

**▶ A P&D E A TRANSFORMAÇÃO DO SISTEMA ALIMENTAR:  
UMA CONTRIBUIÇÃO DO INSTITUTO INTERAMERICANO  
DE COOPERAÇÃO PARA A AGRICULTURA (IICA) PARA  
A CÚPULA SOBRE SISTEMAS ALIMENTARES 2021 DAS  
NAÇÕES UNIDAS**

Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura (IICA), 2021.



A P&D e a transformação do sistema alimentar: uma contribuição do Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura (IICA) para a Cúpula sobre Sistemas Alimentares 2021 das Nações Unidas do IICA está publicado sob licença Creative Commons Atribuição-Compartilhalgual 3.0 IGO (CC-BY-SA 3.0 IGO) (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/igo/>) Baseada numa obra em [www.iica.int](http://www.iica.int)

O IICA promove o uso adequado deste material. Solicita-se que seja citado apropriadamente, quando for o caso.

Esta publicação também está disponível em formato eletrônico (PDF) na página institucional: <http://www.iica.int>

Coordenação editorial: Federico Villarreal.

Edição mecânica: Olga Patricia Arce.

Tradução: Francisco Azevedo

Diagramação: Nadia Cassullo.

Leiaute da capa: Nadia Cassullo.

Impresão: Gráfica do IICA.

Gianoni, Cecilia

A P&D e a transformação do sistema alimentar: uma contribuição do Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura (IICA) para a Cúpula sobre Sistemas Alimentares 2021 das Nações Unidas / Cecilia Gianoni y Eduardo Trigo. – São José, C.R.: IICA, 2021. 18 p.; 21x16 cm.

ISBN: 978-92-9248-955-7

Publicado também em espanhol e inglês.

1. Sistemas alimentares 2. Pesquisa 3. A P&D  
4. Inovação 5. Tecnologia 6. Desenvolvimento agrícola 7. Adaptação às mudanças climáticas 8. Desenvolvimento sustentável 9. Gestão da água  
10. Gestão do solo I. Trigo, Eduardo II. IICA III. Título

AGRIS  
A50

DEWEY  
630. 7

São José, Costa Rica  
2021

▶ **A P&D E A TRANSFORMAÇÃO DO SISTEMA ALIMENTAR:  
UMA CONTRIBUIÇÃO DO INSTITUTO INTERAMERICANO  
DE COOPERAÇÃO PARA A AGRICULTURA (IICA) PARA  
A CÚPULA SOBRE SISTEMAS ALIMENTARES 2021 DAS  
NAÇÕES UNIDAS**

# 1

## Introdução

---

Esta nota tem por objetivo mobilizar a discussão sobre a contribuição da pesquisa e do desenvolvimento (P&D) para a transformação dos sistemas alimentares no contexto da próxima Cúpula das Nações Unidas sobre Sistemas Alimentares. Reconhecem-se três grandes deflagradores dessa mudança: a) a população mundial continuará crescendo até se estabilizar em 20-30 anos; b) observam-se mudanças nos padrões de consumo; e c) consideram-se importantes impactos da mudança do clima.

Somos conscientes de que a inovação é um componente indiscutível para a obtenção dessa transformação e de que continuará sendo um desafio para os países da América Latina e do Caribe (ALC); todavia, esta nota restringe-se à análise

das oportunidades e dos desafios para a P&D agroalimentar enquanto subsistema integrante do sistema de inovação com um papel estratégico.

Os objetivos propostos para a Cúpula implicam a necessidade de mudanças significativas nos sistemas produtivos que permitam: equilibrar os aumentos de produtividade necessários com a sustentabilidade de médio e longo prazos; fechar grandes lacunas existentes dentro e entre países, diminuindo as vulnerabilidades que ainda persistem nos territórios; adaptar e mitigar os impactos da mudança do clima; e assegurar o acesso global a alimentos de qualidade, nutritivos, com baixo impacto ambiental e socialmente responsáveis.

A P&D é um componente essencial da realização de todos esses objetivos. Neste sentido, o atual cenário científico-tecnológico representa uma grande oportunidade que devemos aproveitar, pois se caracteriza pelas modificações aceleradas e intensas na forma, no tipo, no impacto e na velocidade em que se fazem ciência e tecnologia (C&T); pelos avanços em novos modelos de organização e governança; pelo fortalecimento dos enfoques interdisciplinares e transdisciplinares; pelo surgimento ou pela consolidação de novos atores no mercado global de alimentos; e pelas mudanças nos esquemas de proteção dos direitos de propriedade intelectual.

A pandemia só fez ressaltar esses desafios e oportunidades, pois demonstrou a importância de se dispor de sistemas agroalimentares sólidos. O setor agroalimentar da ALC manteve a sua atividade na emergência sanitária – ver hashtag #ElCampoNoPara – e forneceu alimentos em quantidade e com qualidade a diversos pontos do mundo. Isso permitiu a ocupação contínua de mão de obra de toda a cadeia alimentar e gerou receitas e divisas. A nova realidade exigiu o desenvolvimento de estratégias para a geração e a aplicação de protocolos sanitários nos diversos processos produtivos e na interação do setor agroalimentar com o setor saúde e a indústria do transporte e das telecomunicações, entre outras. A pandemia também acentuou os requisitos de novos conhecimentos e tecnologias que asseguraram a agilização de processos, o uso mais eficiente dos recursos naturais, a minimização do desperdício e das perdas, o cuidado com o meio ambiente e a melhoria dos aspectos sociais e de equidade.

Esta nota está estruturada em dois eixos. O primeiro diz respeito à P&D agroalimentar como instrumento de transformação do sistema alimentar, e nele se consideram as capacidades disponíveis dos países da ALC. O segundo eixo analisa as oportunidades e os desafios da P&D agropecuária da região na sua contribuição para as cinco vias de ação (VA) definidas para a Cúpula e integra contribuições surgidas do Diálogo Independente realizado pelo Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura (IICA) e pelo Programa Cooperativo para o Desenvolvimento Tecnológico Agroalimentar e Agroindustrial do Cone Sul (PROCISUR) em 22 de julho de 2021. No final, apresentam-se algumas reflexões sobre o tema.

## 2

## A P&D agropecuária como instrumento de transformação do sistema alimentar

Evidências empíricas indicam que o investimento em P&D agropecuária dos países da ALC tem contribuído para o desenvolvimento agrícola, o crescimento econômico e a redução da pobreza na região. As novas tecnologias resultantes dos investimentos em P&D melhoraram a quantidade e a qualidade da produção agrícola, ao mesmo tempo em que aumentaram a sustentabilidade, reduziram os preços dos alimentos para o consumidor, permitiram aos produtores rurais terem acesso aos mercados e melhoraram as atribuições homem-mulher e a acumulação de capital físico e humano nos domicílios (Stads *et al.* 2009:2).

A partir da hipótese de que sistemas nacionais de pesquisa agropecuária bem desenhados e com níveis de investimento adequados são requisitos do desenvolvimento agrícola, da segurança alimentar e da redução da pobreza, desde o início do século muitos países da ALC vêm realizando esforços para adequar os seus sistemas de pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I) aos novos cenários. Neste sentido, diversos institutos nacionais de pesquisa agropecuária (INIA) desenvolveram capacidades de pesquisa, tanto no número de pesquisadores como no nível de formação acadêmica, com modelos de gestão e governança renovados para processos de pesquisa participativa, trabalho em redes e plataformas público-privadas. No entanto, persistem diversas pendências em matéria de capacidades e institucionalidade de P&D, em particular no setor público, devido à crise econômica provocada pela pandemia da Covid-19.

Na ALC, o principal fator limitante a ser enfrentado se relaciona com os níveis de investimento em P&D agropecuária, que ficam muito abaixo do necessário. Embora, nesta última década, muitos países tenham aumentado percentualmente os seus investimentos, a região investe, como percentual do seu produto interno bruto (PIB) agropecuário, menos da metade dos valores médios dos países desenvolvidos (somente 1,15% em comparação com 2,5%) e com comportamentos muito desiguais entre países (ASTI/CGIAR)<sup>1</sup>. Valores de 2013 mostram que, enquanto a maioria dos países do Cone Sul (Brasil (1,82%), Chile, Uruguai e Argentina) estavam acima de 1,20% e o Caribe anglófono (Costa Rica e México) superavam o 1%, os demais se situavam abaixo desse número, por vezes indicado como o mínimo necessário para se manter um sistema de P&D

(1) O cálculo da intensidade do investimento em P&D agropecuária não inclui o setor privado com fins lucrativos. ASTI/CGIAR. Benchmarking América Latina y el Caribe. Gasto / Porcentaje del PIB agropecuario. <https://www.asti.cgiar.org/es/benchmarking/lac> (consultado em 18 de janeiro 2021).

efetivo. Oito países<sup>2</sup> tinham investimentos abaixo de 0,4%, entre os quais a Guatemala era o de menor investimento do hemisfério (0,14%). Esses dados são de 2013, mas o panorama atual não é melhor e esses valores certamente cairão muito nos próximos anos como consequência da pandemia. Em 2020, restrições orçamentárias da ordem de 50% foram aplicadas à maioria dos INIA da ALC, com os consequentes efeitos negativos sobre os processos de P&D)<sup>3</sup>.

Isso se traduz em diferentes capacidades para a elaboração de estratégias de P&D, o que, somado à diversidade existente entre os países (geográfica, econômica, social, cultural e climática), tem resultado em grandes déficits na produtividade, particularmente nos países menores e tropicais (Nin-Pratt *et al.* 2015). Uma exceção neste sentido é o Brasil que, nos últimos 40 anos, desenvolveu um modelo de agricultura tropical endógeno de seleção e adaptação de cultivos de interesse agrícola, com um aumento contínuo em produtividade, geração de emprego e renda, agregação de valor e melhoria da qualidade de vida nas zonas rurais com impactos positivos no cuidado do meio ambiente (Albuquerque *et al.* 2008). No entanto, esses avanços não permearam os demais países tropicais da América, nos quais muito resta ainda a ser explorado em matéria de recursos naturais e biodiversidade.

Os Estados continuam sendo a principal origem dos investimentos, contrariamente à tendência global de uma participação mais dinâmica do setor privado (Fuglie 2016)<sup>4</sup>. Nos países de baixa e média renda, essa tendência é mais acentuada. Segundo Pray *et al.* (2015, citado por Fuglie 2016), a política tecnológica (particularmente em biotecnologia e direitos de propriedade intelectual) que permite a participação de corporações multinacionais pode influir significativamente para que o setor privado, incluindo empresas estrangeiras, invista em P&D agrícola.

Embora a maior parte da P&D agrícola seja feita por empresas sediadas em países desenvolvidos, nos últimos anos identificou-se um crescimento no investimento em P&D das empresas pertencentes a economias emergentes. O Brasil é um dos países da região que desenvolveram políticas de incentivo ao investimento privado que incluem a habilitação da participação multinacional nos seus mercados nacionais de insumos agrícolas, direitos de propriedade intelectual para novas variedades e protocolos regulatórios para a aprovação de eventos transgênicos.

Flugie (2016) enfatiza a importância de ajustar na carteira de P&D pública para ser complementada pela privada. Acrescenta aspectos como a oportunidade e o desafio de se trabalhar em investimentos público-privados e a necessidade

---

(2) Nicarágua, Peru, Venezuela, República Dominicana, Paraguai, Equador, Honduras e Guatemala. ASTI/CGIAR. Benchmarking América Latina y el Caribe. Gasto / Porcentaje del PIB agropecuario. <https://www.asti.cgiar.org/es/benchmarking/lac> (consultado em 18 de janeiro 2021).

(3) Membros da Comissão Diretora do PROCISUR. 31 de julho de 2020. LXVI Reunião de Comissão Diretora, conversa virtual. INTA Argentina, Embrapa Brasil, INIA Chile, IPTA Paraguai e INIA Uruguai.

(4) O investimento privado global em P&D agropecuária triplicou entre 1990 e 2014. Embora a maioria das empresas que respondem por esses investimentos estejam em países desenvolvidos e sejam fornecedoras de insumos agrícolas, as suas tecnologias têm importância crescente para os países em desenvolvimento (Fuglie 2016).

de a P&D pública abordar as demandas dos agricultores em áreas de baixos incentivos à P&D. Além disso, evidências empíricas recolhidas por Anríquez *et al.* (2016) demonstram que o direcionamento do gasto público para a obtenção de bens públicos, como seria o caso dos investimentos em P&D, tem influenciado positivamente o desenvolvimento da agricultura na ALC<sup>5</sup>.

A situação da agricultura familiar (AF) também constitui um desafio, dado o seu peso econômico e social. Representa uma alta proporção das explorações da região e estima-se que abranja mais de 60 milhões de pessoas. É a principal fonte de emprego agrícola e rural e oferece uma contribuição significativa para a segurança alimentar local e nacional (FAO *et al.* 2019). Segundo a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), a mitigação dos impactos da pandemia no sistema alimentar requer, entre outras ações, a busca de soluções específicas de contexto que aproveitem os recursos e bens disponíveis localmente, o que posiciona muito bem a AF para fornecer soluções enraizadas nos territórios e nas suas comunidades<sup>6</sup>. Trata-se de um setor fundamental para o cumprimento dos objetivos do desenvolvimento sustentável (ODS) pelo seu caráter multidimensional, capaz de contribuir para a segurança alimentar e nutricional, manejar os recursos naturais, preservar a biodiversidade e o patrimônio cultural e mitigar a mudança do clima.

Finalmente, a elaboração de sistemas de P&D deve levar em conta a extensão e os modelos participativos que envolvem os agricultores e demais atores do sistema alimentar, fundamentais para o alcance de inovações que impactem positiva e equitativamente todos eles. Observando-se os índices globais de inovação de 2020<sup>7</sup> (Cornell University *et al.* 2020), a ALC se posiciona no penúltimo lugar do mundo (27,76), acima somente da África Subsaariana, e com valores muito abaixo dos 56,45 da América do Norte ou dos 35,02 de Ásia.

É possível que os avanços científicos e tecnológicos que não são acompanhados de políticas públicas, estruturas regulatórias adequadas, boa coordenação das capacidades técnicas e tecnológicas existentes, fundos de fomento, investimento privado e participação ativa dos atores produtivos não se transformem em inovações nem produzam os benefícios esperados. O aproveitamento dos poderosos instrumentos de mudança desenvolvidos atualmente pela ciência e pela tecnologia (C&T) depende da capacidade que tenhamos como países e região de gerar e fortalecer os recursos organizacionais, financeiros e atitudinais. Além disso, deve-se criar um ambiente institucional propício a mudanças na forma de produzir os alimentos, dentro da lógica de “consumir o que se produz e produzir o que se consome”, sem se deixar de reconhecer e gerir a crescente heterogeneidade socioprodutiva e a diversidade institucional existentes na região.

---

(5) Os autores também alertam sobre o baixo investimento em bens públicos (infraestrutura, tecnologia e conhecimento) nos países em que predominam pequenos produtores com capital limitado, o que enfraquece o crescimento setorial (Anríquez *et al.* 2016).

(6) FAO. Plataforma de conocimientos sobre agricultura familiar. Covid-19. <http://www.fao.org/family-farming/themes/covid/es/> Consultado em 5 de fevereiro de 2021.

(7) WIPO (Organização Mundial da Propriedade Intelectual). Global Innovation Index 2020. [https://www.wipo.int/global\\_innovation\\_index/en/2020/](https://www.wipo.int/global_innovation_index/en/2020/) Consultado em 29 de janeiro de 2021.



As novas tecnologias abrem excelentes oportunidades. O atual desenvolvimento de aplicativos de software (app) para o setor agrícola e o uso massivo das redes sociais aumentaram a divulgação de informações científicas que antes não chegavam à cidadania. Isso implica grande mudança e desafio para os organismos de C&T, que devem se adaptar e adequar às necessidades locais e dos sistemas de produção, com base na ciência e em evidências, para responder aos questionamentos que algumas delas possam levantar na sociedade.

A atenção a todos esses aspectos em um contexto financeiro muito adverso como o atual repropõe com força os desafios institucionais já identificados por Sain *et al.* 2009, referentes à necessidade de: a) aumentar e diversificar os investimentos em P&D, públicos ou privados, diretos ou por meio de parcerias, sem os quais o cumprimento dos ODS será muito difícil; b) desenvolver capacidades que incorporem novos conhecimentos e disciplinas para a aplicação de tecnologias de ponta, valorizando os aspectos ambiental, social e cultural; e c) fortalecer a organização institucional do sistema de P&D nos países, tanto do setor público no seu papel de promotor e gerador de bens públicos como das redes nos níveis de país, região e mundo para se fomentar a cooperação técnica e financeira.

No que diz respeito ao primeiro dos desafios, Mateo (2019) acrescenta outra via para o financiamento ou o cofinanciamento da P&D, ligada ao setor filantrópico nacional ou regional que está em forte crescimento. Não obstante, ele chama a atenção para o fato de que o setor autóctone da ALC está menos estruturado e é menos conhecido<sup>8</sup> e de que as contribuições dos Estados Unidos e da Europa para ALC vêm declinando em favor de regiões como a África e o sul de Ásia, caracterizadas por pobreza extrema. Para que a P&D agroalimentar da ALC possa aproveitar a oportunidade que se oferece nesse setor, os países deveriam estabelecer estruturas jurídicas modernas e regras claras de administração, operação e controle, além de criar vínculos entre os doadores e os setores e regiões interessados (Mateo 2019).

(8) A excepción de Brasil y México, que concentran alrededor del 50% de las personas millonarias de ALC.

# 3

## Oportunidades e desafios para a P&D da região na sua contribuição para as 5 VA

O desenvolvimento e o uso de novas tecnologias, como a digital, a robótica, a inteligência artificial, a internet das coisas, a biotecnologia e a nanotecnologia, estão transformando os sistemas de produção e governança da agricultura e da alimentação no mundo. Elas modificaram ou substituíram alguns fatores de produção e produziram impactos profundos e de alto espectro na economia, na organização social e no meio ambiente (Trigo *et al.* 2019). Também ganhou corpo a sinergia dos conhecimentos agronômicos e ecológicos com os enfoques holísticos da gestão dos recursos naturais dos agroecossistemas (Andrade 2017). Essas tecnologias disruptivas aceleram os processos, dão-lhes mais precisão, lidam bem com grandes quantidades de informação e reduzem os custos – e tudo isso facilita o desenvolvimento de inovações tecnológicas mais baratas e de maior velocidade.

A seguir, propomos um conjunto de desafios e oportunidades que requerem aportes científicos sólidos, alternativas produtivas e criatividade da parte dos sistemas de P&D agroalimentares da região. Embora façam parte da agenda dos países da ALC, muitos desses temas ainda estão abertos a debates. Com base em objetivos das 5 VA<sup>9</sup>, agrupamos a discussão em três eixos complementares: 1) produtividade e sustentabilidade dos sistemas de produção de alimentos; 2) acesso e exequibilidade; e 3) qualidade nutricional e saúde.

### 3.1 Produtividade e sustentabilidade dos alimentos

A demanda global maior de alimentos em quantidade e com qualidade, nutritivos, saudáveis, de baixo impacto ambiental e provenientes de sistemas de produção socialmente responsáveis, resultantes de forças tracionadoras como o crescimento da população e a migração, combinadas com processos de urbanização e modificações nos hábitos de consumo provocadas pelo aumento na renda de certos setores e regiões (Von Braun *et al.* 2020), não pode ser atendida pela ex-

(9) VA1: Garantir o acesso a alimentos saudáveis e nutritivos para todos; VA2: Adotar modalidades de consumo sustentáveis; VA3: Impulsionar a produção favorável à natureza; VA4: Promover meios de vida equitativos; VA5: Criar resiliência diante das vulnerabilidades, das comoções e das tensões (von Braun *et al.* 2020).

pansão da fronteira agrícola. A resposta está no aumento da eficiência produtiva por unidade de superfície, baseado em novos conhecimentos que requerem P&D.

## O desafio da intensificação sustentável

Os processos de intensificação sustentável iniciados há 20 anos em muitos dos países da ALC requerem mais conhecimentos e possibilidades de novos modelos de produção que agreguem valor ambiental aos produtos da região e levem a uma melhoria gradual da eficiência ecológica. Espera-se que as tecnologias reduzam a dependência de insumos externos e de recursos não renováveis, mantenham e melhorem os recursos naturais, aumentem a produtividade e a rentabilidade com menor impacto ambiental e favoreçam a equidade e a inclusão social (PROCISUR 2016).

É importante a integração de visões e conceitos que hoje não são entendidos de forma unívoca, mas que perseguem o mesmo objetivo, que é tornar mais sustentáveis os processos necessários de intensificação para a inclusão de sistemas totalmente agroecológicos e sistemas tradicionais que incorporem as tecnologias verdes. Os processos de intensificação devem se adequar às condições agroecológicas, aos sistemas diversificados de produção e ao tamanho dos agricultores de cada zona ou região.

Uma das prioridades da agenda de P&D é a geração e validação de indicadores que monitorem e avaliem a sustentabilidade desses processos local e regionalmente. Para isso, é preciso dispor de equipes de pesquisa multidisciplinares e da participação de atores de dentro e de fora do sistema de C&T, a fim de se considerar todas as dimensões da sustentabilidade e os seus atributos, bem como as características socioecológicas dos processos a serem avaliados (Aristide *et al.* 2020). A obtenção, medição e avaliação de indicadores de sustentabilidade próprios e de base científica local posicionarão os países frente aos indicadores globais gerados em âmbitos internacionais, com informações reais do impacto da produção de alimentos sobre a saúde do planeta em seis das suas dimensões: gases de efeito estufa (GEE); uso do solo; uso da água; uso do nitrogênio (N); uso do fósforo (P); e biodiversidade (Herrero *et al.* 2020). Neste sentido, as tecnologias digitais, por meio de sensores remotos, drones e imagens de satélites, constituem uma oportunidade que favorece a obtenção rápida e em tempo real de muitos dos indicadores priorizados. Assim, entre outros benefícios, os tempos de tomada de decisão na gestão dos sistemas produtivos serão reduzidos e os instrumentos de política pública e as normas poderão contar com conteúdo apropriado.

Também se torna necessário democratizar as informações e o conhecimento e buscar opções para diminuir o déficit no acesso a essas tecnologias e no seu uso pela população rural.

## A sustentabilidade dos sistemas pecuaristas

Independentemente da intensidade das tendências atuais (Glopam 2020), a proteína animal é um componente básico da dieta humana. Aporta vitaminas, minerais e aminoácidos indispensáveis para o organismo (IICA 2020a e b). Além disso, a atividade de criação de gado ocupa um lugar central em muitas das economias da região, inclusive naquelas em que a AF predomina. Ademais, é fundamental para a manutenção dos pastos e oferece serviços ecossistêmicos importantes<sup>10</sup> (Oyhantçabal *et al.* 2010).

Isso faz da sustentabilidade dos sistemas pecuaristas um desafio constante para os países da ALC, pressionando a urgência da geração de evidências científicas, tecnologias e práticas de gestão que reduzam as emissões de GEE<sup>11</sup> e o uso de água doce e de terras agrícolas, bem como a que se zele pelo bem-estar animal. Muitos países e sub-regiões com projetos de P&D colaborativos estão realizando pesquisas em temas como dieta, manejo e genética do animal e serviços ecossistêmicos.

Neste sentido, vale ressaltar a coleta de evidências sobre o impacto da quantidade e da qualidade da dieta na redução das emissões de metano,<sup>12</sup> além dos avanços nos seguintes campos: a) nutrição animal, como resultado dos desenvolvimentos em alimentação de precisão, exploração do microbioma dos animais e avaliação e incorporação de novos insumos na alimentação; b) melhoria genética dos animais por escolha genômica de características de eficiência na utilização do alimento;<sup>13</sup> c) uso de técnicas avançadas de reprodução e métodos de melhoria de precisão; e d) bem-estar animal, que é uma exigência cada vez maior dos mercados internacionais. Deve-se continuar e aprofundar as pesquisas em boas práticas de gestão, nutricionais e sanitárias (IICA 2020a) e, mais recentemente, no uso de novas técnicas biotecnológicas.<sup>14</sup>

Além disso, os impactos dos sistemas integrados<sup>15</sup> na produção de criação de gado de carbono neutro vêm apresentando bons resultados. Exemplo disso é a criação da marca-conceito "carne carbono neutro" (Alves *et al.* 2015), criada pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), que, em 2020, com a empresa Marfrig, lançou uma nova linha de carne no mercado brasileiro (linha

(10) Como manutenção ou aumento dos reservatórios de carbono, prevenção da erosão, produção de adubos verdes, melhoria da qualidade da água e manutenção da biodiversidade animal e vegetal (Oyhantçabal 2010).

(11) A pecuária é responsável por 57% das emissões geradas pelo setor agropecuário da ALC (FAO 2020a).

(12) Algumas evidências coletadas em sistemas pecuaristas do Uruguai demonstram que dietas de alta qualidade (baixo percentual de fibras e alta digestibilidade) com acesso a água fresca e limpa podem reduzir as emissões de metano em até 14% por kg de matéria seca ingerida por cada animal (Dini *et al.* 2017).

(13) Foram registradas diminuições de até 25% menos metano que animais de baixa eficiência (Dini *et al.* 2017).

(14) Mais recentemente, começou-se a trabalhar na aplicação da edição genética para melhorar as condições de vida do animal. Um exemplo, citado por Feingold *et al.* (2017), é a obtenção de gado sem chifres.

(15) Os sistemas integrados focados na pecuária bovina em prática em países da ALC são integração agrícola-de criação de gado, de criação de gado-florestal e agrícola-de criação de gado-florestal (Almeida 2017).

Viva), com atributos de sustentabilidade. Os sistemas integrados contribuem para a sustentabilidade ambiental e para o aumento da renda dos pequenos produtores, o que favorece o seu arraigamento e reduz os processos migratórios internos campo/cidade.

É necessário gerar e disponibilizar dados locais sobre o equilíbrio entre a emissão e o sequestro de carbono e o impacto dos sistemas pecuaristas da ALC, acompanhados dos planos de ação de estoques nacionais e compromissos de cada país assumidos nos acordos internacionais.

## A oportunidade da bioeconomia e da economia circular

O novo paradigma da bioeconomia requer capacidades de P&D para o desenvolvimento de tecnologias e novas opções de substituição progressiva dos produtos derivados de combustíveis fósseis por recursos renováveis de origem biológica e para a minimização das perdas ao longo da cadeia de valor, a fim de tornar mais eficiente o uso da biomassa na produção de alimentos e energia (Rodríguez *et al.* 2019). A ALC tem grande potencial de fundamentar as suas estratégias de desenvolvimento na bioeconomia e na economia circular por ser uma das plataformas fotossintéticas mais importantes do mundo e contar com ampla disponibilidade de insumos biológicos potenciais subaproveitados<sup>16</sup>.

O aumento da produtividade com geração de menos resíduos é um fator condicionante para a sustentabilidade dos sistemas, embora o seu tratamento também acarrete custos. Por isso, é necessário mais conhecimentos sobre a relação custo-benefício na produção de bioinsumos e fontes renováveis de energia.

O desenvolvimento de mecanismos de integração mais próximos dos sistemas de produção e comercialização em circuitos agroalimentares curtos levaria à redução das perdas, principalmente de alimentos frescos, o que envolve mudanças nos padrões de consumo.

A redistribuição de subprodutos e a reutilização dos resíduos na cadeia de valor alimentar ou em outros setores requer mais evidências da P&D sobre o seu impacto na prestação de serviços ecossistêmicos na produção agroalimentar, mitigação da mudança do clima, recuperação de solos e redução da contaminação de água, solo e ar, entre outros (Rodríguez *et al.* 2019).

A substituição de combustíveis fósseis continua aberta ao debate, com avaliações insuficientes sobre os impactos e *trade-off* ambientais e sociais no uso do solo agrícola para a produção de alimentos e energia. As discussões ressurgem em função dos preços internacionais do petróleo, pelo que se requer conhecimento científico do impacto a longo prazo da produção de biocombustíveis. É

---

(16) A ALC apresenta altos percentuais de perdas e desperdícios na cadeia de valor (36%). A maior parte deles ocorre na etapa produtiva como consequência do atraso tecnológico e da escassez em infraestrutura, conhecimentos e investimentos na produção (PROCISUR 2019).

necessário continuar fortalecendo o desenvolvimento de opções que não concorram com a produção de alimentos, como a biomassa lignocelulósica para a produção de bioetanol, que há diversos anos vem sendo objeto de pesquisas. Também se deve desenvolver e validar metodologias de avaliação do impacto ambiental, social e econômico e do equilíbrio energético (Salles *et al.* 2009).

## A adaptação à mudança do clima

Como consequência da mudança do clima, o número e a intensidade dos desastres naturais nos países da ALC aumentaram nos últimos anos, manifestando-se sobretudo na forma de fenômenos climatológicos como secas e inundações. Dada a interdependência entre clima e agricultura, o aumento desses fenômenos impacta a produtividade agrícola e a resiliência da região. Por sua vez, o aumento das concentrações de GEE eleva as temperaturas (do ar e do oceano) e, consequentemente, propicia condições para o desenvolvimento de pragas e doenças agrícolas transfronteiriças, que, se não forem prevenidas a tempo, poderão pôr em xeque o status sanitário dos países e da região que hoje garante a comercialização de alimentos inócuos (PROCISUR 2019). Esses efeitos são agravados pela importante erosão genética dos agroecossistemas da ALC, associada à perda de florestas nativas, diversidade de espécies e vida biológica nos solos agrícolas.

Neste sentido, é necessário fortalecer a P&D com a utilização de práticas de melhoria genética convencional e a aplicação de novas tecnologias para a adaptação de cultivos a condições de estresses abióticos (eventos climáticos extremos) e bióticos (emergência e reemergência de pragas e doenças), buscando-se maior estabilidade frente a eventos climáticos extremos.

Além disso, a variabilidade do clima, gerada principalmente por temperaturas, umidade ambiente e precipitações acima das médias históricas, modificou o comportamento e a distribuição de pragas e doenças que afetam a produção agropecuária. Identificam-se, entre outras, a resistência de certas ervas daninhas ao uso de herbicidas, a resistência de alguns insetos a eventos do cultivo desenhados para controlá-los e a resistência de certos patógenos ao uso de antimicrobianos que vai muito além da resistência natural.

O estudo de campo desses comportamentos, com o uso de imagens de satélites e outras tecnologias digitais, permite o desenvolvimento de modelos de alerta antecipado e gestão do risco e o estudo das populações de flora e fauna locais, entre outros. O desenvolvimento de práticas e padrões de monitoramento, prevenção e controle das doenças, como a gestão integrada de pragas e o controle biológico, contribui para a sanidade e a inocuidade de produtos e alimentos (Salles *et al.* 2009). O uso de imagens de satélites e drones permite o monitoramento dos dados à distância e em tempo real e ajuda na modelagem dos ciclos dos cultivos com a identificação de limiares críticos para os cultivos, entre outros, para o que se requerem conhecimentos básicos de campo e da C&T.

## A gestão do solo e da água

A gestão integrada do solo, da água, das plantas e dos nutrientes é uma urgência diante dos processos de intensificação sustentável acima mencionados e da degradação e escassez desses recursos no mundo e especificamente na ALC.

Já faz 30 anos que a P&D transformou a agricultura de precisão em uma ferramenta eficiente no manejo dos recursos. Ela quantifica a variabilidade espacial e temporal, mitiga o impacto sobre o meio ambiente, melhora as condições de trabalho, aumenta a produtividade e a qualidade da produção e reduz os custos da produção de alimentos (Bongiovanni *et al.* 2006). As novas tecnologias, vinculadas à Indústria 4.0, como os sistemas de internet das coisas dotados de sensores de variáveis físico-químicas, a inteligência artificial, a robótica, o big data, os drones, os sensores remotos, os sistemas de visão artificial, os apps e softwares, oferecem novos espaços para a ampliação dos benefícios de uma gestão mais inteligente. Por isso, novos conhecimentos devem ser gerados a partir da C&T. Além dessas tecnologias, as técnicas nucleares também constituem ferramentas para a definição de estratégias e o desenvolvimento de práticas sustentáveis que melhorem a gestão do solo e da água.

A atual crise causada pela Covid-19 intensificou os problemas de escassez de mão de obra no campo, e a expectativa é de que imponha padrões mais altos em toda a cadeia alimentar. A geração de capacidades nos países da ALC para otimizar o uso dessas tecnologias na P&D e na cooperação regional será um elemento-chave para a inserção da região na Agricultura 4.0 e sua contribuição para os ODS.

### Sobre a gestão do solo

O solo é essencial para a produção primária e a sua saúde. Constitui a base para a garantia de alimentos nutritivos e de qualidade para os animais e os seres humanos (95% dos alimentos são produzidos no solo). Na ALC, 50% dos solos cultiváveis estão sofrendo processos de degradação, mais da metade por desmatamento e o restante devido a mudanças no seu uso e manejo, o que gera erosão, perda de fertilidade química, física e biológica, contaminação etc. (FAO *et al.* 2015). No entanto, a aplicação de práticas conservacionistas e o plantio direto vêm propiciando uma significativa recuperação dos solos utilizados em agricultura extensiva.

O solo envolve diversos ciclos e dinâmicas relacionados à mitigação das emissões de GEE, por meio do sequestro de carbono atmosférico, da disponibilidade e qualidade da água e dos ciclos de nutrientes (Lal 2019). Mantê-lo saudável é vital para a sustentabilidade ecológica, a resiliência dos sistemas alimentares e a segurança alimentar dos países da ALC.

A P&D é necessária para se deter e neutralizar os impactos da perda e degradação dos solos por meio de mais conhecimentos e evidência científica sobre práticas de restauração, regeneração, sistemas agroflorestais e alternativas, como são os casos da agricultura regenerativa e do uso de cultivos de serviços, que permitem, entre outras coisas, diversificar os sistemas.

### **Sobre a gestão do água**

TO maior usuário de água no mundo é o setor agropecuário. A agricultura emprega 70% da água extraída mundialmente (Banco Mundial)<sup>17</sup>. A disponibilidade por pessoa vem diminuindo nos últimos anos (mais de 20% nas duas últimas décadas no mundo). Espera-se um aumento iminente na concorrência pelos recursos hídricos. Segundo a FAO (2020b), será fundamental melhorar a gestão da água, evitando-se a contaminação dos lençóis subterrâneas e a escassez por meio de uma governança eficaz e instituições sólidas para se garantir a segurança e a nutrição mundial e contribuir para o cumprimento dos ODS.

A obtenção de variedades de cultivos resistentes aos estresses hídricos mediante a melhoria genética tradicional deverá se manter como prioridade na agenda dos países da ALC. Mais recentemente, a aplicação da técnica CRISP-CAS9 mostrou-se capaz de desenvolver novas variedades produtivas e resistentes, o que será fundamental para se atender à maior demanda de alimentos e aos desafios da mudança do clima em tempo menor e a custo mais baixo (Merelo *et al.* 2019).<sup>18</sup>

Outras ações de P&D se relacionam com a implantação de boas práticas agrônômicas para a coleta e a conservação da água em zonas de chuva e a aplicação de sistemas de rega cada vez mais modernos e sustentáveis em áreas de irrigação. A variabilidade enfrentada pela agricultura de chuva intensifica as disputas pela água e a desigualdade no acesso, o que afeta sobretudo as populações mais vulneráveis, a AF e a população rural pobre, e demanda, por isso, práticas e tecnologias apropriadas, políticas e governança que equilibrem essas forças. A agricultura de irrigação, que responde por 40% dos alimentos produzidos no mundo, representa 20% do total da superfície cultivada e é, em média, duas vezes mais produtiva por unidade de terra. Ela desempenhará um papel fundamental na mitigação da vulnerabilidade climática e na diversificação dos cultivos.

Além disso, são imprescindíveis pesquisas que sustentem a melhoria dos instrumentos para a fixação de preços e a atribuição da água, favoreçam a sua gestão eficaz e garantam o acesso equitativo e sustentável (FAO 2020b).

(17) Banco Mundial. Entiendo a la pobreza / Temas. El agua en la agricultura. <https://www.bancomundial.org/es/topic/water-in-agriculture>. Consultado em 5 de fevereiro de 2021.

(18) Um exemplo é a obtenção do milho GE, mais produtivo que a variedade original em condições de seca e semelhante em condições normais (Shi *et al.* 2017, citado por Merelo *et al.* 2019).

---

## 3.2 Acesso e exequibilidade

---

Como se propõe nas 5 VA, não se trata somente de produzir mais, mas também de assegurar o acesso da população aos alimentos. Os alimentos devem chegar aos consumidores com qualidade nutricional e inocuidade, respeitando as suas culturas e os seus hábitos de consumo.

Os sistemas de C&T agroalimentar têm o desafio de gerar tecnologias, fundamentalmente de processo e base digital, para a integração dos atores da produção e da indústria e logística de alimentos para diversos canais de abastecimento.

Esses tempos de pandemia, isolamento e mobilidade mínima das pessoas permitiram que se conhecessem e valorizassem as vantagens dos circuitos de comercialização curtos e das produções periurbanas em toda a sua diversidade. Nos circuitos de abastecimento curtos, o tratamento mais direto aumenta as possibilidades de se conhecer os gostos e as preferências dos consumidores e as suas possibilidades econômicas de exequibilidade (Rodríguez *et al.* 2016). Um desafio para o sistema da PD&I é fortalecer as economias locais mediante a geração de tecnologias e processos adaptáveis às estratégias de mercados de proximidade e que contribuam para a rastreabilidade, a inocuidade e a qualidade dos alimentos, com responsabilidade social e obedecendo às normas de segurança e higiene.

Já o comércio digital foi um dos recursos mais usados pelos agricultores familiares nesses tempos, e a sua gestão é um atrativo para os jovens.

Além disso, as grandes concentrações urbanas mobilizam enormes volumes de alimentos, que em muitas ocasiões provêm de economias regionais e são em seguida transportados para grandes distâncias. Aí intervêm outros atores que podem ser locais, nacionais ou multinacionais, empregando recursos diferentes dos utilizados pela produção destinada aos circuitos de curta proximidade.

As condições e as limitações da comercialização variam muito entre as grandes cadeias de abastecimento e aquelas locais. Como atendem a diversos setores da população, precisam de conhecimentos e políticas públicas diferentes para a geração de uma rede de abastecimento que busque a geração de sinergias.

As tendências de consumo têm variado notavelmente nos últimos tempos, com maior envolvimento dos consumidores na escolha dos alimentos. Isso incorpora pesquisas com outros enfoques multidisciplinares que ainda não foram suficientemente abordados pelo sistema de C&T dos países da ALC, estudos sobre consumo e as conseqüentes adaptações em todas as etapas da produção e elaboração dos alimentos, como sistemas de rastreabilidade, gestão mais amigável com o meio ambiente, sistemas de certificação com participação do cidadão, etiquetagens com informações nutricionais, utilização de técnicas da economia circular etc. Nessa mesma ordem, é preciso que haja mais e melhor comunicação

sobre as vantagens comparativas da região na produção de alimentos nutritivos, considerando-se o bom manejo ambiental e o cuidado com o meio ambiente baseado em informações científicas.

Ainda com relação à exequibilidade, existe a necessidade de mais conhecimentos sobre a formação de preços no contexto da identidade cultural e das condições sociais que influem na escolha dos alimentos e na comensalidade.

---

### 3.3 Nutritional quality and health

---

Considerando-se as 5 VA e algumas das metas do ODS 2, Fome Zero, a agenda de P&D agroalimentar deve orientar as contribuições científico-tecnológicas e de inovação para atender a aspectos que contribuam para o conceito de “Uma Saúde”, como a produção de alimentos nutritivos para uma dieta saudável e o cuidado da saúde humana e animal, que adquiriram mais urgência em razão da pandemia da Covid-19.

Neste sentido, a P&D deve alinhar esforços com a indústria agroalimentar que, como planteiam Le Vallée *et al.* (2018), vem evoluindo, tecnológica e organizacionalmente, para uma era digital de fabricação inteligente (Indústria 4.0), que utilizará a internet das coisas, a inteligência artificial e o *big data* e estará conectada à nuvem. Essas tecnologias ajudam na circulação de informações pertinentes e oportunas sobre os produtos e os alimentos em si (saudáveis, seguros, deliciosos e nutritivos), sobre a forma como são produzidos e entregues (sustentável, rastreável e confiável) e sobre as preferências e mudanças no consumo.

Em relação à qualidade nutricional, técnicas como a edição genética (EG) têm o potencial de modificar de forma relativamente rápida a composição química ou nutricional dos produtos alimentícios, como cultivos, cogumelos e animais.<sup>19</sup> Em cultivos de propagação clonal como a batata<sup>20</sup>, a banana, a mandioca, a cana-de-açúcar ou a videira, entre outros, a utilização da EG permite a introdução de melhorias específicas sobre genótipos elite. Em espécies animais, pode-se conseguir aumentos marcantes na eficiência produtiva, na resistência a doenças e na maior qualidade nutricional (Feingold *et al.* 2017). Essa técnica pode ser aplicada

---

(19) No Cone Sul, existem grupos de pesquisa vegetal com trabalhos em espécies de árvores frutíferas como *Vitis* e *Prunus* no INIA-Chile, *Citrus* no INIA-Uruguai, batata no INTA-Argentina e no INIA-Chile, soja no INIA-Uruguai e na EMBRAPA-Brasil, cana-de-açúcar e alfafa no INTA-Argentina e *Setaria* na EMBRAPA-Brasil. Em animais, equipes trabalham em projetos para a obtenção de leite de melhor qualidade no INTA-Argentina e para o aumento da massa muscular em bovinos na EMBRAPA-Brasil (Feingold 2017).

(20) O INTA-Argentina está trabalhando na qualidade nutricional e industrial da batata com genes a serem editados ou já editados diretamente relacionados com escurecimento oxidativo e edulcoração induzidos por frio.

em cultivos tradicionais e produtos alimentícios básicos de alta participação na dieta, além de ser uma oportunidade para cultivos e espécies animais menos visados (Salles *et al.* 2019). Melero *et al.* (2019) destacam o potencial da técnica para acelerar processos de domesticação de plantas, o que pode contribuir para a preservação da biodiversidade.

A demanda de novos consumidores por alimentos que contribuam diretamente para a saúde e a necessidade de as empresas investirem no desenvolvimento de novos alimentos provenientes da biodiversidade têm motivado na região o lançamento de alimentos funcionais e os esforços para fundamentar o atributo “saudável” em métodos experimentais validados (Descalzo *et al.* 2012).

A EG, novamente, oferece oportunidades. Exemplos são a geração de uma variedade de arroz com 10% mais de amilose que ajuda a prevenir infecções sérias e a reduzir o índice glicêmico (Melero *et al.* 2019)<sup>21</sup> e a seleção de animais que produzem leite com maior proporção de ácido linoleico conjugado e de proteínas benéficas para a saúde humana – ou com inibição da secreção de proteínas alergênicas como a beta-lactoglobulina (Feingold *et al.* 2017). Os produtos lácteos desempenham um papel importante nesse contexto (IICA 2020a), mas é necessário ainda intensificar a P&D em outras matérias-primas com potencial de agregar valor e integrar-se aos complexos agroindustriais, analisando as oportunidades de nichos de mercado.

Alimentos da agricultura orgânica e da agroecologia, considerados pelos consumidores como mais saudáveis, aparecem como uma excelente oportunidade de mercado para muitos produtores, mas demandam mais conhecimentos. A P&D deverá continuar desenvolvendo procedimentos e protocolos de monitoramento e controle dos processos de produção, práticas e padrões de acompanhamento, prevenção e controle de pragas e doenças, como a gestão integrada de pragas e o controle biológico (Salles *et al.* 2009), e pesquisas sobre a produtividade e a rentabilidade dos sistemas, bem como sobre a percepção do consumidor em matéria de gostos e sabores. Requerem-se espaços de diálogo entre as visões mais “urbanas” e as visões dos produtores sobre as suas maneiras de produzir, a fim de se obter conhecimento para a tomada de decisões.

A possibilidade oferecida pelo consumo segmentado (bebês, adultos, desportistas, celíacos etc.) é uma oportunidade pouco explorada na América Latina.

Complementarmente, a P&D deve aprofundar os estudos sobre os impactos da agricultura e da pecuária na saúde humana e nas doenças associadas a alimentos no tocante tanto à saúde do consumidor como à do produtor.

---

(21) Em referência ao trabalho feito pela equipe de Sun *et al.*, 2017.

# 4

## Reflexões finais

Centrar a P&D em sistemas alimentares em que já não se consome o que se produz, mas se produz o que se consome, implica grandes oportunidades para a região da ALC e, ao longo do processo, deve reduzir os importantes déficits de produtividade apresentados pelos países. As opções oferecidas pelo cenário científico-tecnológico atual incluem o uso das novas tecnologias de melhoria genética, como a edição genética, e a aplicação de tecnologias baseadas em robôs, drones, sensores, inteligência artificial, internet das coisas e *big data*, além da crescente integração de visões holísticas dos agroecossistemas. Em cada um dos desafios e das oportunidades identificados para a P&D agroalimentar dos países da ALC podem-se aplicar novas tecnologias e aproveitar os benefícios que oferecem.

Para se enfrentar as ameaças de antes e de depois da Covid-19 e aproveitar as oportunidades mencionadas, requerem-se decisões estratégicas que permitam assegurar os níveis de investimento necessários em P&D – hoje dramaticamente baixos em comparação com outras áreas do mundo – e melhorar o desempenho das instituições de P&D e de todo o sistema inovador na região. Neste contexto, é imprescindível revisar os esquemas institucionais vigentes para fortalecer as capacidades em novos campos de conhecimentos e tecnologias emergentes e para que os produtores adquiram as habilidades e possam efetivamente aproveitá-las. A P&D deve gerar conhecimentos e contextualizá-los para empoderar os produtores nas mudanças necessárias para tornar os sistemas alimentares mais sustentáveis. Esses esforços adquirem singular importância nos países menores, que carecem de capacidades endógenas especializadas para levar a cabo essas tarefas ou que apresentam economias muito deterioradas pela pandemia. É fundamental assumir compromissos institucionais com a incorporação das perspectivas de gênero, juventude e povos originários que incentivem maior participação, capaz de enriquecer o acúmulo de visões, conhecimentos e estratégias para o desenvolvimento tecnológico (Bello *et al.* 2021). Também é imprescindível recuperar os conhecimentos tácitos das comunidades locais para valorizar a contribuição das comunidades, os seus saberes e as suas práticas na construção de soluções inovadoras, reconhecendo-se a grande diversidade de culturas e sistemas de produção existente na região.

A condução dessas transformações precisa da presença do Estado no território rural, tanto por meio dos sistemas de P&D e extensão como de políticas que fomentem um ambiente institucional estável e infraestrutura propícia à inovação. A integração entre o sistema de C&T e o político é condição *sine qua non* para a

promoção do desenvolvimento sustentável e equitativo. É imperativo gerar evidências que sustentem a tomada de decisões, maximizem os seus resultados e minimizem os custos de implementação de políticas públicas para fomentar a inovação competitiva e inclusiva (Arias *et al.* 2021). São necessárias políticas melhores, mais inovação, mais investimento e inclusão para a consolidação dos sistemas agropecuários e dos alimentos produtivos e resilientes. Além disso, o modelo de governança do sistema de PD&I agroalimentar dos países da ALC deve incentivar a maior participação do setor privado e empresarial, bem como de fundações, universidades e comunidades agrícolas e rurais, devendo integrar ainda o âmbito de decisão político-técnica, não só dos ministérios diretamente vinculados com o setor, mas também dos de saúde, economia e meio ambiente. E como propõe FONTAGRO (2019:12), “tudo isso sob o enfoque não de rivalidade, mas de sinergias entre os esforços públicos e privados”.

A região da ALC é um dos grandes sustentáculos da segurança alimentar global, e a sua plataforma de produção está montada sobre avanços da P&D agroalimentar na sustentabilidade dos seus sistemas produtivos. O setor agropecuário é o que mais pode contribuir para as transformações dos sistemas alimentares e, neste sentido, o atual cenário da C&T constitui um instrumento muito poderoso para a realização dos ODS.

Persiste, todavia, a questão da suficiência ou não dos atuais recursos institucionais, financeiros e atitudinais da região, bem como dos processos de mudança organizacional e de políticas em andamento, para o aproveitamento dessas oportunidades. A cooperação entre países é uma peça-chave, como também o é a institucionalidade robusta e solvente dos sistemas de P&D. A pandemia reforçou a importância do trabalho colaborativo e da institucionalidade regional e hemisférica.

A forma de gerar conhecimentos e tecnologias de impacto por meio da inovação deve apontar para o trabalho colaborativo, com parcerias público-privadas, multidisciplinaridade e transdisciplinariedade e participação de atores da economia de fora do setor. Na visão de FAO *et al.* (2020), a crise gerada pela Covid-19 também abre um conjunto de oportunidades para a transformação da produção primária e para a sustentabilidade e resiliência do setor agroalimentar dos países. Tudo depende agora de o trabalho coletivo aproveitar essas oportunidades.

## 5

## Referências bibliográficas

- **Albuquerque, ACS; Silva, AG** (eds.). 2008. Agricultura tropical: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas | editores técnicos. Brasília. DF: Embrapa Informação Tecnológica. Consultado em 22 de fevereiro de 2021. Disponível em <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/906945>.
- **Almeida, R.** 2017. Integración agrícola-ganadera-forestal con enfoque en ganado de carne. Conference paper. Research Gate. Consultado em 4 de fevereiro de 2020. Disponível em [https://www.researchgate.net/publication/320958975\\_INTEGRACION\\_AGRICOLA-GANADERA-FORESTAL\\_CON\\_ENFOQUE\\_AL\\_GANADO\\_DE\\_CARNE](https://www.researchgate.net/publication/320958975_INTEGRACION_AGRICOLA-GANADERA-FORESTAL_CON_ENFOQUE_AL_GANADO_DE_CARNE).
- **Alves, FV; Almeida, RG; Laura, VA** (eds.). 2015. Carne carbono neutro: um novo conceito para carne sustentável produzida nos trópicos. Documentos / Embrapa Gado de Corte, ISSN 1983-974X; 210. Campo Grande, MS. 29 p. Consultado em 22 de fevereiro de 2021. Disponível em <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/203141/1/Carne-carbono-neutro-1.pdf>.
- **Andrade, F** (comp.). 2017. Los desafíos de la agricultura argentina. Ed. INTA. Consultado em 18 de janeiro de 2021. Disponível em [https://inta.gob.ar/sites/default/les/lib\\_desa\\_osagricultura\\_2017\\_online\\_b.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/les/lib_desa_osagricultura_2017_online_b.pdf).
- **Anríquez, G; Foster, W; Ortega, J; Falconi, C; De Salvo, CP.** 2016. Gasto público y desempeño de la agricultura en América Latina y el Caribe. Documento de trabalho do BID; 722. Consultado em 18 de março de 2021. Disponível em <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Gasto-p%C3%ABblico-y-el-desempe%C3%B1o-de-la-agricultura-en-Am%C3%A9rica-Latina-y-el-Caribe.pdf>.
- **Arias, J; Piñeiro, V; Elverdin, P.** 2021. Transformar el conocimiento en evidencia para la transformación sostenible de los sistemas alimentarios de América Latina y el Caribe (on-line, site web). Consultado em 24 de março de 2021. Disponível em <https://blog.iica.int/blog/transformar-conocimiento-en-evidencia-para-transformacion-sostenible-los-sistemas-alimentarios> (BLOG IICA).
- **Arístide, P; Cittadini, E; Blumetto, O; Giobellina, B; Ledesma, S; Ovalle, C; Marchao, R; Caballero, PJ; Osman, A; Titonell, P.** 2020. Variables claves para la evaluación de la sustentabilidad de los sistemas agropecuarios: hacia un sistema de indicadores de Intensificación Sostenible en el Cono Sur. Uruguay, PROCISUR/IICA. Consultado em 3 de fevereiro de 2020. Disponível em [https://www.procisur.org.uy/adjuntos/procisur\\_librovariables\\_a8e.pdf](https://www.procisur.org.uy/adjuntos/procisur_librovariables_a8e.pdf).

- **Bello, A; Blowers, T; Schneegans, S; Straza, T.** 2021. To be smart, the digital revolution will need to be inclusive: excerpt from the UNESCO science report. Paris, UNESCO. 29 p. Consultado em 10 de fevereiro de 2021. Disponível em <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000375429>.
- **Bongiovanni, R; Montovani, EC; Best, S; Roel, A.** 2006. Agricultura de precisión: integrando conocimientos para una agricultura moderna y sustentable Montevideu, PROCISUR/IICA. 244 p. Consultado em 12 de fevereiro de 2021. Disponível em <http://www.procisur.org.uy/adjuntos/135050.pdf>.
- **CEPAL (Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe, Chile); FAO (Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura, Itália); IICA (Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura, Costa Rica).** 2013. Perspectivas da agricultura e do desenvolvimento nas Américas: Um olhar para a América Latina e o Caribe: 2014. Costa Rica, IICA. 230 p.
- **Cornell University (EUA); INSEAD (Instituto Europeu de Administração de Negócios, França); WIPO (Organização Mundial de Propriedade Intelectual, Suíça).** 2020. The Global Innovation Index 2020: Who Will Finance Innovation? Ithaca, Fontainebleau e Genebra. Consultado em 30 de janeiro de 2021. Disponível em [https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo\\_pub\\_gii\\_2020.pdf](https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_gii_2020.pdf).
- **Descalzo, AM; Rossetti, L; Páez, R; Grigioni, G; García, PT; Costabel, L; Negri, L; Antonacci, L; Salado, E; Bretschneider, G; Gagliostro, G; Comerón, E; Taverna, MA.** 2012. Chapter 15. Differential Characteristics of Milk Produced in Grazing Systems and Their Impact on Dairy Products. Milk Production - Advanced Genetic Traits, Cellular Mechanism, Animal Management and Health. 340-368 p. 10.5772/2475. Consultado em 9 de fevereiro de 2021. Disponível em [https://www.researchgate.net/publication/268872352\\_DESCALZO\\_A\\_ROSSETTI\\_L\\_PAEZ\\_R\\_GRIGIONI\\_G\\_GARCIA\\_PT\\_COSTABEL\\_L\\_NEGRI\\_L\\_ANTIACCI\\_L\\_SALADO\\_EE\\_COMERON\\_E\\_TAVERNA\\_M\\_Chapter\\_15\\_Differential\\_Characteristics\\_of\\_Milk\\_Produced\\_in\\_Grazing\\_Systems\\_and\\_Their\\_I](https://www.researchgate.net/publication/268872352_DESCALZO_A_ROSSETTI_L_PAEZ_R_GRIGIONI_G_GARCIA_PT_COSTABEL_L_NEGRI_L_ANTIACCI_L_SALADO_EE_COMERON_E_TAVERNA_M_Chapter_15_Differential_Characteristics_of_Milk_Produced_in_Grazing_Systems_and_Their_I)m.
- **Dini, Y; Gere, J; Cajarville, C; Ciganda, V.** 2017. Using highly nutritious pastures to mitigate enteric methane emissions from cattle grazing systems in South America. Animal Production Science. Disponível em <https://doi.org/10.1071/AN16803>. 10.1071/AN16803.
- **FAO (Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura, Itália).** 2020a. FAOSTAT. Datos sobre alimentación y agricultura. Consultado em 18 de janeiro de 2021. Disponível em <http://www.fao.org/faostat/es/#home>.
- **FAO (Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura, Itália).** 2020b. The State of Food and Agriculture 2020. Overcoming water challenges in agriculture. <https://doi.org/10.4060/cb1447en>. Consultado em 12 de fevereiro de 2021. Disponível em <http://www.fao.org/documents/card/en/c/cb1447en>.
- **FAO (Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura, Itália); CEPAL (Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe, Chile).** 2020. Sistemas alimentarios y Covid-19 en América Latina y el Caribe: impactos y oportunidades para la producción de alimentos frescos. Boletim N° 11. 29/07/2020. 24 p. Consultado em 12 de fevereiro de 2021. Disponível em [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/45897/1/cb0501\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/45897/1/cb0501_es.pdf).

- **FAO (Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura, Itália); FIDA (Fundo Internacional de Desenvolvimento Agrícola).** 2019. Poner el foco en los agricultores familiares para cumplir con los ODS. Decenio de las Naciones Unidas de la Agricultura Familiar. 2019 – 2028. Consultado em 20 de janeiro de 2021. Disponível em <http://www.fao.org/3/ca4532es/ca4532es.pdf>.
- **FAO (Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura, Itália); IFAD (Fundo Internacional de Desenvolvimento Agrícola, Itália); UNICEF (Fundo das Nações Unidas para a Infância, EUA); WFP (Programa Mundial de Alimentos, Itália); WHO (Organização Mundial da Saúde, Suíça).** 2020. The State of Food Security and Nutrition in the World 2020. Transforming food systems for affordable healthy diets. <https://doi.org/10.4060/ca9692en>. Consultado em 18 de janeiro de 2021. Disponível em <http://www.fao.org/3/ca9692en/CA9692EN.pdf>.
- **FAO (Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura, Itália); ITPS (Painel Intergovernamental Técnico sobre Solos, Itália).** 2015. Status of the World's Soil Resources (SWSR) – Main Report. Consultado em 12 de fevereiro de 2021. Disponível em <http://www.fao.org/3/i5199e/I5199E.pdf>.
- **Feingold, S; Eyherabide, G; Nepomuceno, A; Molinari, H; Hinrichsen, P; Barba, P; Cardozo, L; Dujack, C; Bonnacarrere, V; Ceretta, S.** 2017. Edición Génica: una oportunidad para la región. PROCISUR. 6 p. Consultado em 2 de fevereiro de 2021. Disponível em [http://www.procisur.org.uy/adjuntos/e98fe6434edb\\_-Genica-PROCISUR.pdf](http://www.procisur.org.uy/adjuntos/e98fe6434edb_-Genica-PROCISUR.pdf).
- **FONTAGRO (Fundo Regional de Tecnologia Agropecuária, Estados Unidos).** 2019. Gobernanza del sistema de conocimiento e innovación en agricultura de los países de Iberoamérica. Presente y futuro. BID. Nueva York. 74 p. Consultado em 15 de fevereiro de 2021. Disponível em <https://www.fontagro.org/es/publicaciones/publicaciones-fontagro/gobernanza-del-sistema-de-conocimiento-e-innovacion-en-agricultura-de-los-paises-de-iberoamerica-presente-y-futuro/>.
- **Fuglie, K.** 2016. The growing role of the private sector in agricultural research and development world-wide. *Global Food Security*, (10):29-38. Consultado em 18 de janeiro de 2021. Disponível em [https://www.researchgate.net/publication/306417909\\_The\\_growing\\_role\\_of\\_the\\_private\\_sector\\_in\\_agricultural\\_research\\_and\\_development\\_world-wide](https://www.researchgate.net/publication/306417909_The_growing_role_of_the_private_sector_in_agricultural_research_and_development_world-wide).
- **Glopan (Painel Global sobre Sistemas Agrícolas e Alimentares para a Nutrição, Inglaterra).** 2020. Foresight 2.0. Future Food Systems: for people, our planet and prosperity. 204 p. Consultado em 10 de dezembro de 2020. Disponível em <https://foresight.glopan.org>.
- **Herrero, M; Hugas, M; Lele, U; Wira, A; Torero, M.** 2020. Shift to Healthy and Sustainable Consumption Patterns – a paper on Action Track 2. Documento de discussão. 15 p.
- **IICA (Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura, Costa Rica).** 2020a. Dairy's Role in a Responsible and Sustainable Food System. São José. Costa Rica. 36 p.

- **IICA (Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura, Costa Rica).** 2020b. La importancia de la producción pecuaria y la proteína animal: una perspectiva del hemisferio occidental. Consultado em 22 de fevereiro de 2021. Disponível em <https://iica.int/es/prensa/eventos/la-importancia-de-la-produccion-pecuaria-y-la-proteina-animal-una-perspectiva-del-#!#presentations>.
- **Lal, R.** 2019. Managing soils for resolving the conflict between agriculture and Nature: The hard talk. *Eur.J.Soil Sci.* DOI:10.1111/ejss.12857
- **Le Vallée, JC; Burt, M; Bond, S.** 2018. Possible Food Futures: Growth Pathways to 2030 for Canada's Agri-Food Industry. Apresentado a: Innovation, Science, and Economic Development Canada. Final Report. The Conference Board of Canada. Custom Report. 27 p.
- **Mateo, N.** 2019. El sector filantrópico: ¿Nueva frontera para financiar investigación e innovación agrícola, forestal y ambiental? *Revista de ciencias ambientales*, 53(1):171-181. Disponível em <https://doi.org/10.15359/rca.53-1.10>.
- **Melero, S; Martínez-García, N; Centeno, ML.** 2019. Edición genética por CRISPR-Cas y sus aplicaciones en la mejora de los cultivos. *AmbioCiencias*, (17):14-31.
- **Nin-Prat, A; Falconi, C; Ludena, CE; Martel, P.** 2015. Productivity and the performance of agriculture in Latin American and the Caribbean: from the lost decade to the commodity boom. Documento de trabalho do Banco Interamericano de Desenvolvimento, IDB-WP (608), Washington D.C. Consultado em 22 de fevereiro de 2021. Disponível em <https://publications.iadb.org/publications/english/document/Productivity-and-the-Performance-of-Agriculture-in-Latin-America-and-the-Caribbean-From-the-Lost-Decade-to-the-Commodity-Boom.pdf>.
- **OCDE (Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico, França); FAO (Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura, Itália).** 2020. Perspectivas agrícolas 2020 2029, OECD Publishing, Paris. Disponível em <https://doi.org/10.1787/a0848ac0-es>.
- **Oyhantçabal, W; Vitale, E; Lagarmilla, P.** 2010. El Cambio Climático y su relación con las enfermedades animales y la producción animal. Conferência OIE 2010, 169-177 p. Consultado em 22 de fevereiro de 2021. Disponível em <https://www.oie.int/doc/ged/D11835.PDF>.
- **Pray, C; Fuglie, K.** 2015. Agricultural research by the private sector. *Annu. Rev. Resour. Econ.* (7):399-424.
- **PROCISUR (Programa Cooperativo de Desenvolvimento Tecnológico Agropecuário do Cone Sul, Uruguai).** 2016. Línea estratégica intensificación sostenible: conceptualización regional. Consultado em 27 de janeiro de 2021. Disponível em [http://www.procisur.org.uy/adjuntos/procisur\\_intensificacion-sostenible-documento-base\\_5c0.pdf](http://www.procisur.org.uy/adjuntos/procisur_intensificacion-sostenible-documento-base_5c0.pdf).
- **PROCISUR (Programa Cooperativo de Desenvolvimento Tecnológico Agropecuário do Cone Sul, Uruguai).** 2019. Plan de mediano plazo 2019 – 2022. Montevideu, Uruguai. Consultado em 20 de janeiro de 2021. Disponível em [https://www.procisur.org.uy/adjuntos/procisur\\_procisur-pmp2022-we-b01a\\_89d.pdf](https://www.procisur.org.uy/adjuntos/procisur_procisur-pmp2022-we-b01a_89d.pdf).

- **Rodríguez, AG; Rodríguez, M; Sotomayor, O.** 2019. Hacia una bioeconomía sostenible en América Latina y el Caribe: elementos para una visión regional”, serie Recursos Naturales y Desarrollo, (191), (LC/TS.2019/25), Santiago, CEPAL.
- **Rodríguez Sáenz, D; Riveros, H.** 2016. Esquemas de comercialización que facilitan la vinculación de productores agrícolas con los mercados. São José, CR: IICA, 74 p. Consultado em 2 de fevereiro de 2021. Disponível em <https://www.researchgate.net/publication/312607009>.
- **Shi, J; Gao, HH; Lafitte, HR; Archibald, RL; Yang, M; Hakimi, SM; Mo, H; Habben, JE.** 2017. ARGOS8 variants generated by CRISPR-Cas9 improve maize grain yield under field drought stress conditions, *Plant biotechnology journal* 15(2):207-216.
- **Sain, G; Ardila, J.** 2009. Temas y oportunidades para la investigación agropecuaria en América Latina y el Caribe. PROCISUR. Consultado em 28 de janeiro de 2021. Disponível em [https://www.procisur.org.uy/adjuntos/procisur\\_foro\\_ac1.pdf](https://www.procisur.org.uy/adjuntos/procisur_foro_ac1.pdf).
- **Salles, S; Bin, A; Gianoni, C; Méndez, PJ; Rio, C.** 2009. GCARD Revisión Regional para América Latina y el Caribe. FORAGRO/GFAR/IICA/PROCISUR. 53 p.
- **Shi, J; Gao, H; Lafitte, HR; Archibald, RL; Yang, M; Hakimi, SM; Mo, H; Habben, JE.** 2017. ARGOS8 variants generated by CRISPR-Cas9 improve maize grain yield under field drought stress conditions. *Plant Biotechnology Journal* 15(2): 207-216.
- **Stads, GJ; Beintema, N.** 2009. Investigación agrícola pública en América Latina y el Caribe: Tendencias de capacidad e inversión. Informe de síntesis ASTI. ASTI, IFPRI & BID. 38 p. Consultado em 1º de março de 2021. Disponível em <https://ebrary.ifpri.org/digital/collection/p15738coll2/id/128257/>.
- **Sun, Y; Jiao, G; Liu, Z; Zhang, X; Li, J; Guo, X; Du, W; Du, J; Francis, F; Zhao, Y; Xia, L.** 2017. Generation of High-Amylose Rice through CRISPR/Cas9-Mediated Targeted Mutagenesis of Starch Branching Enzymes, *Frontiers in Plant Science* (8):298.
- **Trigo, E; Elverdin, P.** 2019. Los sistemas de investigación y transferencia de tecnología agropecuaria de América Latina y el Caribe en el marco de los nuevos escenarios de ciencia y tecnología. 2030 - Alimentación, agricultura y desarrollo rural en América Latina y el Caribe, (19). Santiago de Chile. FAO. 18 p.
- **Von Braun, J; Afsana, K; Fresco, K; Hassan, M; Torero, M.** 2020. Food System – Definition, Concept and Application for the UN Food System Summit. A paper from the Scientific Group of the UN Food System Summit. Versão preliminar (para discussão). 24 p.
- **Zsögön, A; Čermák, T; Naves, ER; Notini, MM; Edel, KH; Weinl, S; Freschi, L; Voytas, DF; Kudla, J; Peres, LEP.** 2018. De novo domestication of wild tomato using genome editing, *Nature Biotechnology*, 36(12):1211-1216.