

¹⁵ Entendemos que abordagens, como as práticas recomendadas de gestão agrícola, também podem colaborar no aumento da produtividade, enquanto a redução de desperdício e mudanças de hábitos alimentares podem reduzir a pressão na agricultura. Esses assuntos vão além do escopo tratado neste documento.

Fonte: tabela própria, baseada em USDA (2021).

Embora a produção agrícola tenha aumentado consideravelmente, a maior parte disso se deve ao maior uso de insumos (ou seja, maior uso dos recursos mundiais escassos e maior intensificação), e não à inovação: o uso de insumos aumentou em cerca de 215% nas últimas seis décadas, o PTF aumentou em apenas cerca de 175%.

Além disso, uma análise da tabela por região também revela que a importância do aumento de insumos (intensificação) para o desenvolvimento agrícola é menor e que a do aumento de PTF (inovação) é maior conforme o nível de desenvolvimento da região; nos países de alta renda, o crescimento agrícola resulta principalmente da inovação.

Também é essencial observar que, com o tempo, a soma dos componentes determinantes da produção, como insumos intermediários e inovações, ganhou uma importância cada vez maior, em comparação à ampliação do uso de terra. Isso permitiu aos sistemas de produção agrícola e alimentar do mundo todo manter o crescimento da produção em mais de 2,0% nas últimas seis décadas (USDA, 2021). No entanto, na década passada ocorreram três situações prejudiciais em escala global, conforme ilustrado nos pilares de 2001-2010 e de 2011-2020 na figura abaixo:

- O aumento da produção global encolheu em aproximadamente 0,5% ao ano até 2,0% ao ano.
- Em grande parte, isso é o resultado da diminuição das taxas de aumento de PTF: é mais difícil gerar inovações no contexto das estruturas regulatórias e políticas restritivas, entre outras considerações. Entre 2001 e 2010, as inovações foram responsáveis por um crescimento da produção agrícola de quase 2,0%. Na última década, elas foram responsáveis por apenas 1,3%.¹⁶
- Assim, o uso de terras agrícolas voltou a crescer. Embora uma pouca área tenha sido adicionada na virada do milênio, esse fator agora é responsável por quase 20% do aumento na produção.

Causas do crescimento na produção agrícola global entre 1961 e 2020 (em % ao ano)

Fonte: figura própria, baseada em USDA (2021).

Na essência, isso significa que, se as inovações não forem cada vez mais implementadas, vamos depender da ampliação do uso de terra para produzir uma parcela considerável do aumento de produção para alimentar o mundo nas próximas décadas. Tecnologias melhores, ou seja, inovações técnicas, são essenciais para evitar outras consequências negativas no que diz respeito a mudanças climáticas, perda de biodiversidade e a destruição de recursos naturais (consulte também Kockerols, 2022; Peters et al., 2022; Fuchs et al., 2020; Beltran et al., 2021; Paarlberg, 2022).

Mas como devemos usar os recursos naturais e técnicos? Nesse caso, a ideia fundamental deve ser a de que os usamos porque precisamos. Qualquer uso para fins agrícolas deve ser compreendido como uma intervenção nos sistemas naturais que resulta em custos ambientais. A forma como são usados, e não o uso em si, é que

¹⁶ Podemos atribuir uma função particular ao maior controle político por meio de regulamentos que inibem a tecnologia nos países de alta renda, como os que fazem parte da UE, e os consequentes efeitos colaterais nos países de baixa renda, que já relataram uma diminuição de PTF (Steenland, 2019).

precisa ser a prioridade em um debate sobre políticas.

Proporção de insumos/produção

A equação básica do debate sobre políticas é simples. Por um lado, precisamos de produção agrícola suficiente para atender à demanda alimentar mundial. Por outro, é necessário usar os insumos de maneira eficiente para isso. A proporção ideal entre produção e insumos é a chave. Em termos matemáticos, precisamos ter uma certa produção com o mínimo de insumos, ou maximizar a produção com um determinado limite de insumos. Os economistas também usam o termo “produtividade” para descrever a proporção entre esses dois fatores. Uma produtividade agrícola maior nos permite atender a um espectro mais amplo de objetivos políticos, inclusive o aumento da segurança alimentar com o aumento da produção e a redução dos danos ambientais com o uso de menos insumos.

Esses dois elementos podem ser favorecidos pelas inovações. Bureau e Anton (2022) afirmam que *“A produtividade é um indicador essencial [...] e captura a capacidade de produzir ‘mais com menos’ [...]. Isso pode ser alcançado por meio da mudança tecnológica ou mudanças na eficiência”*. Isso é o que chamamos de inovação. Essas tecnologias novas e melhores podem conciliar a necessidade por uma produtividade agrícola maior às preocupações ambientais. A importância da inovação tecnológica¹⁷ para atender aos objetivos de políticas agrícolas é abordada abaixo.

A importância particular da inovação para alcançar os objetivos de políticas agrícolas

Nesse caso, destacamos a importância de incluir tecnologias no processo. Enfatizamos as tecnologias de produção agrícola e damos exemplos de inovações no melhoramento, proteção e nutrição de plantas que permitiram o melhor uso de insumos em termos de eficiência técnica. Todas elas podem afetar positivamente a proporção entre produção e insumos, ou seja, ter um impacto positivo na produtividade agrícola e nas preocupações ambientais.

Inovações selecionadas no melhoramento de plantas

O melhoramento de plantas pode ser considerado um processo contínuo de desenvolvimento de inovações. Para ser liberada, cada nova variedade precisa ser melhor do que as que já estão disponíveis. Os possíveis impactos de novas variedades sendo desenvolvidas por meio de Novas Técnicas de Melhoramento de Plantas (NPBT) demonstram como aprimoramentos genéticos específicos podem gerar benefícios incríveis, tanto na propriedade rural quanto na sociedade, se implementados com eficiência.

Enquanto isso, muitas evidências mostram que o melhoramento de plantas, em geral, e a NPBT, em particular, oferecem inovações significativas que melhoram a produtividade. Alguns exemplos ilustram os possíveis benefícios:

- variedades de trigo (consulte, por exemplo, Boldt, 2020; Noleppa e Carlsburg, 2021;

¹⁷ Os exemplos mencionados se referem apenas a avanços tecnológicos inovadores. No entanto, o aumento de PTF, em particular, e da produtividade em geral também estão sujeitos à eficiência técnica, ou seja, o melhor uso dos recursos. Inovações comportamentais, no que diz respeito à gestão agrícola, a tomada de decisões no setor público ou privado, a comunicação entre os componentes do mercado etc., também têm um papel fundamental. Muitos problemas econômicos nas propriedades rurais e desafios ambientais estão relacionados à gestão e podem ser solucionados com o uso de inovações na administração, estruturas ou logística da propriedade. Também é importante ressaltar que muitos desafios relativos à agricultura e à segurança alimentar enfrentados hoje, principalmente nos países de baixa renda, se comparam de várias formas à situação na Europa há mais de um século. As mudanças e inovações estruturais e tecnológicas permitiram à Europa se alcançar a segurança alimentar e tornar economicamente próspera, além de lidar com preocupações ambientais, como o desmatamento de suas florestas (consulte, por exemplo, Aerni, 2018).

Sanchez- Leon et al., 2018; BDP, 2021; Zetzsche et al., 2020) e uvas (consulte, por exemplo, Bruins e Morgante, 2021; Malnoy et al., 2016; Noleppa e Carlsburg, 2021; Wang et al., 2018; Wan et al., 2020) resistentes a fungos desenvolvidas usando NPBT, por exemplo, podem reduzir consideravelmente o número de aplicações de fungicidas na agricultura europeia, contribuindo para melhorar a proteção ambiental e, ao mesmo tempo, mantendo os níveis de produção.

- Variedades de canola resistentes à quebra da vagem (consulte, por exemplo, Young et al., 2018; Braatz et al., 2020; Noleppa e Carlsburg, 2021; Østergaard et al., 2021), variedades de beterraba resistentes a vírus (consulte, por exemplo, Stevanato et al., 2018; Galein et al., 2018; John Innes Centre, 2021; Noleppa e Carlsburg, 2021), bem como variedades de milho resistentes à seca (consulte, por exemplo, Noleppa e Carlsburg, 2021; Shi et al., 2017; Njuguna et al., 2017; Liu e Qin, 2021), criadas a partir de tecnologias modernas e sofisticadas, podem até mesmo aumentar a produção de maneira notável e, assim, diminuir a pressão nos recursos naturais escassos, como terra arável.

No entanto, não é a aplicação individual de NPBT que vai fazer a diferença, mas sim o potencial geral dessas tecnologias de contribuir para o processo de cultivo das plantas como um todo e ao longo do tempo. A simples economia de tempo associada à NPBT devido à integração mais rápida de traits e a seleção precoce de gerações será significativa (consulte, por exemplo, Jarasch, 2019; Zaidi et al., 2020; Noleppa e Carlsburg, 2021) e certamente resultará em um aumento considerável na produção e na produtividade. A NPBT vai contribuir para a conquista de metas ambiciosas, como as que foram definidas nas duas estratégias na Europa e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU para 2030 a nível mundial (consulte também Tolu, 2022; Peters et al., 2022).

Inovações selecionadas para a proteção e a nutrição de plantas

A EUIPO e ICVV (2022) afirmam que a inovação gerada pelo melhoramento de plantas é responsável por uma grande parte, se não a maior, de todo o crescimento da produtividade obtido em lavouras e na horticultura, pelo menos na UE nos últimos 25 anos. Não podemos negligenciar outras inovações que também proporcionaram um avanço considerável. Os exemplos a seguir de proteção e nutrição de plantas ilustram essa importância:

- Os termos “Agricultura de precisão”, “agricultura de manejo específico”, “grades agrícolas”, “agricultura inteligente” e “aplicação de taxa variável” se referem a soluções tecnológicas que permitem aos produtores reduzir substancialmente os insumos de pesticidas e fertilizantes por unidade de terra, sem perder na produção, otimizando a proporção de produção/insumos e minimizando o uso de insumos. Em uma análise recente, a HFFA Research (2022) conseguiu demonstrar que as tecnologias já disponíveis na Alemanha e na UE têm a capacidade de reduzir o uso de fungicidas em até 27% e de fertilizantes minerais (nitrogênio) em até 21%. No controle de ervas daninhas, é possível obter uma redução de mais de 60%. Para saber mais sobre tecnologias específicas de proteção e nutrição de plantas, bem como os impactos associados na redução e nas metas de emissões, consulte, por exemplo, Alix et al. (2017); Artnier-Nehls et al. (2021); Belafoutis et al. (2017); Castaldi et al. (2017); Dehler (2020); Gandorfer et al. (2017); HFFA Research (2022); Hulsbergen (2019); Janke et al. (2020); Kempenaar et al. (2018); Lieder et al. (2021); Loddó 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).
- Também é importante destacar as inovações em pesticidas e fertilizantes. Biopesticidas, por exemplo, baseados em ingredientes ativos de ocorrência natural ou derivados sintéticos (CropLife Europe, 2022), ajudam a reduzir os pesticidas químicos e os riscos ambientais associados, sem prejudicar a produção (Dent, 2021). Da mesma forma, os biofertilizantes, que contêm micro-organismos vivos que, quando aplicados ao solo, a uma semente ou na superfície da planta, colonizam a rizosfera e, assim, promovem o crescimento e a disponibilidade de nutrientes na planta hospedeira, surgiram como uma

alternativa sustentável mais benéfica para o meio ambiente do que os fertilizantes químicos (Chaudhary et al., 2020).

- Os pesticidas químicos sintéticos também continuarão sendo importantes. Novos ingredientes ativos estão sendo desenvolvidos o tempo todo e ajudam a manter e a aumentar as produções, além de reduzir os riscos ambientais e à saúde que podem estar associados ao uso inapropriado. Só na última década, pelo menos 105 pesticidas químicos foram lançados ou estão em desenvolvimento: 43 fungicidas, 34 inseticidas/acaricidas, seis nematocidas, mais de 20 herbicidas e um safener de herbicidas (Umetsu e Shirai, 2020).

Os aprimoramentos nos sistemas alimentares também dependem cada vez mais das tecnologias digitais, por exemplo. As soluções digitais ajudam a melhorar a produção, reduzir a perda de alimentos e apoiar os produtores a obter um retorno mais justo promovendo a troca instantânea de conhecimento que pode combater as assimetrias informativas e reduzir as falhas e os custos transacionais (Banco Mundial, 2021).

Inovação não se trata apenas de tecnologias, mas também de práticas de gestão que podem ajudar os produtores a lidar com riscos ambientais e reduzir os impactos socioeconômicos. A gestão abrangente de riscos e resiliência implica em criar um ambiente propício para investimentos em medidas de mitigação de riscos (por exemplo, tecnologia de aplicação, infraestruturas ecológicas riparianas) e na orientação de produtores para que eles consigam se adaptar e transformar as práticas usadas (por exemplo, cursos e treinamentos). Não se trata apenas de diminuir o uso de tecnologias, independentemente das geografias relevantes e da pressão ambiental.

Muitos países no mundo todo demonstraram que a tecnologia e a intensificação sustentável podem melhorar significativamente o uso de recursos naturais, a redução de emissões, as medidas de mitigação de riscos, a proteção da biodiversidade e o bem-estar de comunidades locais. Diversos países estão adotando abordagens baseadas na inovação para a agricultura sustentável e promovendo ecossistemas que permitem a fomentação de iniciativas inovadoras. Aerni (2009), por exemplo, ilustra casos concretos de como tecnologias recentes podem ser aplicadas para melhorar a qualidade dos alimentos e reduzir

o impacto ambiental da agricultura. Wax e Anderson (2021) consideram essa uma abordagem do tipo "adotando a inovação", e Paarlberg (2022) afirma que é um caminho para o desenvolvimento agrícola baseado em avanços científicos. Os métodos associados não abusam dos recursos naturais, mas sim aproveitam as informações (Paarlberg, 2022), e nós apoiamos totalmente essa visão.

Essa perspectiva não deve negligenciar o fato de que, embora as tecnologias se concentrem no aumento do fornecimento agrícola, outras medidas em longo prazo voltadas principalmente para a diminuição da demanda adicional e alimentar também existem. Elas incluem mudanças nos hábitos alimentares incentivando os consumidores a comer menos alimentos de origem animal, reduzindo o desperdício e a perda de alimentos e otimizando as políticas de biocombustíveis. Esses elementos também devem ser considerados inovações do ponto de vista comportamental, gerencial e estrutural.

5. CONCLUSÃO

Em alguns países de alta renda, a prioridade de políticas agrícolas tem mudado progressivamente nas últimas décadas passando a se concentrar na sustentabilidade, em vez da produção e da produtividade. Na EU, o Pacto Verde Europeu e suas Estratégia F2F e Estratégia de Biodiversidade têm como objetivo estimular a aceleração significativa para um sistema alimentar mais sustentável e resiliente.

Ao mesmo tempo, a guerra da Rússia na Ucrânia e a pandemia da COVID-19 salientaram recentemente as vulnerabilidades do sistema alimentar a choques de oferta que podem resultar em uma crise mundial de segurança alimentar. A volatilidade associada na quantidade e no preço de alimentos é composta pelas incertezas que cercam os volumes de produção, que são afetados por eventos climáticos cada vez mais severos e frequentes devido às mudanças no clima. Um fornecimento alimentar mundial mais restrito e os mercados mais voláteis levam ao aumento da escassez, que provavelmente será persistente em muitas regiões do mundo.

Embora a busca pela sustentabilidade dos processos agrícolas seja nobre e precise virar realidade (melhorias contínuas e inovação no setor alimentar e agrícola são necessárias para estimular a prosperidade econômica, bem como a saúde da população e do planeta), devemos também considerar da mesma forma a conquista da segurança alimentar com a formulação e a implementação de políticas. Caso contrário, corremos o risco de comprometer os ODS da ONU para 2030 e criar interferências sérias a nível regional e global.

Várias avaliações de impacto sugerem que a Estratégia F2F e a Estratégia de Biodiversidade da UE terão um impacto quantitativo na produtividade agrícola, na disponibilidade alimentar, nos custos de produção agrícola e no bem-estar social. A disponibilidade alimentar pode ser comprometida para quase 190 milhões de pessoas devido a efeitos das duas estratégias na cadeia de fornecimento, tornando o impacto do Pacto Verde Europeu possivelmente dez vezes maior do que o impacto que enfrentamos hoje na segurança alimentar.

Se as estratégias do Pacto Verde Europeu não forem bem administradas, as interferências no mercado e no comércio podem criar outros desafios para estados e sociedades. Em um cenário extremo, a introdução de cláusulas-espelho pode prejudicar a concorrência, o comércio e, por fim, a segurança alimentar, especialmente para os países de baixa renda e para as populações vulneráveis das nações mais ricas.

A redução da produção europeia pode ocasionar o aumento da produção agrícola em outras regiões. Dependendo de onde isso ocorra, essa mudança geográfica pode comprometer vários benefícios ambientais do plano. Milhões de hectares de habitats naturais ou seminaturais fora da UE provavelmente seriam convertidos em terras agrícolas, e o impacto líquido negativo na biodiversidade e nas emissões de GEE seria significativo.

O que podemos fazer? É nossa opinião que essa situação exige uma resposta abrangente que incorpore vários elementos. Nós recomendamos que a comunidade mundial considere as medidas a seguir.

Reestabelecer a segurança alimentar como um objetivo mundial das políticas

Defendemos fortemente que a segurança alimentar a nível mundial deve ser reestabelecida como um objetivo não negociável nas políticas agrícolas e alimentares das nações mais ricas. A implicação da Estratégia F2F e da Estratégia de Biodiversidade da UE é uma reformulação de metas gerais para que a segurança alimentar, tanto a nível regional quanto, principalmente, a nível mundial, seja reconhecida como um elemento imperativo, juntamente com as metas ambientais (consulte também Schiavo et al., 2021). Concordamos com von Cramon-Taubadel (2022) quando argumenta que não basta tornar a agricultura na Europa mais sustentável do ponto de vista ecológico, precisamos também garantir a prosperidade e a produtividade econômica no mundo todo. Isso não significa que vamos deixar de lado as preocupações ambientais e outros desafios, como o bem-estar dos animais, na nossa missão de produzir alimentos seguros e nutritivos para a população mundial. Como agentes responsáveis, comprometidos em resolver os desafios atuais, os estados-membros da UE e outros países devem considerar todas as preocupações econômicas, sociais e ambientais de maneira equilibrada.

Apoiar estudos adicionais e uma pesquisa extensa no mundo todo

Considerando a situação dinâmica em que estamos e tendo em vista as possíveis implicações de amplo alcance, recomendamos fortemente que cada país realize suas próprias avaliações internas de impacto do Pacto Verde Europeu e suas políticas. Elas precisam levar em conta questões socioeconômicas, bem como os aspectos ambientais, examinar o efeito potencial de mudanças nos insumos agrícolas (fertilizantes, pesticidas etc.) e o uso de terra, além de refletir sobre as cláusulas-espelho no comércio internacional. Para isso, é importante que o termo "Sustentabilidade" seja interpretado e contextualizado corretamente como uma metodologia capaz de integrar e medir os custos e os benefícios do impacto de decisões técnicas nos pilares ambientais, econômicos e sociais. Também recomendamos que os países explorem mais a fundo o papel da inovação na conquista de maior sustentabilidade econômica, social e ambiental da agricultura. Novos estudos como esses são fundamentais para o desenvolvimento de políticas agrícolas e alimentares eficientes. Pesquisas que nos permitam investigar detalhadamente as escolhas conflitantes entre o consumo e a produção doméstica, bem como as importações e exportações subsequentes, são essenciais (Fuchs et al., 2020), além de uma análise mais completa das políticas e de outras metas (Beltran et al., 2022). As opções direcionadas à demanda agrícola e alimentar, como as mudanças nos hábitos alimentares, a redução do desperdício de alimentos e alterações nas políticas de biocombustíveis, também devem ser exploradas com atenção.

Uma disponibilidade maior de dados ajudaria os pesquisadores a quantificar o impacto das políticas nos sistemas alimentares em vários aspectos da sustentabilidade. Dessa forma, os avanços metodológicos poderão traduzir esses dados em opções concretas de governança e políticas, permitindo que os sistemas familiares obtenham resultados mais eficientes e sustentáveis.

Uma avaliação de impacto dos objetivos, que ainda são formulados qualitativamente e baseados na demanda, das duas estratégias também é necessária para complementar as análises quantitativas das medidas e dos objetivos centrados no fornecimento. O efeito das mudanças nos hábitos alimentares, por exemplo, não foi considerado pelas avaliações de impacto citadas (consulte Wesseler, 2022). Ainda assim, as abordagens disponíveis podem preencher essa lacuna (consulte, por exemplo, Schiavo et al., 2021).

Expandir o diálogo e melhorar a comunicação

Para identificar consequências involuntárias e explorar possíveis soluções para reconciliar

quaisquer objetivos conflitantes de políticas agrícolas e alimentares é necessário adotar uma abordagem abrangente, sistêmica e global. Os desafios de hoje são globais, e todos os agentes devem ser incluídos nesse diálogo tão importante: a meta é promover a segurança alimentar no mundo todo e, ao mesmo tempo, garantir que as políticas de uma determinada região não interfiram no desenvolvimento e na subsistência de outra. Diversas especificidades e necessidades da agricultura precisam ser consideradas igualmente na análise dos custos e dos benefícios associados à formulação e à implementação das políticas agrícolas e alimentares.

O futuro da agricultura não pode ser determinado por políticos de maneira isolada. Todos os agentes, inclusive produtores rurais, operadores da cadeia de fornecimento, elaboradores de políticas e a sociedade civil devem participar dessa discussão e, por fim, da solução também. A sociedade precisa mudar para uma agricultura menos prejudicial para o meio ambiente. Embora isso gere custos reais e de oportunidade, os consumidores ainda querem comprar alimentos e outros produtos agrícolas a preços acessíveis. Consequentemente, para a agricultura mudar, as demandas da sociedade também precisarão mudar. Formular metas sociais parcialmente contraditórias não vai nos levar a lugar algum. Em vez disso, precisamos buscar e divulgar soluções que criem sinergias entre as metas, considerar as realidades políticas e socioeconômicas a nível local, regional e mundial, além de evitar as escolhas conflitantes associadas.

A complexidade dos problemas e a magnitude dos desafios que enfrentamos também exigem que a polarização nos debates públicos sobre agricultura e alimentos seja superada. Com frequência, as perspectivas individuais e limitadas são dominantes e se concentram unicamente no meio ambiente ou na economia. Agora, precisamos unir os diferentes pontos de vista para criar um discurso holístico. Teremos mais a ganhar se nós, enquanto sociedade, compreendermos que a agricultura é um setor que precisa lidar com demandas rigorosas, desafiadoras e, infelizmente, muitas vezes contraditórias. Para solucionar isso, os agentes com pontos de vista contrários ou divergentes precisarão dialogar, ampliar suas perspectivas e estarem abertos às críticas do outro lado.

Os responsáveis pela elaboração de políticas também precisam se comunicar com mais clareza. Não basta conversar sobre os problemas abertamente e formular desafios, eles também devem definir metas realistas para superar os desafios e corroborá-las com medidas concretas e direcionadas de implementação. A elaboração de políticas direcionadas não se trata de exigir metas de redução inclusivas com relação a algumas tecnologias, sem a elaboração adequada de medidas implementáveis e a avaliação das consequências, intencionais ou não.¹⁸ Outra ferramenta eficiente para apoiar as políticas é conscientizar as pessoas. Os responsáveis pela elaboração de políticas devem incentivar pesquisas interdisciplinares e campanhas informativas baseadas em evidências.

Integrar e apoiar inovações e tecnologias

Os problemas urgentes e não resolvidos relacionados a questões como a mudança climática, a proteção do meio ambiente e o bem-estar de animais e da biodiversidade não vão desaparecer. As mudanças básicas, tanto no comportamento de cada pessoa quanto na elaboração de políticas, necessárias para obter sistemas alimentares e agrícolas mais sustentáveis certamente vão levar tempo. Sendo assim, precisamos aproveitar as diversas possibilidades políticas disponíveis para compensar essa lacuna óbvia.

Para atingir os objetivos de sustentabilidade socioeconômica e ambiental e as metas de

18 Essa preocupação com as metas de redução inclusivas foi compartilhada em alguns resumos científicos publicados recentemente, encomendados

pela secretaria da Convenção sobre Diversidade Biológica (CBD) (Archer et al., 2022). Durante as negociações ainda em andamento da Estrutura Global de Biodiversidade, a UE defendeu fortemente a transformação de algumas metas de redução da poluição, conforme formuladas pela sua Estratégia de Biodiversidade, em objetivos globais. Os autores desses resumos foram claros em suas recomendações: as políticas para pesticidas precisam ser consideradas no que diz respeito aos riscos, e não apenas com metas numéricas, e as medidas para reduzir a poluição devem ser adaptadas para contextos nacionais. Eles também alertam que a redução do uso de fertilizantes e pesticidas que leva à diminuição da produtividade agrícola pode resultar na perda de habitats naturais devido a mudanças no uso da terra.

segurança alimentar, precisaremos romper o padrão histórico de estimular a produção agrícola ampliando as terras para cultivo e aumentando o uso de insumos. A solução é aumentar a produtividade. Ou seja, precisamos produzir mais com menos usando a inovação.

O maior potencial vem dos aprimoramentos em tecnologias e técnicas de gestão. As inovações no melhoramento, na proteção e na nutrição de plantas, bem como nas técnicas de gestão, que têm como objetivo aumentar a produtividade alimentar e agrícola e resolver os problemas ambientais, devem ser usadas amplamente. Recomendamos a integração contínua de aprimoramentos em pesquisas químicas, genética, previsão climática, equipamentos, gestão agrícola etc. nos sistemas de produção agrícola. Novas abordagens, como a digitalização, NPBT em geral e a edição genética em particular devem ser estimuladas como ferramentas indispensáveis para alcançar as metas formuladas. A introdução de novas soluções químicas e não químicas inovadoras e a aplicação de práticas otimizadas que respondam melhor às vulnerabilidades locais e reduzam os impactos ambientais são claramente necessárias. Tudo isso precisa ser apoiado por políticas na UE e a nível mundial.

Muitas fontes já ressaltaram a função da inovação, e isso precisa ser enfatizado. Mais recentemente, na Conferência Ministerial do G7 na Alemanha, os participantes pediram que os países promovam políticas que aumentem a produtividade, a eficiência, a resiliência e a inclusão dos sistemas agroalimentares, além de apoiar o investimento necessário em inovação (FAO, 2022c). Portanto, acreditamos que uma combinação sinérgica de intervenções políticas e a ênfase especial em inovação são fundamentais para aumentar a segurança alimentar mundial e, ao mesmo tempo, reduzir o impacto dos nossos sistemas alimentares no meio ambiente. Concordamos com vários estudos (consulte, por exemplo, Springmann et al., 2018) que demonstraram que medidas únicas nunca serão suficientes para atenuar o aumento projetado de pressão no meio ambiente e fornecer também o volume necessário de alimentos em escala global. Em vez disso, combinar os aprimoramentos em tecnologias e gestão que aumentam a produtividade agrícola e a produção e promover mudanças nos hábitos alimentares e a redução da perda de alimentos podem resultar em um aumento geral no fornecimento alimentar mundial de até 223% (Kummu et al., 2017). Embora o potencial mais significativo venha de solucionar o problema da produção por meio de tecnologias inovadoras e técnicas melhores de gestão, mudar os hábitos alimentares e reduzir o desperdício e a perda de alimentos também são potenciais relevantes para aumentar a disponibilidade alimentar em longo prazo.

Sendo assim, as tecnologias devem ser consideradas uma parte importante da solução, e não o problema. Reconhecer isso nos processos públicos e privados de tomada de decisões seria uma inovação em si e abriria oportunidades para a agricultura, segurança alimentar e o meio ambiente proveitosas para todos. No entanto, isso não será possível sem as políticas apropriadas, que apoiem e incentivem a aceitação pela sociedade das tecnologias inovadoras, criadas a partir do esforço conjunto de instituições públicas e empresas privadas.

Formular regulamentos significativos

Uma estrutura regulatória proporcional e orientada pelos resultados é necessária para fornecer regras claras e consistentes para a inovação no setor agrícola e alimentar. Precisamos aplicar todas as tecnologias disponíveis e "seguras" para aumentar a produção e diminuir o uso de recursos naturais. Isso exige o reforço da estrutura política e regulatória geral para estimular, e não restringir, os investimentos necessários em inovações futuras. Nesse sentido, a Estratégia F2F da UE já reconhece que as iniciativas de pesquisa e desenvolvimento mais recentes e as subsequentes tecnologias inovadoras poderão ter um papel essencial no aumento da sustentabilidade ambiental e socioeconômica. O que ainda não temos são políticas e medidas concretas para concretizar a meta estratégica específica de promover as iniciativas avançadas de pesquisa e desenvolvimento.

Uma estrutura regulatória como essa deve incentivar centros de inovação na Europa, como os setores de melhoramento, proteção e nutrição de plantas, de modo a dedicar os recursos necessários para aumentar a produtividade econômica e a eficiência dos recursos ambientais.

Portanto, as considerações de segurança devem se concentrar em tecnologias individuais e a aplicação delas, além das características do produto resultante, em vez de serem aplicadas a grupos inteiros de tecnologias. A implementação de ferramentas modernas, como NPBT, e o desenvolvimento associado de inovações, como sementes adaptadas ao clima e pesticidas biológicos, que podem substituir as atuais tecnologias, deve ser examinada.

No entanto, as avaliações não podem ser dominadas pelas ambições da UE para a sustentabilidade ambiental. Elas também devem incluir critérios de segurança alimentar e promover um julgamento balanceado. A sobreposição entre legislações horizontais, como o regulamento de Registro, Avaliação, Autorização e Restrição de Substâncias Químicas (REACH) ou a Estratégia para a Sustentabilidade de Produtos Químicos, e requisitos relacionados, por exemplo, à colocação de pesticidas no mercado precisa ser considerada um desafio para o uso de tecnologias e produtos inovadores.

Recomendações finais

Para promover uma agenda de sistemas agrícolas e alimentares sustentáveis que evite os resultados negativos de consequências involuntárias, recomendamos uma combinação de políticas mais progressiva que defina metas quantitativas, mas que também permita a transição ambiental sem sacrificar a produtividade econômica. Isso implicará no seguinte:

1. uma agenda para o desenvolvimento tecnológico, que saliente a digitalização e biotecnologias para insumos agrícolas, ou seja, novas soluções para a proteção e nutrição de plantas e, é claro, o melhoramento de sementes;
2. uma agenda para promover a inovação na produção agrícola e pecuária, padrões de consumo, fluxos comerciais, uso de recursos locais e globais, gestão agrícola e cadeias de valor;
3. uma agenda para reduzir os riscos de produção e fornecimento que seja baseada em fatos científicos objetivos, e não em percepções.

Em conclusão, recomendamos que a segurança alimentar seja reestabelecida como um objetivo central nas políticas agrícolas e alimentares; que mais pesquisas relacionadas às possíveis consequências involuntárias devem ser realizadas a nível mundial; que os responsáveis pela elaboração de políticas abram o diálogo e melhorem a comunicação; que as tecnologias e inovação sejam promovidas e divulgadas mais amplamente; e que a inovação seja apoiada por uma estrutura política e regulatória apropriada. Essa abordagem global representa uma esperança para alcançar uma agricultura sustentável que forneça uma quantidade suficiente de alimentos a preços razoáveis para todos.

LISTA DE REFERÊNCIAS

- 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. Roma: 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.; Streløke, M. (2017): Mitigating the risks of plant protection products in the environment: MAgPIE. Pensacola, Bruxelas: SETAC Books.
- Archer, E.; Leadley, P.; Obura, D.; Arneth, A.; Costello, M.J.; Ferrier, S.; Mori, A.S.; Rondinini, C.; Smith, P. (2022): Secretaria da Convenção sobre Diversidade Biológica. Science briefs on targets, goals and monitoring in support of the post-2020 global biodiversity framework negotiations. Montreal: CBD.
- Artner-Nehls, A; Meite, R. (2021): Thematisierung von N-Minderungsstrategien in Wissenschafts- und Fachpresse. 31. Jahrestagung der Österreichischen Gesellschaft für Agrarökonomie, 16.-17. Setembro 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.; Perez-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 Castillo 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* 27 de julho de 2022.

Bruins, M.; Morgante, M. (2021): Innovation to preserve tradition. In: *europeanseeds* (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: OCDE.

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. Bruxelles: 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

micro-biome. Cambridge: IDTechEx.

CE (Comissão Europeia) (2022a): Agri-food trade statistical factsheet: European Union - extra EU27. Bruxelas: CE.

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

CE (Comissão Europeia) (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. Bruxelas: CE.

CE (Comissão Europeia) (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. Bruxelas: CE.

CE (Comissão Europeia) (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. Bruxelas: CE.

EUIPO (Instituto da Propriedade Intelectual da União Europeia); ICVV (Instituto Comunitário das Variedades Vegetais) (2022): Impact of the Community plant variety rights system on the EU economy and the environment. Alicante: EUIPO.

Parlamento Europeu; Conselho da União Europeia (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 (Organização para a Alimentação e a Agricultura da Organização das Nações Unidas) (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. Roma: FAO.

FAO (Organização para a Alimentação e a Agricultura da Organização das Nações Unidas) (2022b): Greenhouse gas emission intensities. Roma: FAO.

FAO (Organização para a Alimentação e a Agricultura da Organização das Nações Unidas) (2022c): G7 Ministerial Conference: FAO outlines five urgent steps to address the global food crisis. Roma: FAO.

FAO (Organização para a Alimentação e a Agricultura da Organização das Nações Unidas) (2021a): Crop prospects and food situation. Quarterly Global Report No 4. Roma: FAO.

FAO (Organização para a Alimentação e a Agricultura da Organização das Nações Unidas) (2021b): Food outlook: biannual report on global food markets. Roma: FAO.

FAO (Organização para a Alimentação e a Agricultura da Organização das Nações Unidas); IFAD (Fundo Internacional de Desenvolvimento Agrícola); UNICEF (Fundo das Nações Unidas para

a Infância); PAM (Programa Alimentar Mundial); OMS (Organização Mundial da Saúde) (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. Roma: FAO.

Governo da França (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: Governo da França.

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

Galein, Y.; Legreve, 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.; Munch, 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. Bruxelas: Policy Department for Structural and Cohesion Policies, Directorate General for Internal Policies.

Glauben, T.; Svanidze, M.; Gotz, 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): Instituto Leibniz de Desenvolvimento Agrícola em Economias de Transição (IAMO).

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

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

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

IEA (Agência Internacional de Energia) (2021): *World energy outlook 2021*. Paris: IEA.

IPCC (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas) (2019): *Climate change and land*. Genebra: 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): 295305.

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.

Kuhl, 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 European Green Deal. Bruegel Policy Contribution No. 04/2021. Bruxelles: Bruegel.

Lieder, S.; Schroter-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: OCDE. MAFF (Ministério da Agricultura, Florestas e Pesca) (2021): Strategy for sustainable food systems, MeaDRI. Tóquio: MAFF.

Malico, I.; Nepomuceno, R.; Pereira, A.; Goncalves, 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. Bruxelas: 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.

OCDE (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico); FAO (Organização para a Alimentação e a Agricultura da Organização das Nações Unidas) (2022): OECD-FAO Agricultural Outlook 2022-2031. Paris: OCDE.

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 Barga, F.; von Horsten, 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*. Citado em Wesseler (2022), veja abaixo.

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.

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 be-yond: 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.; Rockstrom, 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. ECDPM Briefing Note No. 131.Maastricht: ECDPM.

The Economist Intelligence Unit (2021): Global food security index 2020: regional report Europe. Londres: 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.

ONU (Organização das Nações Unidas) (2022). World Population Prospects 2022: Summary of Results. Nova York, NY: ONU.

USDA (Departamento de Agricultura dos Estados Unidos) (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 (Departamento de Agricultura dos Estados Unidos) (2021): International agricultural productivity. Data and methods as of October 2021. Washington, DC: USDA.

USDA (Departamento de Agricultura dos Estados Unidos) (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 Zuckerruben (*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*. 29 de setembro de 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): 314322.

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

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

PAM (Programa Alimentar Mundial) (2022): People in food crisis or worse. Numbers explained. Roma: PAM.

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.

OMC (Organização Mundial do Comércio) (2022): Draft ministerial declaration on the emergency response to food security: revision. Geneva: OMC.

Yadav, 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-a-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 multifolocular 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

BulowstraBe 66
10783 Berlim, Alemanha
hffa-research.com
office@hffa-research.com

OPERA Research

Via E. Parmense 84
29100 Piacenza, Itália
2, Place du Champs de Mars
1050 Bruxelas, Bélgica
operaresearch.eu
info@operaresearch.eu