



3

**Produtividade
no setor
agropecuário**



Mensagens-chave

Nas últimas seis décadas, a produção agropecuária na América Latina e no Caribe (ALC) cresceu a uma taxa anualizada de 2,8% e sua participação na produção mundial passou de 9,4% em 1961 para 12,3% em 2022.

A acumulação e o uso de insumos explicam 53% do aumento na produção agropecuária no período 1961-2022, enquanto a produtividade total dos fatores (PTF) contribuiu com os 43% restantes.

O crescimento da PTF em nível sub-regional evoluiu de forma heterogênea na ALC. No Brasil, quase triplicou desde 1961; na Mesoamérica, multiplicou por 2,2; enquanto no Grupo Andino e no Cone Sul cresceu 91% e 72%, respectivamente. Nos países do Caribe, permaneceu estagnada no período analisado.

As lacunas na produtividade do trabalho em relação aos países de maior renda e, inclusive, dentro da ALC, são explicadas pela menor dotação de terra por trabalhador, pelos baixos níveis de capital agropecuário e pelo atraso na PTF na região.

O mau funcionamento do mercado de terras, caracterizado pela alta informalidade, favorece uma má alocação de recursos entre as unidades de produção e uma distribuição destas tendendo a unidades de menor tamanho, dificultando o aproveitamento das economias de escala na produção, limitando o acesso ao crédito e desestimulando o uso de máquinas.

A irrigação é fundamental para aumentar o rendimento das unidades de produção agropecuária e vai se tornar mais relevante com as mudanças climáticas. A região avançou no acesso à irrigação e na adoção de sistemas mais tecnificados (por aspersão e gotejamento), embora ainda haja espaço para melhorias.



A digitalização é uma aliada para melhorar as práticas produtivas do setor a partir de uma maior geração e processamento de dados que apoiam a tomada de decisões e a automação de processos, o que, por sua vez, ajuda a reduzir custos e tornar mais eficiente o uso de insumos.



As mudanças climáticas ameaçam reduzir a produtividade agropecuária na região. No entanto, a realocação espacial da produção e a recomposição das culturas podem ser ferramentas para mitigar ou mesmo reverter completamente os potenciais efeitos negativos desse fenômeno.



No âmbito das políticas para promover a produtividade agropecuária, destacam-se aquelas destinadas a otimizar o funcionamento do mercado de terras, formalizando a propriedade; ampliar o acesso a instrumentos financeiros, em particular, um maior desenvolvimento do mercado de seguros para o setor; melhorar sua infraestrutura (viária, elétrica, de irrigação e digital); promover a inovação e a mecanização; e reduzir as barreiras comerciais.

Produtividade no setor agropecuário¹

Introdução

O setor agropecuário é de grande importância para a região por sua contribuição à produção, sua conexão com outros setores a partir das relações insumo-produto e seu papel na geração de divisas, conforme exposto no capítulo 2 deste relatório. Esse capítulo também mostra a evolução de três dos principais determinantes da produção: terra, trabalho e capital. Este terceiro capítulo concentra-se na análise da evolução da produtividade no setor agropecuário, seus principais determinantes e as políticas que podem contribuir para seu aumento. Além disso, busca compreender como dois grandes fenômenos globais podem afetar significativamente a produtividade agropecuária na região: a quarta revolução industrial e as mudanças climáticas.

A digitalização e a inteligência artificial (IA) podem ser grandes aliadas para aumentar a produção e a produtividade, pois permitem automatizar e melhorar os processos a partir do uso e tratamento de grandes quantidades de dados gerados por dispositivos digitais, como drones, sensores de solo ou imagens de satélite.

As mudanças climáticas afetam as temperaturas médias e os padrões de chuva e seca, impactando a produtividade agropecuária. No entanto, esses efeitos são heterogêneos, sendo negativos em algumas regiões, mas benéficos em outras. Dada essa heterogeneidade, a capacidade de realocar a produção agropecuária de territórios que perderão produtividade para outros que a ganharão, bem como ajustar a combinação de produtos cultivados, será fundamental para reduzir as perdas ou maximizar os ganhos potenciais.

A última seção do capítulo aborda a análise do conjunto de políticas necessárias para promover a produtividade agropecuária. Entre elas, destacam-se aquelas voltadas para melhorar o regime de propriedade da terra, o acesso a mercados financeiros e infraestrutura, e a inovação e digitalização no setor agropecuário.

¹ Este capítulo foi elaborado por Lian Allub e Manuel Toledo com a assistência de pesquisa de María Pía Brugiafreddo.

Evolução da produção agropecuária e da produtividade

A produção agropecuária na América Latina e no Caribe (ALC) cresceu significativamente nas últimas seis décadas, multiplicando-se por um fator superior a cinco nesse período, o que equivale a uma taxa de crescimento anualizada de 2,8%. Em contrapartida, a produção agropecuária mundial quadruplicou no mesmo período. Isso significa que a participação da região na produção mundial passou de 9,4% em 1961 para 12,3% em 2022².

Esse crescimento não foi homogêneo em toda a região. No Brasil, a produção multiplicou por 8, enquanto na Mesoamérica e no Grupo Andino³ multiplicou por 5,5 e 5,8, respectivamente. No Cone Sul, o aumento foi de 3,7 vezes e no Caribe, de 1,9 vezes.

Considerando os países, além do Brasil, destacam-se, em ordem decrescente, Guatemala, Bolívia, Belize e Costa Rica, onde a produção agropecuária multiplicou por 8,8 no primeiro caso e por 7,1 no último.



A produção agropecuária regional multiplicou por cinco em seis décadas, superando o crescimento mundial, embora com diferenças notáveis de desempenho entre países e sub-regiões

Determinantes do crescimento da produção agropecuária

Uma questão que surge é o que motivou esse crescimento. Para respondê-la, realiza-se um exercício de contabilidade do crescimento que permite separar a contribuição dos insumos (capital, trabalho, terra e insumos intermediários) e da produtividade total dos fatores (PTF), que mede a eficiência com que os insumos são combinados para produzir bens agropecuários⁴. Essa distinção é fundamental, pois permite diagnosticar a natureza do crescimento: se ele responde a uma maior acumulação e uso de insumos ou a uma utilização mais eficiente deles. O gráfico 3.1 mostra os resultados para a região de forma agregada e por sub-regiões. O exercício revela que o crescimento dos insumos, que incluem terra, emprego, estoque de capital físico e insumos intermediários⁵ utilizados, contribuiu globalmente com 57% para o crescimento

da produção no período 1961-2022, enquanto a PTF contribuiu com os 43% restantes.

O crescimento da PTF e, em menor medida, o aumento da intensidade no uso de insumos intermediários e a acumulação de capital foram os principais motores do aumento substancial da produção agropecuária na região desde os anos 1960.

Em nível sub-regional, observam-se diferenças notáveis. No Caribe, a contribuição da PTF foi marginal. O crescimento da produção foi explicado quase inteiramente pelos insumos, especialmente o capital, que contribuiu com 53% desse aumento, enquanto o uso de insumos intermediários representou 23% e a expansão de terras 17%.

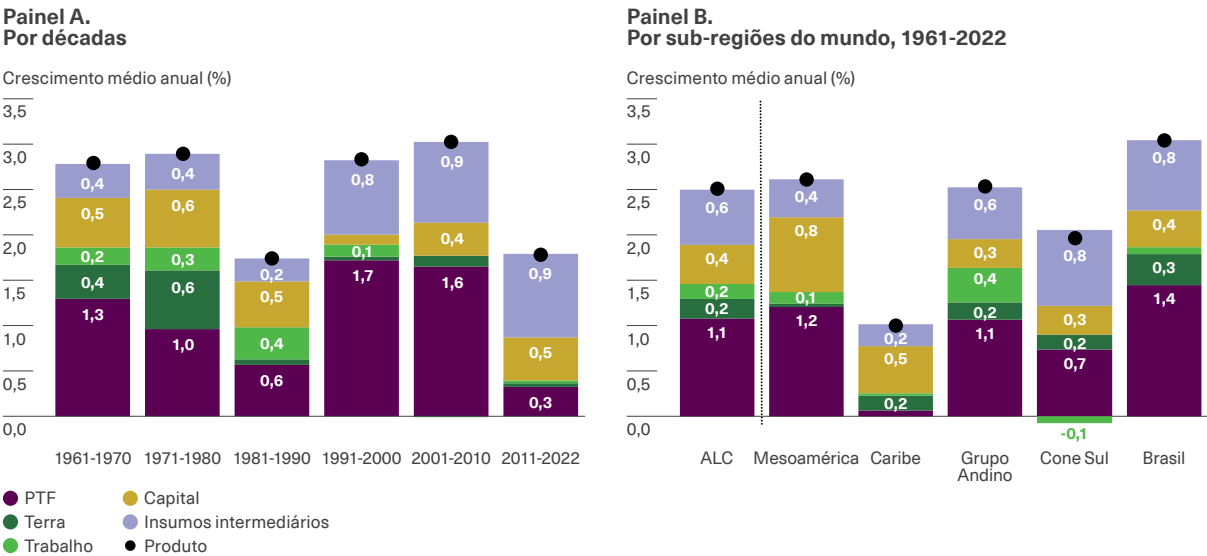
2 Esses números foram obtidos a partir de dados do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA, na sigla em inglês), que incluem o valor total da produção agrícola, pecuária e aquícola utilizando preços agrícolas mundiais constantes de 2015, em milhares de dólares em paridade de poder de compra (PPC).

3 Esta denominação inclui Bolívia, Colômbia, Equador, Peru e Venezuela. Não inclui os dois países andinos que fazem parte do Cone Sul (Argentina e Chile).

4 Este indicador de eficiência produtiva captura elementos intangíveis, como tecnologia, práticas de gestão e alocação de terras, tanto entre unidades de produção quanto entre diferentes atividades agropecuárias e culturas. A PTF pode crescer devido ao progresso tecnológico, à melhoria das práticas de gestão ou à melhor alocação de insumos.

5 Estes são insumos utilizados na produção, como fertilizantes e ração animal.

Gráfico 3.1
Contabilidade do crescimento do produto agropecuário na América Latina e no Caribe, 1961-2022



Fonte: Elaboração própria com base em dados do USDA (2025).

Nos países do Cone Sul, embora a PTF tenha contribuído significativamente com 38%, os insumos intermediários foram o principal motor do aumento da produção, com uma participação de 42%. Em contraste, na Mesoamérica, a acumulação de capital representou quase um terço do crescimento, duplicando a contribuição dos insumos intermediários, enquanto a PTF desempenhou um papel fundamental, ao responder por 46%. Por fim, no Grupo Andino, destacou-se o papel do trabalho, que representou 15%, superando o capital, que contribuiu com 12%.

Dada a contribuição da PTF para o crescimento da produção agropecuária na região, é importante analisar sua evolução mais detalhadamente. Entre 1961 e 2022, a PTF agropecuária aumentou 122%, um valor superior ao observado em importantes produtores do setor, como Austrália, Canadá e Estados Unidos, onde duplicou. Comparando com outras regiões do mundo, esse crescimento foi superior ao registrado na Oceania, Europa e África, onde se situou em 69%, 62% e 31%, respectivamente, mas

ficou abaixo do aumento de 155% experimentado na Ásia, impulsionado principalmente pela China, cuja produtividade se multiplicou por 3,3 (gráfico 3.2).

● ●
O crescimento da produção agropecuária experimentado desde 1961 deve-se principalmente à acumulação e uso de insumos, embora a produtividade total dos fatores tenha contribuído com 43%

O crescimento da PTF agropecuária na região é explicado principalmente pelas mudanças tecnológicas. Esse progresso resulta, sobretudo, da transferência de tecnologia de países desenvolvidos, incluindo a adoção de culturas geneticamente modificadas e sistemas de plantio direto ou de plantio mínimo, bem como o investimento em pesquisa e

desenvolvimento (P&D)⁶. No entanto, de 1990 a 2010, quando o crescimento da PTF acelerou (1,8% ao ano frente a 1,1% no período 1961-1990), esse indicador foi impulsionado principalmente por melhorias na eficiência (Ludeña, 2010).

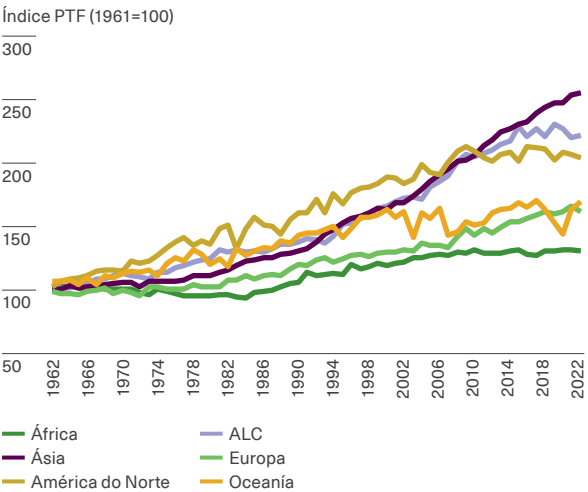
A partir de 2010, quando a evolução da PTF estagnou em 0,3% ao ano e contribuiu com apenas 18% do crescimento da produção agropecuária (o valor mais baixo nas últimas seis décadas), o progresso tecnológico e os ganhos de eficiência desaceleraram devido a uma combinação de fatores. Dentre eles estão a adoção limitada da agricultura de precisão, os efeitos das mudanças climáticas e a expansão da fronteira agrícola em terras menos adequadas. Isso levou a uma intensificação no uso de materiais agrícolas,

como fertilizantes e agroquímicos, para manter o crescimento da produção, o que representa desafios de sustentabilidade ambiental a longo prazo, como a degradação do solo e a perda de biodiversidade (Salazar et al., 2024).

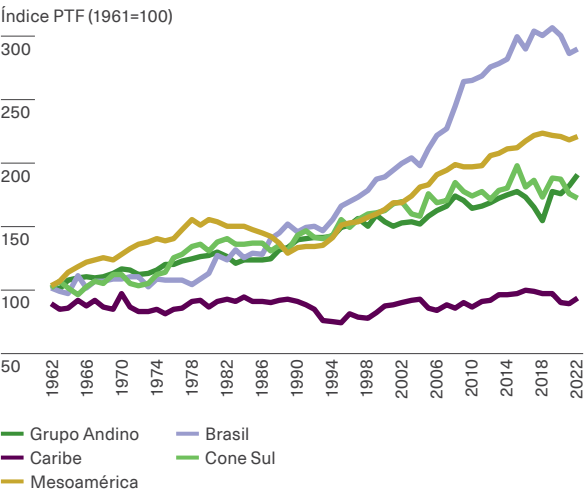
A análise do crescimento da PTF em nível sub-regional revela que sua evolução não foi uniforme na região. No Brasil, ela quase triplicou desde 1961, aumentando por um fator de 2,9, o que explica em grande parte a evolução da produtividade da região como um todo. Por sua vez, na Mesoamérica, a PTF multiplicou por 2,2, enquanto no Grupo Andino e no Cone Sul cresceu 91% e 72%, respectivamente. Em contraste, a evolução da PTF nos países do Caribe permaneceu estagnada no período analisado.

Gráfico 3.2
Evolução da produtividade total dos fatores, 1961-2022

Painel A.
A América Latina e o Caribe frente a outras regiões do mundo



Painel B.
Sub-regiões da América Latina e do Caribe



Fonte: Elaboração própria com base em dados do USDA (2025).

6 Um exemplo de investimento em P&D como fator determinante do crescimento da produtividade é o caso do Brasil com a Embrapa, empresa pública de pesquisa científica criada em 1973 para desenvolver ciência e tecnologia relevantes localmente. Akerman et al. (2025) mostram o impacto significativo na produtividade agrícola em municípios com maior exposição à Embrapa. Além disso, esses autores estimam que o investimento público em P&D aumentou a produtividade agrícola nacional em 110% (vide quadro 3.7 para mais detalhes).

Essa grande heterogeneidade observada entre países e sub-regiões da ALC nas taxas de crescimento da PTF agropecuária deve-se à abundância de terras agrícolas per capita. Essa relação positiva entre o crescimento da PTF e a abundância de terras agrícolas é verificada no gráfico 3.3. Nos países onde a terra é abundante⁷, a PTF experimentou um crescimento médio de 1,1% ao ano entre 1961 e 2022, enquanto nos países com restrições de terra cresceu 0,6%. Isso sugere que uma ampla disponibilidade de terras e a

maior escala de produção associada permitem obter maiores ganhos de produtividade agropecuária na região⁸. Esse fenômeno tem implicações importantes para a segurança alimentar e a redução da pobreza, uma vez que o menor crescimento da produtividade nos países com escassez de terras, que em sua maioria já são importadores líquidos de alimentos, pode agravar seus problemas de insegurança alimentar e limitar a redução da pobreza rural (Ludeña, 2010).

Gráfico 3.3
Crescimento da produtividade total dos fatores em relação à abundância de terras



Fonte: Elaboração própria com base em dados da FAO (2025I) e USDA (2025).

7 São definidos como países com abundância de terras aqueles com mais de 1,4 hectares (ha) de terras agrícolas per capita em 1961, a mediana da região. Nesse grupo estão Argentina, Bolívia, Brasil, Chile, Colômbia, Guiana, México, Nicarágua, Peru, Uruguai e Venezuela. Resultados semelhantes são obtidos quando se utiliza como critério a mediana da superfície agrícola por trabalhador (neste caso em 1991, devido à falta de dados disponíveis sobre trabalhadores no setor agropecuário em 1961).

8 No entanto, esse fato não é observado no resto do mundo, especialmente na Ásia, onde a PTF cresceu a uma taxa menor nos países com abundância de terras.

Além dessas diferenças entre os países, é importante destacar o notável contraste entre o crescimento da PTF do setor agropecuário e o da PTF da economia como um todo na ALC. Embora a PTF agregada da região tenha crescido quase em paralelo com a dos países desenvolvidos até o final da década de 1970, ela sofreu uma queda acentuada na década de 1980, o que levou à sua estagnação a partir da década de 1990. Como resultado, a PTF agregada da ALC caiu cerca de 10% entre 1961 e 2023, o que levou a uma

contribuição negativa da PTF para o crescimento econômico regional durante esse período (Álvarez et al., 2018).

Apesar do crescimento significativo da PTF agropecuária nas últimas décadas, esse indicador não fornece informações sobre o nível de produtividade da ALC em comparação com outros países ou regiões. As seções a seguir se concentram em realizar essa análise comparativa.

Produtividade do trabalho

Antes de analisar os níveis de PTF da região, vale a pena focar na produtividade do trabalho agropecuário. A métrica mais comum de produtividade do trabalho é o valor agregado agropecuário por trabalhador, que captura o valor total da produção após a dedução do valor dos insumos intermediários. Essa métrica revela uma grande lacuna em relação a países ou regiões mais desenvolvidas. O valor agregado por trabalhador na ALC é, em média, apenas 14% do nível observado nos Estados Unidos, 31% da média da Europa e 22% da média dos países da OCDE⁹. Se a métrica utilizada for o produto bruto por trabalhador, que não deduz os insumos intermediários, a lacuna é ainda mais acentuada: a ALC atinge, em média, apenas 9%, 27% e 18% da produtividade dos Estados Unidos, da Europa e da OCDE, respectivamente, o que se explica pela maior participação dos insumos intermediários na produção nos países mais desenvolvidos e, em particular, nos Estados Unidos.

O gráfico 3.4 mostra as diferenças de produtividade do trabalho em relação às outras regiões e a heterogeneidade em nível regional. Observa-se que a ALC tem níveis de produtividade semelhantes aos da Ásia e três vezes maiores que os da África (painel A). Dentro da região, as diferenças são substanciais (painel B). Por exemplo, a razão entre os percentis 75 e 25 é de 3,7 (US\$ 12.300 nas Bahamas frente a US\$ 3.300 no Peru). No entanto, a dispersão intrarregional é

menor do que a observada na África, Ásia e Oceania e semelhante à da Europa.



A produtividade do trabalho na região é baixa devido a fatores estruturais, como a terra limitada disponível por trabalhador

Por trás dessas lacunas reside uma profunda heterogeneidade na região, caracterizada pela coexistência de sistemas de produção de alta eficiência com amplos segmentos de agricultura de subsistência ou de baixa capitalização. Em termos agregados, a produtividade do trabalho está intrinsecamente ligada a fatores estruturais que determinam a dotação e a alocação dos fatores de produção. Nesse sentido, o setor agropecuário na ALC ainda concentra uma proporção relativamente alta do emprego total, as unidades de produção tendem a ser de menor escala (em área) e, de maneira crítica, a quantidade de terra disponível por trabalhador é limitada.

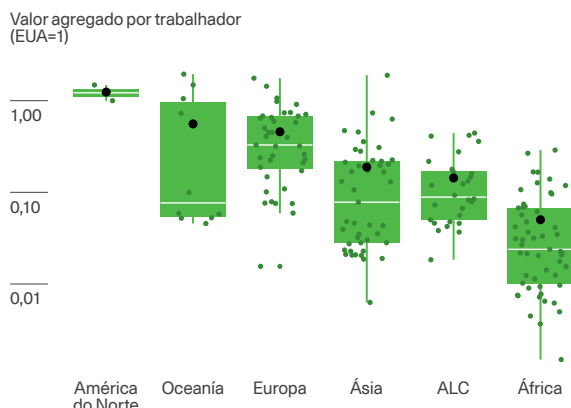
⁹ Esses números, assim como os apresentados no restante desta subseção, baseiam-se em dados da FAO e são calculados como médias dos últimos 10 anos disponíveis (2014-2023). O valor agregado é expresso em dólares (US\$) constantes de 2015. Devido às limitações de dados, tanto o valor agregado quanto o emprego incluem agricultura, silvicultura e pesca (código A da CIIU). O produto bruto refere-se ao valor bruto da produção agropecuária expresso em dólares constantes de 2014-2016 em paridade de poder de compra (PPC).

Gráfico 3.4

Produtividade do trabalho no setor agropecuário, média 2014-2023

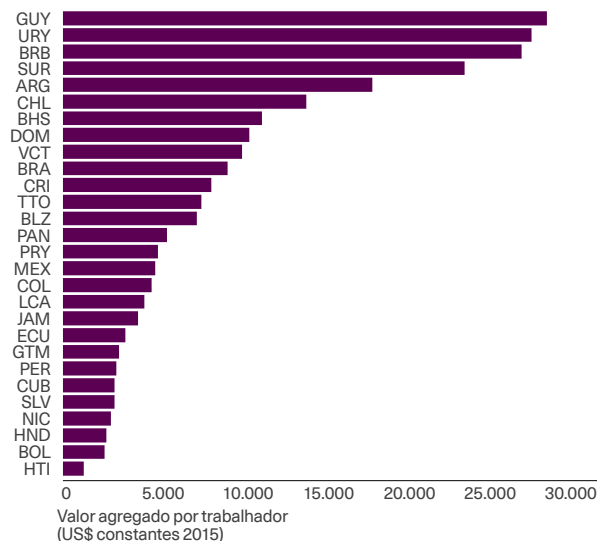
Painel A.

A América Latina e o Caribe frente a outras regiões do mundo



Painel B.

Países da América Latina e do Caribe



Nota: O painel A mede o valor agregado por trabalhador (em relação aos Estados Unidos) em escala logarítmica. O diagrama de caixa ou *boxplot* mostra, para cada região, a mediana (linha branca), o intervalo interquartil (IQR), as linhas definidas por $Q1 - 1,5 \times IQR$ e $Q3 + 1,5 \times IQR$ e os outliers. O ponto preto indica a média de cada região.

Fonte: Elaboração própria com base em dados da FAO (2025f, 2025g).

Produtividade total dos fatores

Para compreender mais profundamente as causas das diferenças de produtividade com países ou regiões de renda mais alta, bem como entre os países da ALC, é necessário ir além da produtividade do trabalho e decompor essa variável em suas fontes fundamentais. A lacuna no valor agregado por trabalhador pode ser atribuída a dois componentes principais: diferenças na dotação dos fatores de produção (capital físico por trabalhador e terra por trabalhador) e diferenças na PTF.

Por um lado, a dotação de terras por trabalhador na região é muito baixa. Um trabalhador agropecuário

médio na ALC tem à sua disposição cerca de 14 hectares (ha), o que representa apenas 9% da observada nos Estados Unidos e cerca de 20% da estimada na OCDE. Esses números, no entanto, ocultam grandes heterogeneidades intrarregionais. Por exemplo, no Cone Sul e no Brasil, a dotação de terra por trabalhador chega a 52 ha em média, enquanto no Grupo Andino cai para cerca de 11 ha, na Mesoamérica para 6 ha e no Caribe para apenas 5 ha. Em nível nacional, o Uruguai lidera a região, com 105 ha por trabalhador, seguido pela Argentina, com 73 ha. No outro extremo, destacam-se, além dos países do Caribe, o Equador, El Salvador e a Guatemala, com menos de 3 ha por trabalhador¹⁰.

¹⁰ A essa heterogeneidade soma-se uma importante desigualdade entre homens e mulheres. A área média nas mãos das mulheres equivale a 42% da registrada em nome dos homens no Brasil, 80% no Chile, 40% na Costa Rica, 34% no Equador, 57% na Nicarágua e 67% no Peru (Nobre e Hora, 2017).

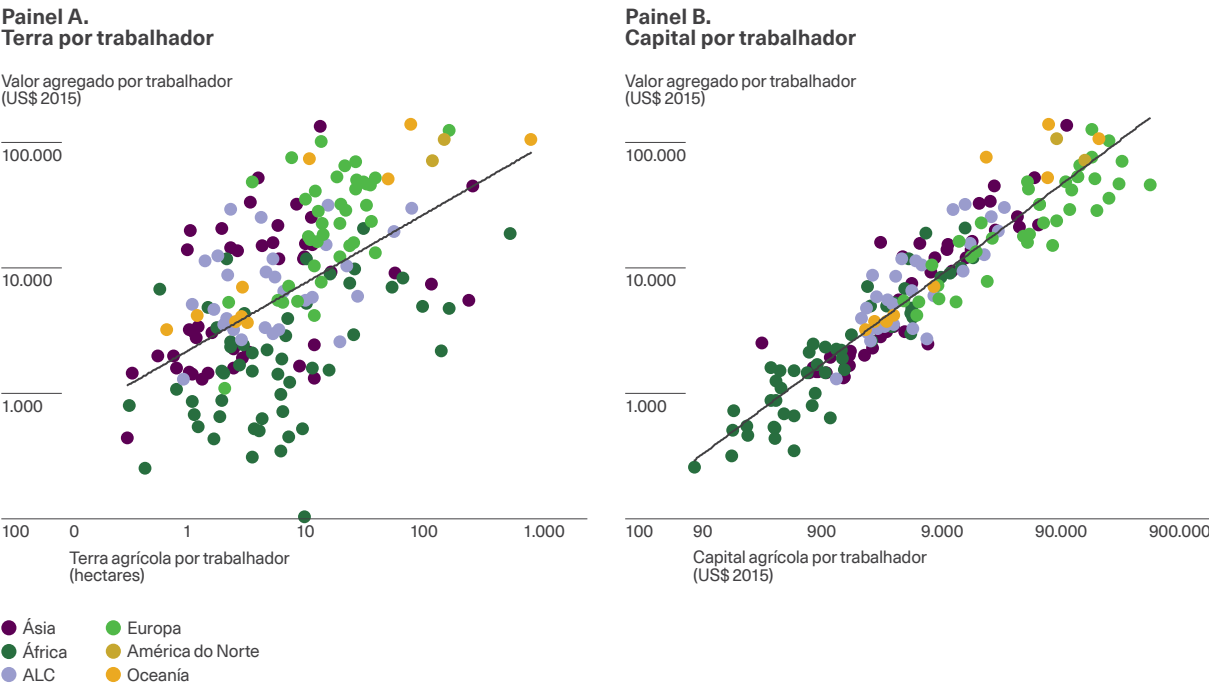


Trabalhador registrando informações agrícolas em um tablet durante a colheita de abacates na Colômbia.

Por outro lado, a ALC também apresenta baixos níveis de capital agropecuário (maquinário, infraestrutura de irrigação, etc.) por trabalhador. Em média, isso representa apenas cerca de 5% do observado nos Estados Unidos, quase 6% da média da OCDE e cerca de 8% da média europeia. Dentro da região também existem diferenças notáveis. Por um lado, o Uruguai e a Argentina têm níveis de capital por trabalhador equivalentes a 20% e 17% dos Estados Unidos, seguidos pelo Suriname, Bahamas e Chile, com 15%, 13% e 10%, respectivamente. No outro extremo, destaca-se o Haiti, cujo nível de capital por trabalhador não chega a 1% do dos Estados Unidos. Além disso, nove países estão entre 1% e 2%, entre eles Bolívia, Colômbia, Cuba, Equador, Jamaica, México, Nicarágua, Peru e Trindade e Tobago.

O gráfico 3.5 confirma a estreita correlação positiva entre essas dotações de fatores e a produtividade do trabalho. Países com maior disponibilidade de terra e capital por trabalhador, como o Uruguai e a Argentina, posicionam-se sistematicamente nos quadrantes superiores de produtividade, enquanto aqueles com maiores restrições em ambos os fatores, como o Haiti e várias nações do Caribe e da América Central, agrupam-se na parte inferior. Essas evidências ressaltam que uma parte fundamental da lacuna de produtividade agrícola da região é explicada pelas carências estruturais em seus fatores de produção.

Gráfico 3.5
Dotação fatorial e produtividade agrícola do trabalho, média 2014-2023

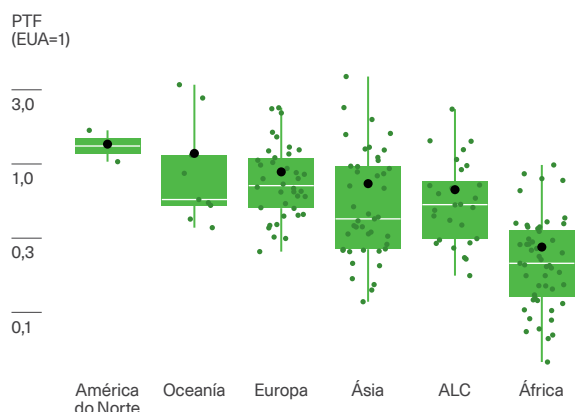


Nota: Em ambos os gráficos, os eixos são expressos em escala logarítmica.
Fonte: Elaboração própria com base em dados da FAO (2025f, 2025g, 2025i, 2025l).

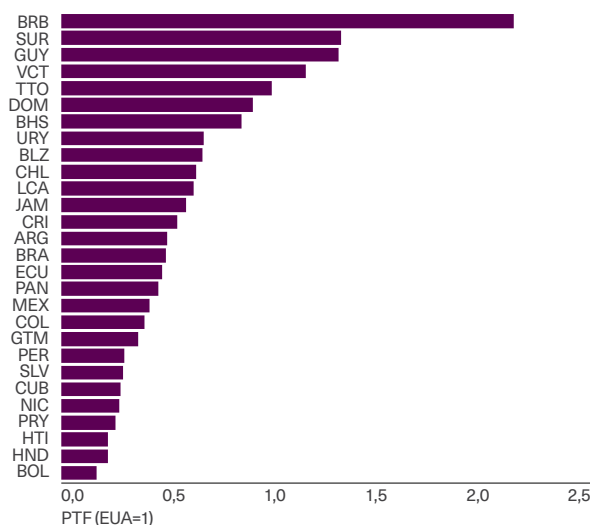
Gráfico 3.6

Produtividade total dos fatores no setor agropecuário, média 2014-2023

Painel A.
A América Latina e o Caribe frente a outras regiões do mundo



Painel B.
Países da América Latina e do Caribe



Nota: O painel A exibe a PTF (em relação aos Estados Unidos) em escala logarítmica. O diagrama de caixa ou *boxplot* mostra, para cada região, a mediana (linha branca), o intervalo interquartil (IQR), as linhas definidas por $Q1 - 1,5 \times IQR$ e $Q3 + 1,5 \times IQR$ e os outliers. O ponto preto indica a média de cada região.

Fonte: Elaboração própria com base em dados da FAO (2025f, 2025g, 2025i, 2025l).

A lacuna de produtividade do trabalho agropecuário também se explica de maneira relevante pelo atraso na PTF nos países da região (Adamopoulos e Restuccia, 2014). Os cálculos desse indicador, obtidos com dados da FAO sobre valor agregado, emprego, capital e terras agrícolas para o período 2014-2023 e com base em uma função de produção padrão, indicam que a PTF agropecuária da região está atrasada em relação aos países de alta renda (painel A do gráfico 3.6). Ela se situa, em média, em torno de 65% da observada nos Estados Unidos, 76% da média europeia e 62% da OCDE¹¹.

Esta análise revela disparidades significativas dentro da ALC. Por um lado, países como Barbados, Guiana, São Vicente e Granadinas, Suriname e Trindade e Tobago registram níveis semelhantes aos das

economias de alta renda. Por outro lado, Bolívia, Cuba, El Salvador, Haiti, Honduras, Nicarágua e Paraguai situam-se no primeiro quartil da distribuição, apresentando níveis de PTF de 30% ou menos em relação aos Estados Unidos, com um mínimo de 18% na Bolívia (painel B do gráfico 3.6).

Uma questão que surge é em que medida as diferenças na PTF, no capital e na terra por trabalhador explicam a lacuna de produtividade do trabalho observada anteriormente. Para responder a essa questão, realiza-se um exercício de contabilidade do desenvolvimento. No caso da ALC, esse exercício indica que, em média, 56% das diferenças de valor agregado por trabalhador em relação aos Estados Unidos se devem à baixa PTF. A lacuna de capital explica 21%, enquanto a baixa dotação de terra por trabalhador responde

11 Essas porcentagens são calculadas a partir da média da PTF de cada país no período 2014-2023. Com essas médias de 10 anos por país, são calculadas as médias regionais e da OCDE.

pelos 23% restantes. Isso implica que, se os países da região conseguissem fechar completamente a lacuna de PTF, a produtividade do trabalho seria 45% da dos Estados Unidos, em vez de 14%¹².

É importante destacar que a PTF não só tem um impacto direto na produção, como também um impacto indireto por meio de seu efeito sobre o capital e a terra por trabalhador. Uma PTF inferior está associada tanto a uma menor área de terra agrícola por trabalhador quanto a níveis mais baixos de capital por trabalhador. Isso se explica pela menor acumulação de capital e maior absorção de trabalhadores

na atividade agropecuária, relação que se reflete no gráfico 3.7. Ele mostra a relação positiva da PTF com o capital e a relação decrescente com o emprego agrícola como proporção da população.

● ●

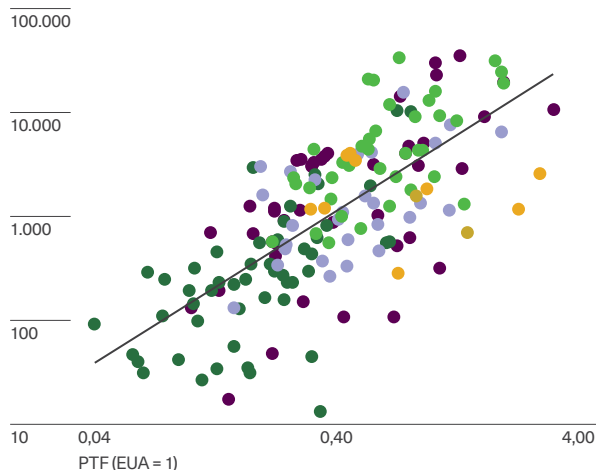
A lacuna de produtividade em relação aos países desenvolvidos deve-se tanto à menor quantidade de capital e terra por trabalhador quanto a uma defasagem na eficiência produtiva

Gráfico 3.7

Produtividade total dos fatores e dotação de fatores no setor agropecuário, média 2014-2023

Painel A. Relação capital-terra

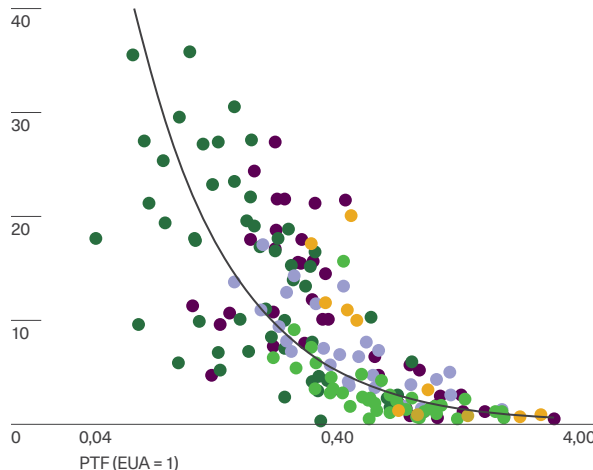
Capital/terra agrícola (US\$ 2015/ha)



● Ásia
● África
● ALC
● Europa
● América do Norte
● Oceania

Painel B. Relação emprego-população

Emprego agrícola/população (%)



Nota: Em ambos os gráficos, o eixo horizontal exibe a PTF (em relação aos Estados Unidos) em escala logarítmica. No painel A, o eixo vertical mostra o estoque de capital agropecuário por hectare de terra agrícola em escala logarítmica. No painel B, o eixo vertical mostra a porcentagem de emprego agrícola em relação à população total.

Fonte: Elaboração própria com base em dados da FAO (2025f, 2025i, 2025j, 2025l).

¹² É importante mencionar que, nesta análise, as diferenças no capital humano dos trabalhadores agropecuários estão sendo ignoradas. Portanto, essas diferenças estão implícitas no cálculo da PTF.

O papel dos insumos intermediários

A análise realizada até o momento, baseada no valor agregado, ignora o impacto dos insumos intermediários na produção, um componente-chave para o crescimento da produção agropecuária na região. Para abordar esses aspectos, é realizada uma análise semelhante à anterior, utilizando a produção agropecuária bruta¹³.

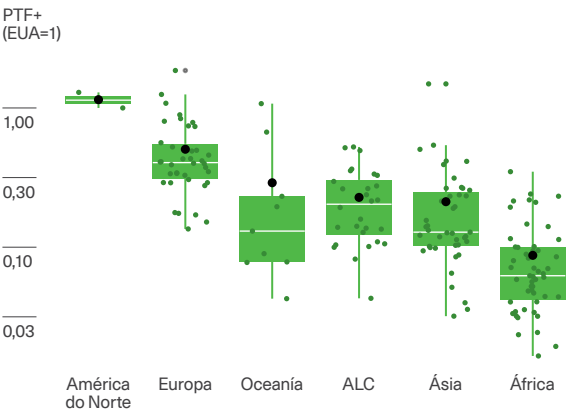
Essa análise permite inferir uma medida de produtividade que, embora ajustada pelas dotações de terra e capital por trabalhador, engloba tanto a PTF quanto a intensidade do uso de insumos intermediários. Essa métrica ampliada recebe a denominação PTF+. Ao utilizar essa medida, a lacuna de produtividade da ALC torna-se ainda mais evidente: a média regional da PTF+

atinge apenas 22% do nível dos Estados Unidos, 45% da média europeia e 34% da média da OCDE, revelando um atraso substancial, como ilustra o gráfico 3.8.

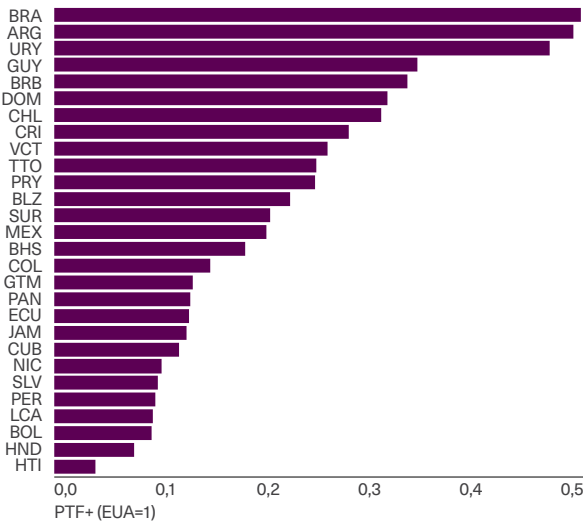
A maior lacuna de produtividade captada pela PTF+ é explicada em grande parte pela menor participação de insumos intermediários na produção agropecuária nos países da região. De fato, os dados disponíveis (que serão aprofundados mais adiante) confirmam que seu uso na região é inferior ao das economias avançadas. Assim, a lacuna de produtividade observada não se deve apenas à menor eficiência no uso dos fatores primários (capital, terra e trabalho), mas também ao baixo uso desses insumos, o que limita ainda mais a produção.

Gráfico 3.8
Produtividade agrícola (PTF+), média 2014-2023

Painel A.
A América Latina e o Caribe frente a outras regiões do mundo



Painel B.
Países da América Latina e do Caribe



Nota: O painel A exibe a PTF+ (em relação aos Estados Unidos) em escala logarítmica. O diagrama de caixa ou *boxplot* mostra, para cada região, a mediana (linha branca), o intervalo interquartil (IQR), as linhas definidas por Q1 - 1,5 x IQR e Q3 + 1,5 x IQR e os outliers. O ponto preto indica a média de cada região.

Fonte: Elaboração própria com base em dados da FAO (2025f, 2025i, 2025l, 2025m).

13 Diferentemente do valor agregado, o valor bruto da produção agropecuária é ajustado pelo PPC e não inclui a produção florestal e pesqueira.

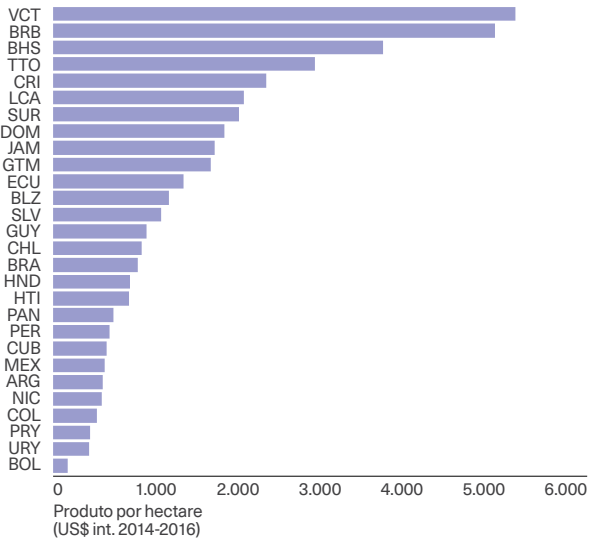
Para examinar mais detalhadamente o papel que os insumos intermediários desempenham na lacuna de produtividade agropecuária, é útil analisar as diferenças nos rendimentos agrícolas, medidos como o valor bruto da produção por hectare de área agrícola.

Como se observa no gráfico 3.9 (painel A), existem grandes disparidades de rendimento entre os países da região, que são explicadas, principalmente, pelas

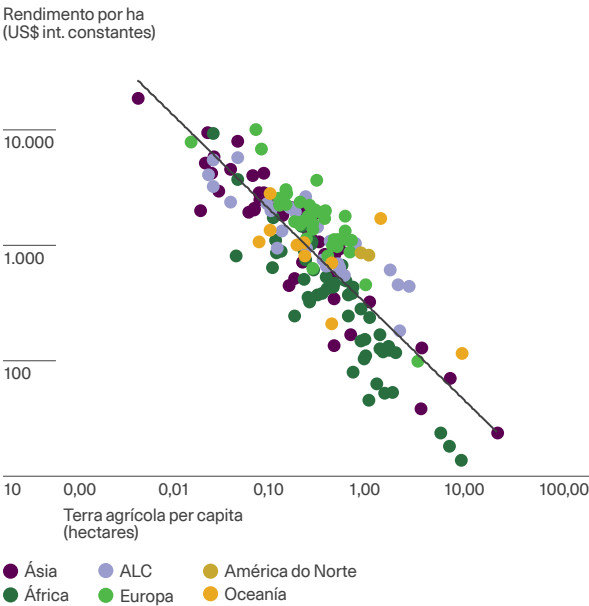
diferenças na abundância de terra per capita (painel B). Por um lado, países do Caribe, como Bahamas, Barbados e Trindade e Tobago, com a menor dotação de terras agrícolas per capita (cerca de 0,03 ha), apresentam os rendimentos mais elevados da região, enquanto países como Bolívia, Paraguai e Uruguai, com a maior área de terras agrícolas per capita (entre 3 ha e 4 ha), apresentam os rendimentos mais baixos.

Gráfico 3.9
Rendimentos agrícolas, média 2014-2023

Painel A.
Rendimento por hectare



Painel B.
Rendimentos em relação à terras agrícolas per capita



Nota: No gráfico do painel B, ambos os eixos são expressos em escala logarítmica.

Fonte: Elaboração própria com base em dados da FAO (2025j, 2025l, 2025m).

No entanto, quando se controla pelo efeito da abundância de terra, ou seja, quando se mantém constante a área de terras agrícolas per capita entre os países, observa-se que os países do Cone Sul e

o Brasil não apenas apresentam os maiores rendimentos ajustados da região, como também estão entre os maiores do mundo (gráfico 3.10)¹⁴. Os países do Caribe, por outro lado, tendem a ter os menores

14 Esse rendimento ajustado pela dotação de terras não é mais do que o resíduo obtido de uma regressão dos rendimentos por hectare sobre a área de terras agrícolas per capita.

rendimentos ajustados da região, com a notável exceção da Guiana. Os países do Grupo Andino e da Mesoamérica ficam, em geral, no meio da distribuição, com exceção de Belize e Costa Rica, que estão no quartil superior.

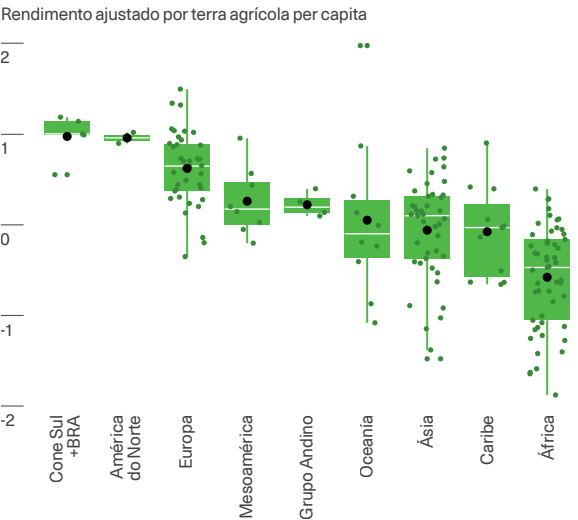
Isso sugere que os países do Cone Sul, Belize, Brasil, Costa Rica e Guiana possuem terras de melhor qualidade, utilizam insumos mais intensivamente ou empregam melhores práticas e tecnologias agrícolas do que o restante da região. De fato, os dados revelam uma forte relação positiva entre o rendimento

ajustado por dotação de terras e os insumos, como capital e uso de fertilizantes¹⁵.

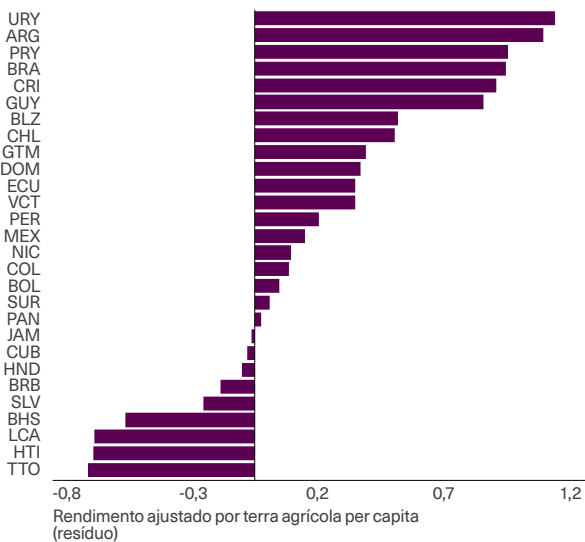
● ●
A lacuna de produtividade é ampliada quando se consideram os insumos intermediários na região, cuja intensidade de uso é inferior à das economias avançadas

Gráfico 3.10
Rendimentos agrícolas ajustados pela abundância de terras, média 2014-2023

Painel A.
Por sub-regiões do mundo



Painel B.
Em países da América Latina e do Caribe



Nota: O painel A mostra o rendimento ajustado por terra agrícola per capita em escala logarítmica. O diagrama de caixa ou *boxplot* mostra, para cada região, a mediana (linha branca), o intervalo interquartil (IQR), as linhas definidas por $Q1 - 1,5 \times IQR$ e $Q3 + 1,5 \times IQR$ e os outliers. O ponto preto indica a média de cada região.

Fonte: Elaboração própria com base em dados da FAO (2025j, 2025l, 2025m).

15 Em uma regressão do rendimento por hectare em relação à terra agrícola per capita, ao capital por unidade de terra, à intensidade no uso de fertilizantes e pesticidas e à área irrigada, obtém-se que, além do efeito negativo da dotação de terra, apenas o nível de capital por unidade de terra e o uso de fertilizantes têm efeitos (positivos) significativos sobre o rendimento. Os demais coeficientes estimados não são estatisticamente diferentes de zero, o que pode ser devido à correlação entre variáveis explicativas, como, por exemplo, o uso de fertilizantes e irrigação.

Em síntese, a análise desta seção revela que a profunda lacuna de produtividade agrícola enfrentada pela ALC é um fenômeno multifacetado. Além da evidente, embora heterogênea, escassez de capital por trabalhador e dos baixos níveis de terra por trabalhador, os dados mostram que as diferenças de produtividade entre os países decorrem, em grande parte, da intensidade no uso de insumos. Embora o atraso na eficiência pura (PTF) seja um componente crítico,

respondendo por mais da metade da lacuna de valor agregado por trabalhador, essa lacuna é ampliada quando se considera o baixo uso de insumos intermedíários. Compreender os determinantes e as barreiras enfrentadas pela adoção de melhores práticas agropecuárias e de tecnologias mais modernas na região é fundamental para que se possa fechar a lacuna em relação aos líderes globais e consolidar o setor agropecuário como pilar do desenvolvimento regional.

Fatores estruturais e tecnológicos da produtividade agropecuária na América Latina e no Caribe

A região possui recursos favoráveis à agricultura, potencialmente capazes de superar até mesmo os países mais desenvolvidos, mas há uma notável falta de correlação entre a produção real por hectare de um país e seu rendimento potencial baseado puramente na aptidão natural. Essa desconexão revela que fatores além da geografia são mais influentes na determinação do atual cenário da produtividade, sugerindo que os países utilizam as vantagens naturais com diferentes graus de eficácia (Adamopoulos, 2025). A significativa lacuna de rendimento (a diferença entre os rendimentos reais atuais e os rendimentos que poderiam ser alcançados com melhores insumos) demonstra que existe um expressivo potencial ainda não explorado em muitos países da ALC, impulsionado por variações na adoção e eficiência de técnicas agrícolas modernas¹⁶.

Além disso, as ineficiências na alocação espacial da produção e a seleção subótima de culturas dentro dos países também contribuem para as disparidades de produtividade. Essas escolhas específicas sobre o uso de insumos, a localização da agricultura e a seleção de culturas são, por sua vez, influenciadas por fatores mais amplos, como a qualidade institucional, o acesso aos mercados, as limitações de infraestrutura e outros atritos econômicos que variam significativamente dentro da região.

O ambiente condicionante, que abrange uma ampla gama de aspectos, também influencia as escolhas tecnológicas feitas pelos agricultores e impacta diretamente sua produtividade. O acesso aos mercados e às instituições de apoio desempenha um papel crucial; a participação nos mercados de produtos, o acesso ao crédito (especialmente de fontes privadas) e a posse formal da terra por meio da titulação também estão associados a uma maior produtividade. Esses fatores tornam-se mais desafiadores para as mulheres produtoras, que enfrentam maiores barreiras de acesso à propriedade da terra e ao capital agropecuário. Por outro lado, fatores naturais, como condições climáticas adversas e suscetibilidade à erosão do solo, afetam negativamente a produção. Além disso, a gestão de riscos, por meio da variabilidade das chuvas, por exemplo, também impacta os resultados de produtividade, levando, por vezes, os agricultores a adotarem estratégias menos produtivas, porém mais seguras. As características das famílias, incluindo o nível de educação do agricultor e o apoio de associações do setor, contribuem ainda mais para as diferenças de produtividade observadas.

Em última análise, os níveis de produtividade são determinados pela interação entre os insumos, o ambiente condicionante e as escolhas tecnológicas resultantes, bem como pela eficiência técnica

16 Adamopoulos (2025) constata que os rendimentos potenciais com melhor uso dos insumos seriam 2,4 vezes maiores do que os rendimentos atuais para a média dos países da ALC e 1,65 vezes maiores em países de alta renda.

alcançada pelos agricultores. Evidências sugerem que existe uma fronteira tecnológica e que as unidades de produção operam a diferentes distâncias dela, refletindo sua eficiência técnica. Em particular, as unidades de produção maiores tendem a operar mais próximas dessa fronteira, apresentando maior eficiência técnica, possivelmente devido a menores

restrições ou melhor acesso a práticas ótimas. Em contrapartida, as unidades de produção menores mostram maior sensibilidade às restrições ambientais e institucionais, resultando em maiores variações na produtividade, relacionadas às suas variáveis de estado específicas.

Posse informal, mercado de terras e sua (má) alocação

A América Latina e o Caribe é uma das regiões com maior desigualdade na distribuição e posse da terra no mundo, o que é agravado por um problema generalizado de insegurança jurídica. Como mostra o capítulo 2, há uma alta concentração de terra em grandes unidades de produção agropecuária e uma alta prevalência de pequenas UPA.

Essa estrutura agropecuária, polarizada entre latifúndios e minifúndios, esconde uma alocação de terras altamente ineficiente, que se reflete em seu baixo aproveitamento. Fossati (2025), em um estudo para a Argentina, a Colômbia e o Panamá, constata que esses países têm uma área colhida de 23%, 20% e 12%, respectivamente, da área total, significativamente menor que os 43% observados nos Estados Unidos.

Uma explicação pode ser o fato de que vastas extensões de terra nas grandes UPA permanecem ociosas ou são dedicadas a atividades de baixo rendimento, como a pecuária extensiva, quando poderiam ser adequadas para culturas mais rentáveis e intensivas em mão de obra. Por sua vez, os minifúndios concentram um grande número de trabalhadores em pequenas parcelas, o que não permite alcançar economias de escala ou utilizar tecnologia moderna. Assim, a má alocação da terra é acompanhada por uma alocação ineficiente do trabalho dentro do setor agropecuário.

A distribuição das UPA por tamanho está intimamente ligada à alta informalidade na posse da terra que caracteriza a região. Isso contribui significativamente para o mau funcionamento do mercado de terras e impõe obstáculos a uma distribuição mais eficiente da terra. Nesse sentido, a falta de títulos de

propriedade e a prevalência de pequenos produtores não são fenômenos isolados.

Um dos impactos mais significativos da posse informal é a restrição às transações no mercado fundiário. Isso limita a possibilidade de aproveitar economias de escala, especialmente em contextos onde a mecanização e a agricultura intensiva em capital poderiam aumentar consideravelmente a produtividade. Como resultado, a terra permanece distribuída em pequenas parcelas subótimas, o que prejudica a produtividade. Além disso, os produtores informais que não desejam ou não podem cultivar são obrigados a continuar usando a terra apenas para manter seus direitos, impedindo sua transferência para usuários mais produtivos. Isso se reflete, por exemplo, nas taxas muito baixas de arrendamento de terras agrícolas na ALC, evidência clara dos problemas enfrentados pelos mercados de terra da região, como mostra o gráfico 3.11.

As implicações sobre a alocação do trabalho também são importantes. A posse informal da terra cria um vínculo de trabalho com ela, como apontam De Janvry et al. (2015), que desestimula as famílias a buscar emprego fora do setor agropecuário ou a migrar, mesmo quando os retornos fora do campo são maiores, devido ao risco de perder a posse por ausência. Essa rigidez provoca um excesso de mão de obra no setor agropecuário de baixa produtividade e o subaproveitamento do capital humano em setores mais rentáveis. Também limita a capacidade das famílias rurais de diversificar suas fontes de renda e se adaptar às oportunidades do mercado.

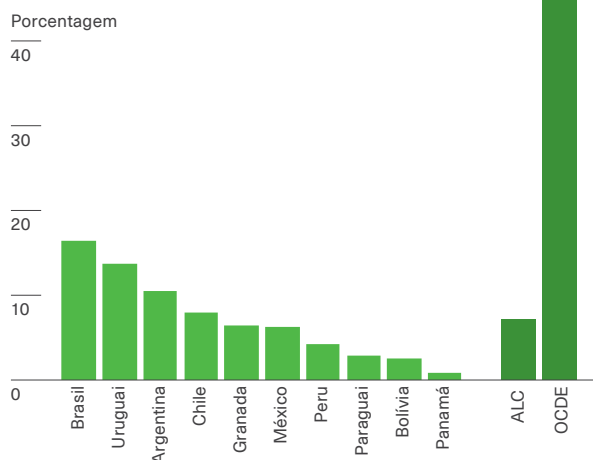


Pivô de irrigação em um campo de milho na Argentina.

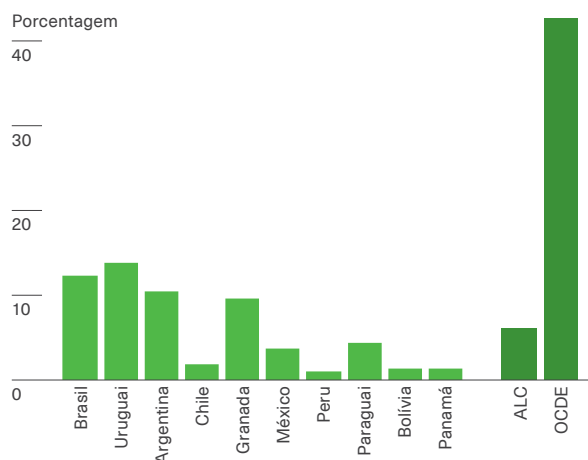
Gráfico 3.11

Porcentagem de unidades de produção e área arrendada sobre o total de UPA

Painel A.
Unidades de produção sob arrendamento



Painel B.
Área arrendada



Fonte: Elaboração própria com base em dados da FAO (2025c).



A alta informalidade na posse dificulta o mercado de terras, desestimula o investimento de longo prazo e restringe o acesso ao crédito, perpetuando a baixa produtividade

Além disso, a informalidade desestimula o investimento em capital. A insegurança sobre a posse reduz os incentivos para realizar investimentos de longo prazo

na terra, como a construção de sistemas de irrigação, o plantio de culturas perenes (café, cacau, culturas frutíferas) ou a melhoria da saúde do solo, porque quem trabalha a terra não tem certeza de que poderá colher os frutos desse investimento. Ainda mais crítico é o fato de que a falta de um título de propriedade impede o uso da terra como garantia, restringindo o acesso ao crédito do sistema financeiro formal, o que, por sua vez, limita a capacidade de adquirir tecnologia e outros insumos para melhorar a produção.

Uso de máquinas e sua qualidade

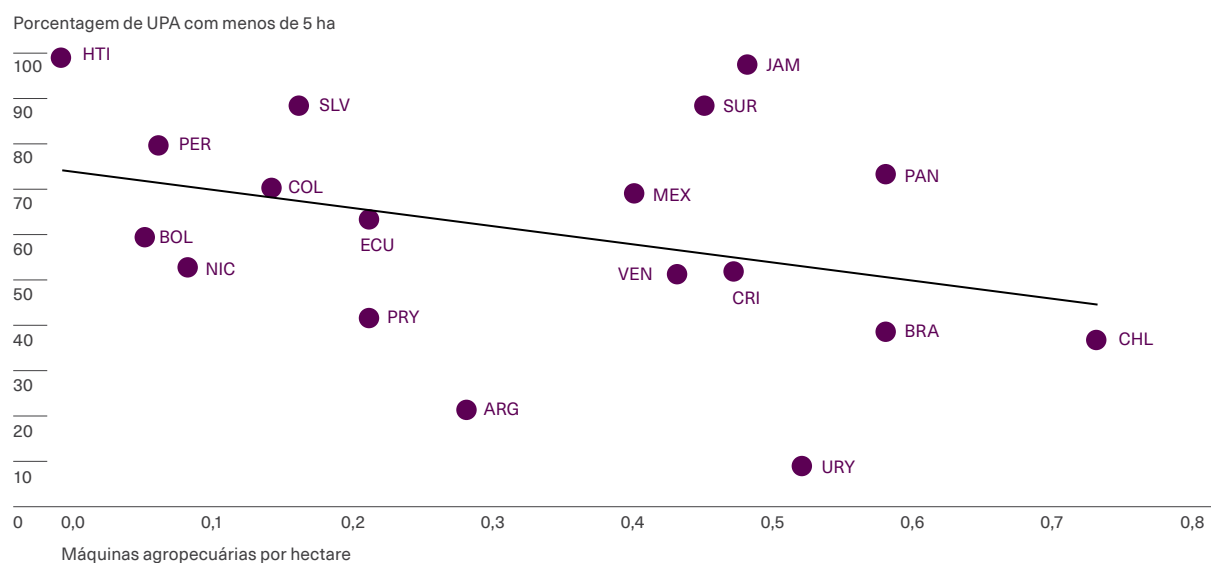
A mecanização motorizada na ALC começou com um atraso considerável em comparação com a América do Norte e a Europa, onde a transição da tração animal para os tratores se consolidou na primeira metade do século XX. Na região, esse processo acelerou-se na segunda metade desse século. Por exemplo, “o número de tratores por 1.000 hectares de terra arável quase triplicou, passando de 5 na década

de 1960 para 14 na década de 2000” (FAO, 2022b). Essa modernização foi fundamental, pois o trator não apenas substituiu a força animal, mas também catalisou a inovação em uma ampla gama de implementos, como semeadoras, colheitadeiras e debulhadoras, aliviando o trabalho pesado e melhorando a eficiência do trabalho agrícola.

Apesar dos avanços, a região como um todo continua apresentando uma defasagem relativa. O capítulo 2 deste RED mostra que a ALC tem níveis significativamente mais baixos de máquinas agrícolas. Isso é confirmado por Fossati (2025), que constata que apenas 38% das UPA da Argentina dispõem de tratores, enquanto a proporção é de 79% nos Estados Unidos. Na Colômbia, 15% das UPA declaram possuir maquinário e, no Panamá, esse número fica em torno de 20%. Essa defasagem é evidenciada pelo fato de que o valor marginal da incorporação de máquinas na ALC é superior ao da maior parte do mundo (Bravo Ortega e Lederman, 2004; Elverdin et al., 2018).

Em relação à incorporação de máquinas, também existe uma grande heterogeneidade dentro da região, tanto entre países quanto entre UPA de diferentes tamanhos (CEPAL et al., 2017; FAO, 2022b). Países onde as UPA têm menor área de terra, em média, tendem a ter um estoque menor de máquinas por trabalhador, como aponta Elverdin et al. (2018). Além disso, como ilustra o gráfico 3.12, países com uma porcentagem maior de UPA pequenas (menos de 5 ha) fazem menos uso de máquinas por hectare.

Gráfico 3.12
Máquinas e tamanho das UPA, 2019



Nota: As máquinas agropecuárias são medidas em cavalos-vapor. Esse valor é dividido pelo total de terras agrícolas para obter o uso médio de máquinas agropecuárias por hectare.

Fonte: Elaboração própria com base em dados da FAO (2025c) e do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos processados pela Our World in Data (USDA, s. d.b).

O alto custo das máquinas modernas, juntamente com seu design, frequentemente voltado para as UPA de grande escala, torna-as inacessíveis ou pouco rentáveis para a maioria dos pequenos agricultores da região, que não dispõem da escala mínima necessária para justificar seu investimento. Por exemplo, em um

estudo para o estado do Piauí, no Brasil, Da Silva et al. (2018) concluem que o uso de máquinas agrícolas por pequenos produtores é quase inexistente devido ao seu baixo poder aquisitivo e ao tamanho de sua UPA.

Outro fator importante que explica a baixa mecanização agrícola na região é o acesso limitado ao financiamento. Os pequenos produtores, que representam uma parte significativa do setor agropecuário regional, enfrentam dificuldades para acessar crédito formal devido à sua limitada capacidade de oferecer garantias, à informalidade de suas operações e à falta de instrumentos financeiros adaptados às particularidades do ciclo agrícola. Como resultado, o investimento em máquinas geralmente é inacessível, mesmo quando poderia melhorar significativamente a produtividade e reduzir a dependência da mão de obra.

Esse fator é mais premente entre as mulheres. O acesso ao crédito entre mulheres agricultoras é muito baixo, com taxas de 4% no Peru, 5% no Equador, 11% na Nicarágua, 12% no Brasil e 13% no Chile. Além disso, muitas de suas atividades produtivas são destinadas ao autoconsumo ou comercializadas em mercados comunitários sem registros formais, o que as impede de comprovar sistematicamente sua renda, conforme exigido pelas instituições financeiras (Nobre e Hora, 2017).

A essa limitação somam-se uma infraestrutura rural inadequada e uma conectividade digital limitada, como mostra o capítulo 8 deste relatório. Muitos produtores, especialmente em áreas remotas, têm acesso limitado a estradas, eletricidade e internet, fatores essenciais para a instalação e o bom funcionamento de equipamentos e máquinas agrícolas modernas.

A falta de serviços de apoio e logísticos especializados na manutenção e reparo de máquinas, bem como a escassa disponibilidade de técnicos qualificados e peças de reposição adequadas, desestimula ainda mais a adoção de tecnologias mecanizadas. Além disso, em vários países da região, a oferta de serviços de aluguel

ou uso compartilhado de máquinas é limitada, o que obriga os pequenos agricultores a considerar a compra individual como única opção, apesar dos altos custos.



A região apresenta um atraso na mecanização agropecuária. Esta é limitada pelo alto custo das máquinas, pela escala insuficiente dos pequenos produtores e pela falta de acesso ao financiamento

Outro obstáculo importante é o baixo nível de educação técnica e de acesso a serviços de extensão rural. Muitos produtores não possuem o conhecimento necessário para selecionar, operar e manter adequadamente as máquinas agropecuárias, o que gera um uso ineficiente, riscos de deterioração prematura e, em alguns casos, o abandono total dessas tecnologias. Essa situação é agravada pela escassa presença de programas específicos de treinamento e assistência técnica que acompanhem os produtores no processo de incorporação tecnológica.

Por fim, as políticas públicas voltadas para a mecanização agropecuária tendem a ser fracas, fragmentadas ou inexistentes. As iniciativas, quando existem, são desenvolvidas de forma desarticulada entre diferentes órgãos estatais, sem uma visão de longo prazo e de uma coordenação eficaz. Essa falta de abordagem abrangente limita as possibilidades de superar as barreiras existentes e de criar um ambiente propício para uma mecanização inclusiva e sustentável no setor agropecuário.

Irrigação

A água é um insumo fundamental para a atividade agropecuária. Como mostra o gráfico 3.13, em todas as regiões, os rendimentos com irrigação são superiores aos rendimentos de culturas de sequeiro¹⁷.

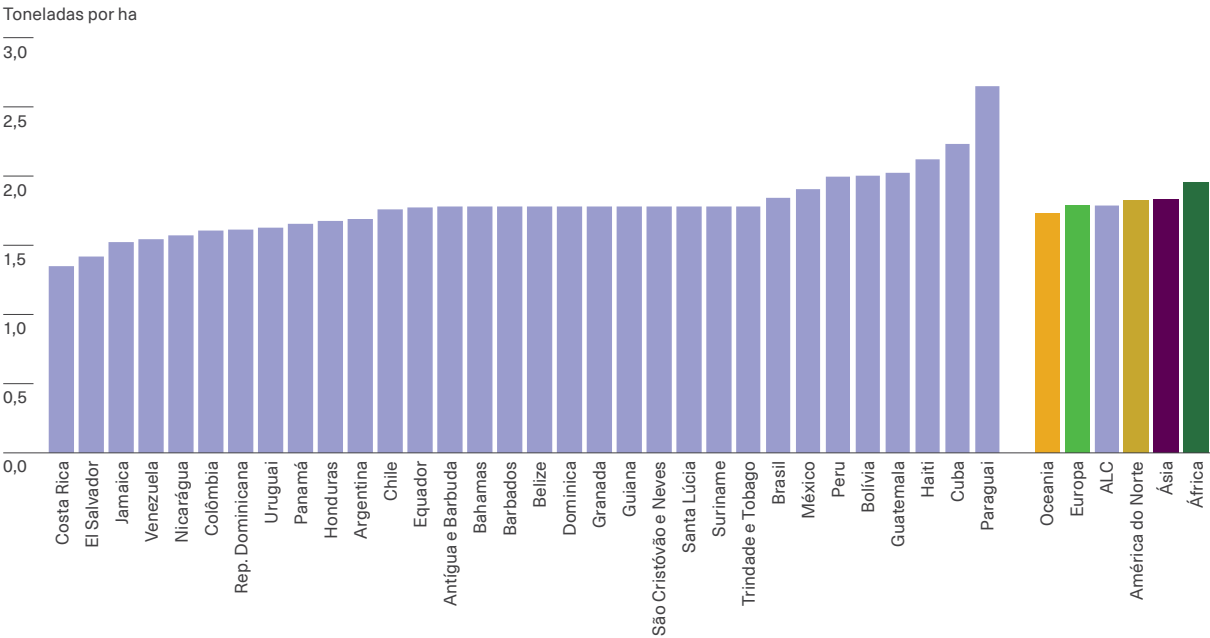
17 O CAF estimou uma lacuna de infraestrutura hídrica para agricultura resiliente e irrigação de US\$ 56 bilhões entre 2020 e 2030 e de US\$ 60 bilhões entre 2030 e 2040 (CAF-VCPE-GDUAEC, 2023).

Para desenvolver sistemas de irrigação é necessário, antes de tudo, ter acesso a uma fonte de água, seja um rio, uma represa ou aquíferos, entre outras fontes. Uma parte importante dos gastos em infraestrutura de irrigação realizados pelos governos é destinada à infraestrutura entre propriedades, ou seja, aquela que permite que a água chegue das fontes às UPA. O quadro 3.1 descreve as iniciativas do CAF para promover esse tipo de irrigação.

Uma vez que o acesso ao recurso hídrico esteja disponível, existem diferentes mecanismos para fornecer irrigação entre propriedades, com diferentes

graus de eficiência e custos, que dependem dos níveis de precipitação, do clima, da disponibilidade de fontes de água e do tipo de cultura, entre outros. Essa dependência de diversos fatores torna complexa a comparação da disponibilidade e dos níveis de irrigação. Por exemplo, no deserto de Atacama, no Chile, nas regiões áridas do Peru ou no norte da África e no Oriente Médio, seria quase inviável realizar qualquer atividade agropecuária sem alguma forma de irrigação, enquanto que, no norte da Europa, onde as chuvas são abundantes, os mecanismos artificiais de irrigação são menos necessários¹⁸.

Gráfico 3.13
Coeficiente entre os rendimentos das culturas irrigadas e de sequeiro, 2022



Fonte: Elaboração própria com base em dados da FAO (2025k).

18 Se os níveis de precipitação forem correlacionados com o estresse hídrico associado à prática agropecuária, obtém-se um resultado negativo, reforçando a ideia dos múltiplos determinantes da disponibilidade de irrigação e sua dificuldade para a análise comparativa.

Quadro 3.1

Intervenções do CAF em irrigação entre propriedades

A infraestrutura de irrigação entre propriedades é um componente essencial para o desenvolvimento sustentável do setor agropecuário. Essas estruturas permitem o armazenamento de água durante a estação chuvosa e distribuí-la com alta eficiência hídrica nos períodos secos, melhorando o acesso ao recurso e otimizando seu uso. Dessa forma, a produtividade, a sustentabilidade e a resiliência dos sistemas agrícolas e pecuários são fortalecidas diante da variabilidade climática. O CAF –banco de desenvolvimento da América Latina e Caribe– apoia os governos da região no planejamento, financiamento e execução desse tipo de infraestrutura estratégica.

A seguir, apresentamos três projetos que ilustram o potencial e os benefícios dessas intervenções para impulsionar o desenvolvimento rural e fortalecer a segurança alimentar na região.

Canal de Irrigação Alto Mao, Província de Valverde (República Dominicana)

Descrição geral e objetivos. Este projeto, que em breve será implementado no município de Mao (província de Valverde), visa aumentar a área agrícola irrigada, melhorar a produtividade e fortalecer a competitividade do setor agropecuário. Para isso, prevê a construção de estruturas hidráulicas que permitam uma distribuição eficiente e controlada da água para áreas atualmente não cultivadas, bem como a otimização do manejo hídrico do sistema de irrigação Mao-Gurabo existente. O projeto faz parte de uma abordagem abrangente que inclui, além da infraestrutura, componentes de capacitação e gestão ambiental da bacia hidrográfica.

Componentes da infraestrutura de irrigação. A execução do componente físico foi desenvolvida por meio de três linhas de intervenção:

- Rede de condução principal. Aproximadamente 14 km de tubulação pressurizada por gravidade, projetada para conduzir uma vazão de 10 m³/s para o sistema de transposição.
- Sistema de transposição, composto por uma tubulação de 1 km de extensão para transportar uma vazão de 6 m³/s para o canal Mao-Gurabo existente, fortalecendo sua capacidade hídrica.
- Rede de condução secundária e linha para reservatórios. Com aproximadamente 18 km, conecta o sistema de transposição aos reservatórios, de onde a água é distribuída aos diversos subsetores agrícolas.

O projeto também incorpora componentes complementares que acompanham o investimento em infraestrutura, tais como o fortalecimento das capacidades dos beneficiários e a implementação de ações voltadas para a gestão ambiental sustentável da bacia hidrográfica.

Escopo e beneficiários. O projeto beneficiará 10.550 hectares, dos quais 40% correspondem a novas áreas irrigadas e 60% a áreas com irrigação aprimorada.

Programa para o Desenvolvimento de Novas Áreas de Irrigação (Argentina)

Descrição geral e objetivos. O projeto, já concluído, teve como objetivo desenvolver novas áreas de irrigação no país por meio do aumento sustentável da disponibilidade e da qualidade dos recursos hídricos. Assim, buscou-se aumentar a oferta agrícola, melhorar a produtividade e fortalecer a sustentabilidade do uso da água. Além do componente de infraestrutura, o programa incluiu atividades de capacitação para os produtores beneficiários.

Componentes da infraestrutura de irrigação. A execução do componente físico foi desenvolvida por meio de duas linhas de intervenção:

- Reconversão produtiva na região produtora de tabaco do rio Toro (Salta), com melhorias em obras de tratamento (filtros, desarenadores), de captação (tomada d'água no rio Toro) e de condução (rede de canais por gravidade). Essas intervenções ampliaram a capacidade de regulação e aumentaram a eficiência do sistema, reduzindo significativamente a extração de água subterrânea e fortalecendo a sustentabilidade produtiva.
- Melhorias na bacia Guaycurú-Iné (Chaco), com obras de regulação e armazenamento por meio de um sistema de lagoas para irrigação, recondicionamento de canais existentes, instalação de comportas e construção de canais revestidos para habilitar novas áreas de irrigação.
- O programa também incorpora componentes complementares que acompanham o investimento em infraestrutura, tais como atividades de capacitação dirigidas aos beneficiários das obras de irrigação financiadas, bem como o fortalecimento das instituições responsáveis por garantir a sustentabilidade dos investimentos e o bom funcionamento dos sistemas coletivos de irrigação.

Escopo e beneficiários. O programa beneficiou 10.500 hectares, dos quais 34% correspondem a novas áreas irrigadas no Chaco e 66% a áreas com irrigação aprimorada em Salta.

Programa de Barragens (Bolívia)

Descrição geral e objetivos. O programa, atualmente em execução, visa aumentar a produção e a produtividade agrícola por hectare e por família beneficiária, aumentando o volume de água disponível por meio da construção de reservatórios, obras de adução e implementação de sistemas de irrigação tecnificada. Além disso, busca contribuir para a redução estrutural da pobreza rural, expandindo a área irrigada para pequenos produtores.

Componentes da infraestrutura de irrigação. A execução do componente físico foi desenvolvida por meio da construção de barragens e sistemas associados: há 3 barragens concluídas e 3 em fase final de construção, previstas para 2026. Inclui a otimização de estudos, a supervisão e a construção de barragens, os sistemas de adução e distribuição, bem como a implementação de medidas de gestão ambiental.

O programa também incorpora componentes complementares que acompanham o investimento em infraestrutura, incluindo o desenvolvimento de medidas estruturais e não estruturais para a proteção das fontes de água em bacias hidrográficas, bem como o fortalecimento institucional, assistência técnica aos beneficiários e apoio no processamento de dados e na implementação do Plano Nacional de Segurança de Barragens.

Escopo e beneficiários. O programa beneficiará aproximadamente 10.000 famílias de comunidades com altos índices de pobreza e ampliará a área irrigada em 8.000 ha adicionais às já existentes.

Fonte: Elaborado por Jorge Ecurra.



Ação CAF.

Escaneie o código QR para ver projetos do CAF em irrigação.

Existem diferentes métodos para irrigar as culturas. O primeiro, mais antigo e com menor investimento, é a irrigação por superfície, por exemplo, por inundação ou por sulcos. Esse tipo de irrigação é geralmente menos eficiente (40%¹⁹), pois há perdas por evaporação, escoamento e percolação²⁰. É utilizado principalmente para o cultivo de arroz, cereais e forragem. O método seguinte de irrigação é por aspersão, que consiste em sistemas que imitam a água da chuva. Este método é mais eficiente (entre 50% e 70%), porque permite um maior controle da área irrigada e pode ser automatizado, reduzindo as perdas descritas acima. No entanto, requer um investimento inicial mais elevado. A irrigação por aspersão é utilizada principalmente para tubérculos, como batatas ou leguminosas. Por fim, existe a irrigação localizada, que pode ser por gotejamento ou subterrânea. Esses métodos são os mais eficientes no uso da água (entre 80% e 90%) e podem ser automatizados. A principal desvantagem é seu alto custo inicial. Este tipo é comumente utilizado em pomares, olivais e vinhedos, embora também seja utilizado no cultivo de algumas hortaliças e em estufas²¹.

A irrigação tecnificada (por aspersão e gotejamento) aumenta significativamente o rendimento agrícola em relação à irrigação de superfície. A chave é sua eficiência na distribuição e uso racional da água, a possibilidade de fertirrigação²² e a redução do estresse hídrico e de doenças. Embora exija maior investimento e manejo técnico, os aumentos de rendimento e eficiência no uso da água costumam superar amplamente os custos quando aplicados em culturas de alto valor. Na América Latina e no Caribe, a irrigação por superfície (tradicional ou por inundação) continua sendo o sistema mais utilizado, embora a tecnificação da irrigação esteja em expansão.

Como mostra o gráfico 3.14, a ALC é a região do mundo onde se observa o maior aumento na área equipada para irrigação nas últimas décadas, tendo se multiplicado por 3,5 no período entre 1961 e 2022.

Isso foi observado em todas as sub-regiões da ALC, embora em ritmos diferentes. Enquanto no Cone Sul e no Brasil a porcentagem de área equipada para irrigação multiplicou por 5, na Mesoamérica o aumento foi de 2,5 vezes. Analisando a área equipada para irrigação como porcentagem da área cultivada, observa-se que, nesse período, ela passou de 8% da área cultivada para 17%, tornando-se a segunda região com maior proporção, depois da Ásia. Dentro da ALC, a sub-região andina é a que apresenta a maior porcentagem de área equipada para irrigação em relação à área cultivada (30%) e o Cone Sul e o Brasil a menor (10%). Em termos de estresse hídrico, a ALC é a segunda região com menor contribuição da agricultura para o estresse hídrico, atingindo um valor de 13,6%. Embora esse indicador tenha aumentado de forma constante, ainda está abaixo dos 16% da América do Norte, dos 17% da Europa ou dos 24% da Ásia e do Pacífico.

Por fim, a irrigação se tornará cada vez mais importante. O aumento e a maior volatilidade das temperaturas causados pelas mudanças climáticas aumentarão a demanda por água para a produção agropecuária. Portanto, a maneira de atender a essa demanda crescente será por meio de sistemas de irrigação eficientes e sustentáveis.



A América Latina e o Caribe liderou a expansão mundial da área irrigada nas últimas décadas, embora predomine a irrigação por superfície e seja necessário avançar para sistemas tecnificados mais eficientes

19 A eficiência da irrigação é medida pela água que efetivamente chega à zona radicular da cultura em relação à água aplicada. Os valores de eficiência foram obtidos de Nikolaou et al. (2020).

20 O escoamento refere-se à água que flui pela superfície, mas não é absorvida pelas culturas, enquanto a percolação refere-se à água que se filtra além da zona radicular da cultura.

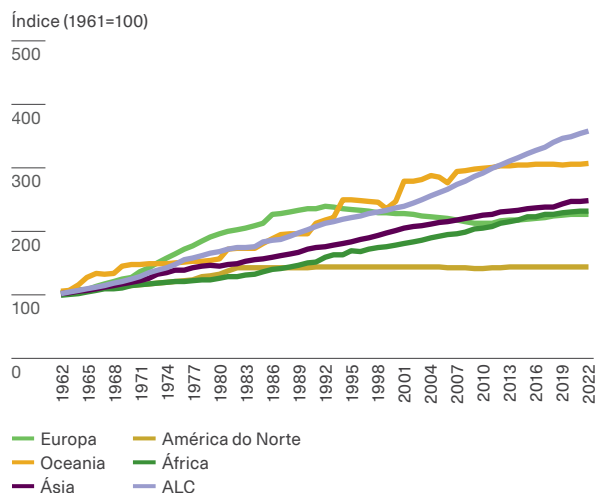
21 Por exemplo, Garriga (2022) mostra que, na Espanha, mais de 90% da área irrigada de olivais e frutíferas cítricas utiliza irrigação por gotejamento; quase 80% da área irrigada para tubérculos e leguminosas utiliza irrigação por aspersão; enquanto mais de 50% da forragem utiliza irrigação por superfície.

22 A fertirrigação é a técnica que permite aplicar fertilizantes solúveis e nutrientes diretamente nas plantas através do sistema de irrigação, aumentando a eficiência do seu uso e favorecendo uma aplicação mais uniforme.

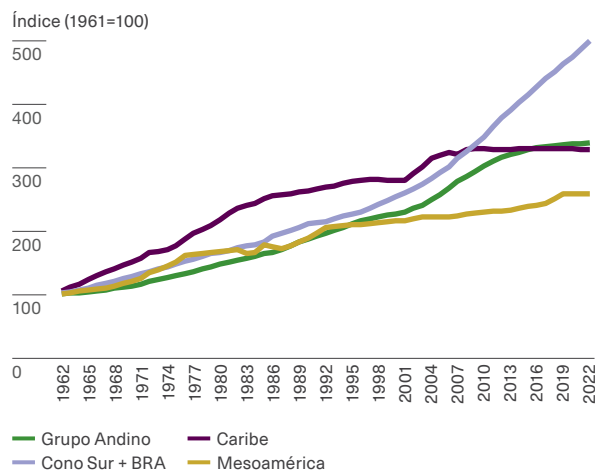
Gráfico 3.14

Área equipada para irrigação, 1961-2022

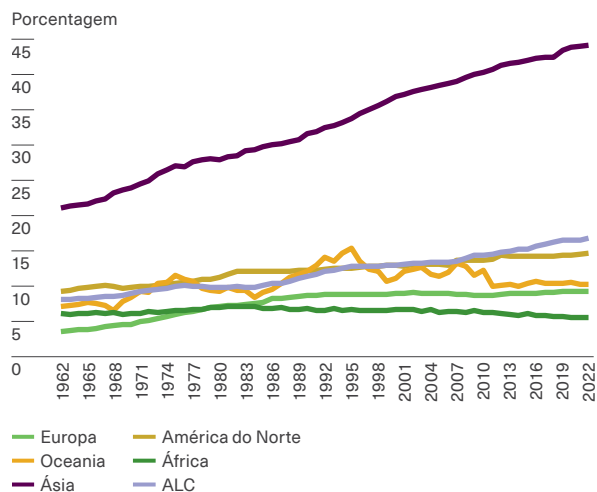
Painel A.
Índices na América Latina e no Caribe
frente a outras regiões



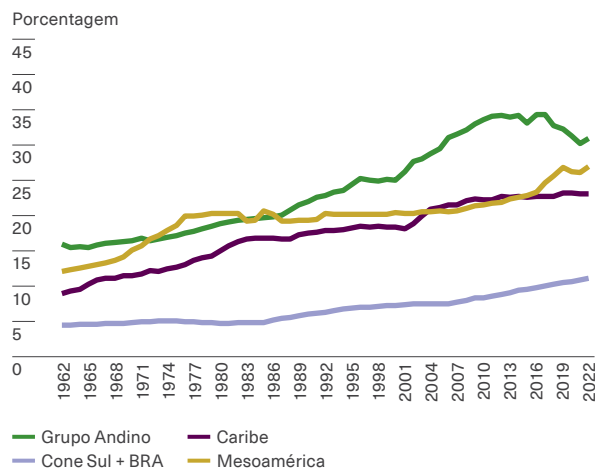
Painel B.
Índices nas sub-regiões da América Latina e do Caribe



Painel C.
Porcentagem da área cultivada na América Latina
e no Caribe frente a outras regiões



Painel D.
Porcentagem da área cultivada nas sub-regiões
da América Latina e do Caribe



Nota: O gráfico A.3.1 do apêndice deste capítulo, disponível na edição on-line do RED, apresenta os valores da área equipada para irrigação em milhares de hectares e como porcentagem da área cultivada para cada país da ALC em 2022.

Fonte: Elaboração própria com base em dados do USDA (2025).

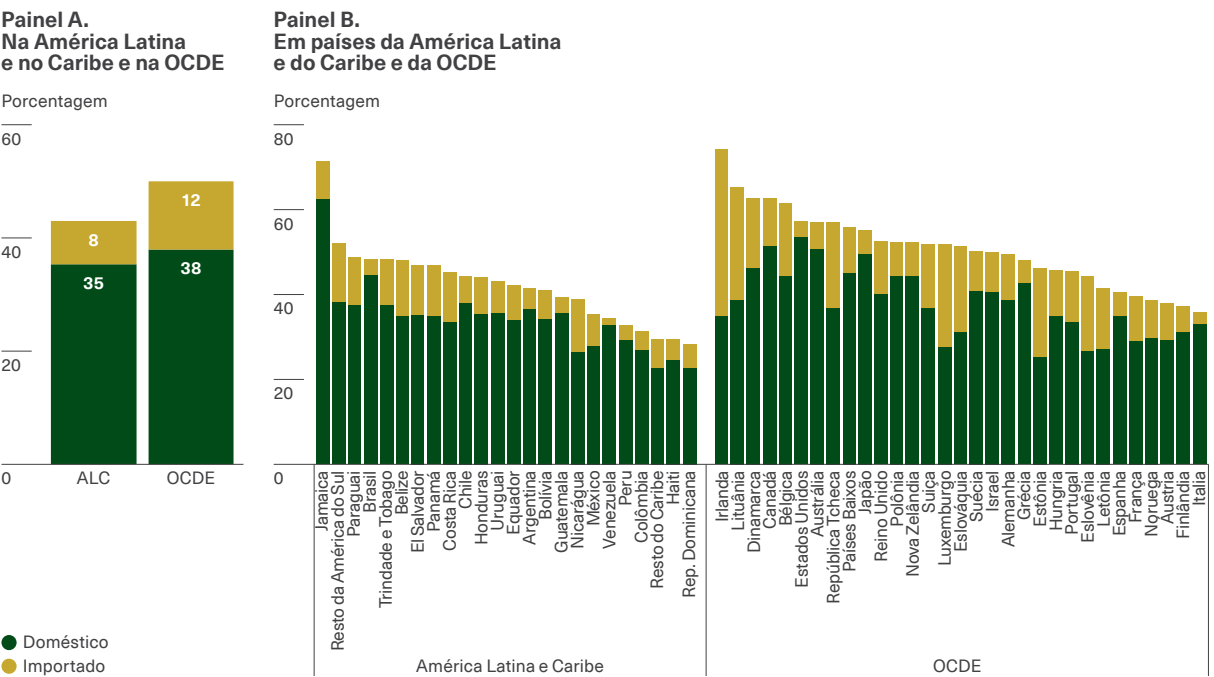
Uso de insumos intermediários de qualidade

Em comparação com a OCDE, o setor agropecuário na ALC utiliza menos insumos. O gráfico 3.15 mostra que o consumo de insumos intermediários, medido como porcentagem da produção agropecuária, é de 43% na ALC, enquanto esse valor chega a 50% na OCDE. Essa diferença se explica principalmente pelo menor uso de insumos importados, o que pode refletir distorções, como, por exemplo, barreiras ao comércio. No entanto, há uma grande heterogeneidade dentro da região, com alguns países, como Jamaica ou Paraguai, onde o uso de insumos intermediários é semelhante ao dos melhores países da OCDE, e

outros, como Haiti ou República Dominicana, onde os valores são significativamente menores.

Como mostra o gráfico 3.16, o coeficiente de insumos intermediários (como fração da produção) entre a ALC e a OCDE é menor que 1 em quase todos os subsetores agropecuários, o que não só indica que a menor proporção de consumo intermediário é generalizada, mas também é um indício de maiores distorções em relação à OCDE, como mostram Álvarez et al. (2018) para o conjunto completo de subsetores da economia.

Gráfico 3.15
Consumo intermediário como proporção da produção agropecuária, 2017

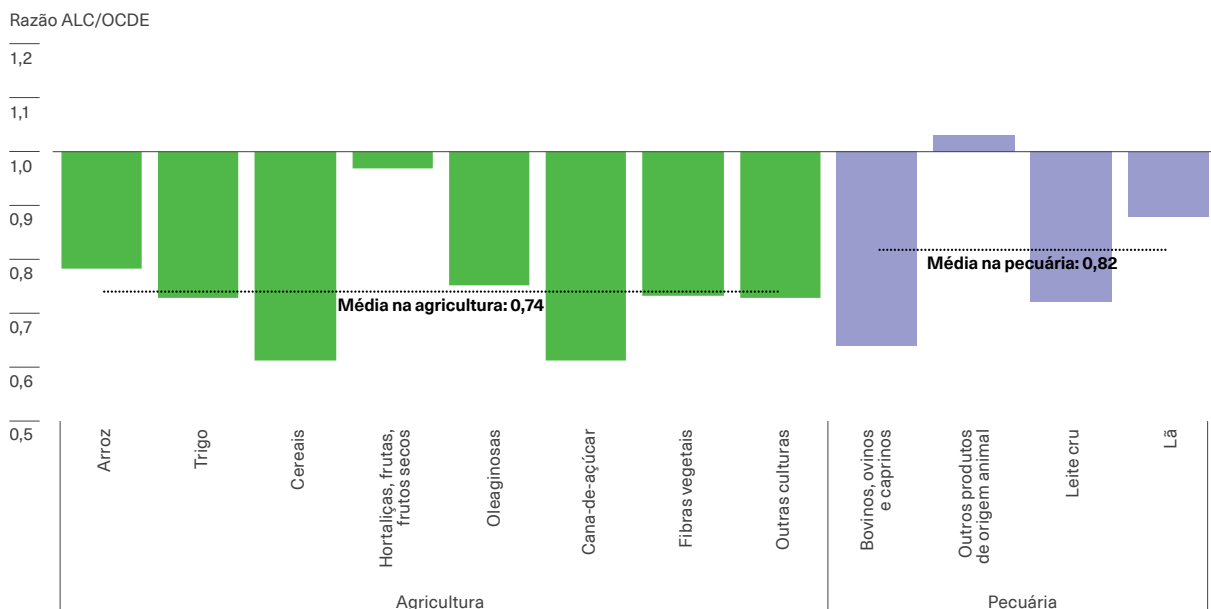


Nota: O gráfico mostra a proporção do valor da produção do setor agropecuário que corresponde ao consumo intermediário, desagregado em seus componentes doméstico e importado. Os valores regionais são calculados como a média simples dos países que a compõem.

Fonte: Elaboração própria com base em dados de Aguiar et. al (2022).

Gráfico 3.16

Consumo intermediário setorial, 2017



Nota: Calcula-se a razão entre o consumo (doméstico e importado) de insumos intermediários e a produção para cada setor e país. Em seguida, calculam-se médias simples para os países da ALC e da OCDE para cada setor. Por fim, calcula-se, para cada setor, a razão entre a ALC e a OCDE.

Fonte: Elaboração própria com base em dados de Aguiar et. al (2022).

Fertilizantes e pesticidas

Diversos estudos destacam a aplicação de fertilizantes como um dos fatores-chave por trás das grandes disparidades de rendimento entre culturas (Aramburu Merlos et al., 2015; Guilpart et al., 2017). Como se observa no gráfico 3.17, o uso de fertilizantes (medido em quilogramas por hectare [kg/ha]) aumentou significativamente desde o início da década de 1960 em todas as regiões do mundo, com exceção da Europa. Na ALC, o uso de fertilizantes (inorgânicos mais nitrogênio orgânico) aumentou aproximadamente 9 vezes, passando de 22 kg/ha em 1961 para cerca de 200 kg/ha atualmente. Esse aumento deve-se fundamentalmente ao uso de fertilizantes inorgânicos, que passou de 9 kg/ha para cerca de 160 kg/ha nesse período. Em comparação com outras regiões do mundo, o crescimento observado na ALC só é superado pelo

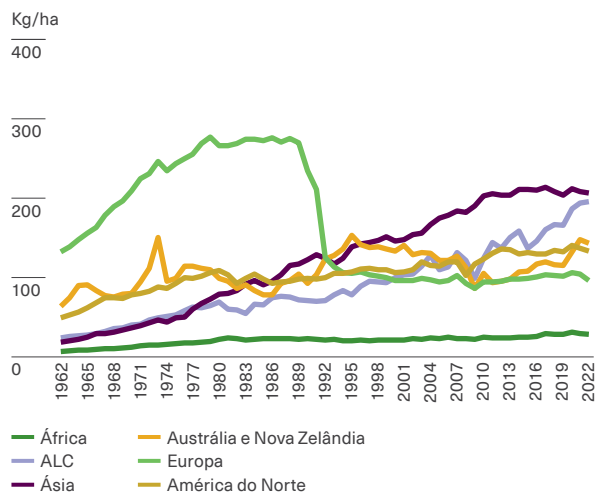
da Ásia, onde o uso de fertilizantes multiplicou por 12. O aumento na ALC é explicado em grande parte pelo Brasil, onde a intensidade do uso de fertilizantes cresceu aproximadamente 14 vezes entre 1961 e 2022, sendo especialmente pronunciado a partir de 2009, com um aumento de mais de 2,5 vezes.

Dentro da região, destaca-se a queda sofrida pelo Caribe a partir de 1990, que o deixa atualmente quase no mesmo nível de 1961. Da mesma forma, o uso de fertilizantes permaneceu relativamente estagnado há duas décadas no Grupo Andino e, há três décadas, na Mesoamérica. Por sua vez, o uso de fertilizantes no Cone Sul multiplicou por cerca de 8 vezes desde 1961.

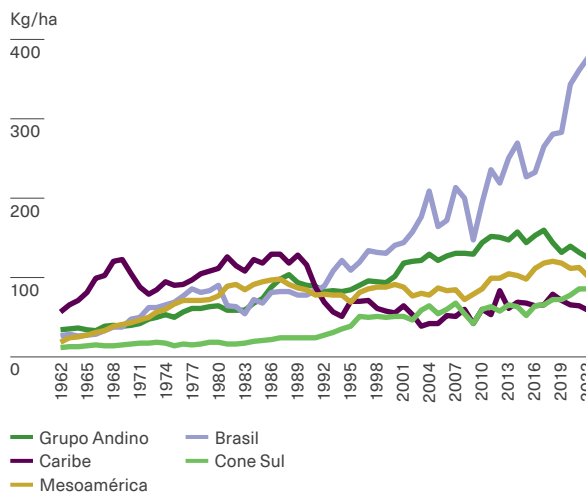
Gráfico 3.17

Evolução do uso agrícola de fertilizantes, 1961-2022

Painel A.
A América Latina e o Caribe frente
a outras regiões do mundo



Painel B.
Sub-regiões da América Latina e do Caribe



Fonte: Elaboração própria com base em dados do USDA (2025).

Embora haja uma grande dispersão na ALC, ela não é particularmente alta em relação a outras regiões, como Ásia ou Europa. Dentro da ALC, os países com maior intensidade de uso de fertilizantes (ordenados de forma decrescente) são Costa Rica, Colômbia, Trindade e Tobago, Brasil e Belize, com um uso próximo ou superior a 300 kg/ha, muito acima do observado na Argentina, Cuba, Haiti e Bolívia, onde não chega a 50 kg/ha (consultar o gráfico A.3.2 no apêndice deste capítulo, disponível na edição on-line do RED).

Quanto à aplicação de insumos para o controle de pragas e ervas daninhas, a ALC registra um uso significativamente maior de pesticidas por hectare do que outras regiões. Enquanto na ALC a tendência tem sido claramente crescente e volátil ao longo do tempo, em outras regiões ela se manteve mais estável, com exceção da Austrália e Oceania desde 2018. Isso reflete diferenças nos padrões de intensificação agrícola, nas regulamentações e na adoção de práticas mais sustentáveis.

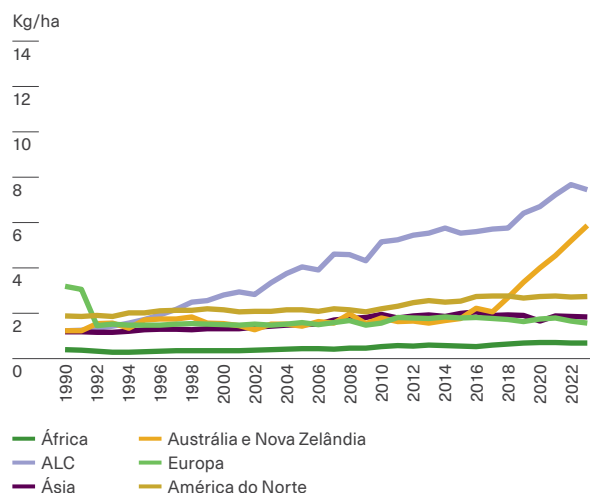
● ●
O uso de fertilizantes cresceu substancialmente, impulsionado pelo Brasil, enquanto a região se destaca pelo uso intensivo de pesticidas, superior ao de outras regiões do mundo

Mais uma vez, a heterogeneidade dentro da região é notável. Observa-se que, no Caribe, com exceção de Cuba e Haiti, há uso intensivo desses insumos, com valores superiores a 20 kg/ha, enquanto no restante da região, a maioria dos países fica abaixo de 10 kg/ha. Esse maior uso de pesticidas no Caribe pode ser devido às temperaturas e à umidade dessa sub-região, que favorecem a proliferação de doenças e pragas nas culturas, embora também possa indicar práticas agropecuárias menos eficientes (consultar o gráfico A.3.3 no apêndice disponível na edição on-line do RED).

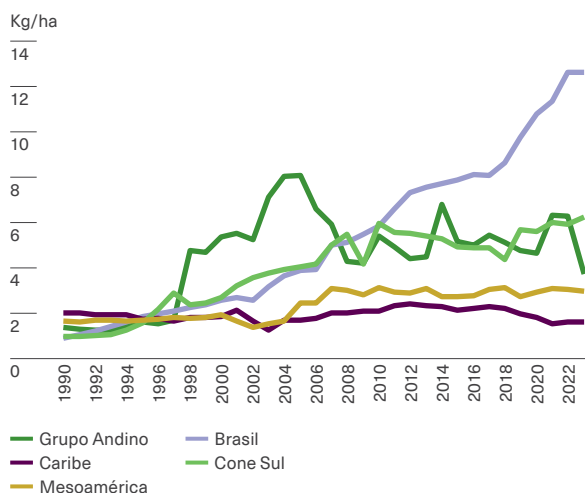
Gráfico 3.18

Evolução do uso de pesticidas, 1990-2023

Painel A.
A América Latina e o Caribe frente
a outras regiões do mundo



Painel B.
Sub-regiões da América Latina e do Caribe



Fonte: Elaboração própria com base em dados da FAO (2025h).

Uma prática que vem crescendo nas últimas décadas é a agricultura orgânica, que reduz o uso de pesticidas e fertilizantes sintéticos. Embora seu impacto na produção agrícola total ainda seja pequeno,

espera-se que continue aumentando com o tempo. O quadro 3.2 fornece mais detalhes sobre a agricultura orgânica na região.

Quadro 3.2

Agricultura orgânica

Este tipo de agricultura baseia-se em sistemas de produção que buscam manter a saúde dos solos, dos ecossistemas e das pessoas, evitando o uso de insumos sintéticos. Ao priorizar os processos ecológicos, a biodiversidade e os ciclos naturais, essa forma de manejo das terras agrícolas contribui significativamente para a sustentabilidade ambiental.

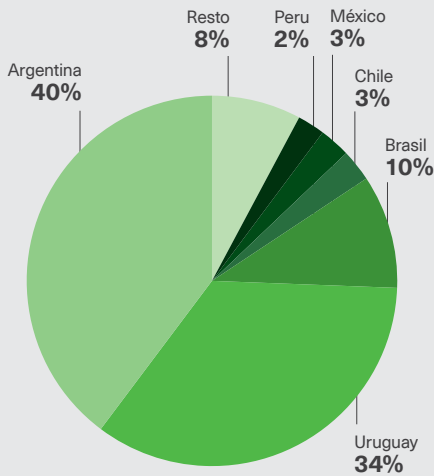
Em nível mundial, a agricultura orgânica tem crescido de forma sustentada nas últimas décadas. De acordo com dados da FAO sobre o uso da terra, entre 2004 e 2023, a área dedicada à agricultura orgânica quintuplicou, atingindo 98,8 milhões de hectares. Esse aumento foi fortemente impulsionado pela Austrália, país que concentra 54% do total mundial de terras agrícolas orgânicas.

Na América Latina e no Caribe, a expansão também foi significativa. A área sob regime de agricultura orgânica quadruplicou nesse período, atingindo 10,3 milhões de hectares, o que representa mais de 10% do total mundial. Dentro da região, os países que possuem a maior área de terras destinadas à agricultura orgânica são a Argentina (4,1 milhões de hectares), o Uruguai (3,6 milhões) e o Brasil (1 milhão), que concentram 84% do total (painel A do gráfico 1).

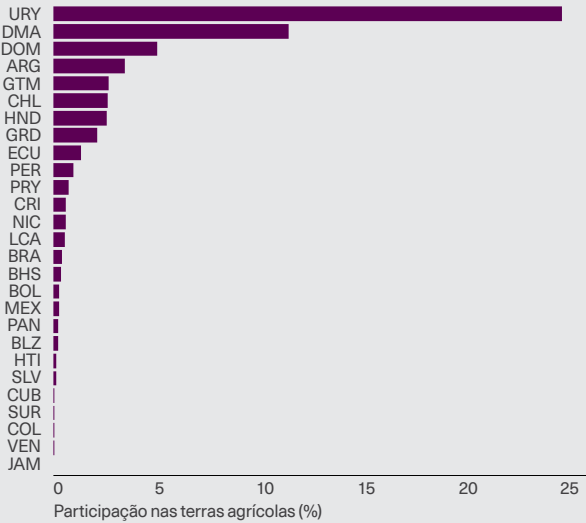
Em termos de incidência, a agricultura orgânica representa atualmente 2,1% das terras agrícolas em nível mundial, enquanto a ALC tem um valor semelhante (2,3%). O Uruguai é o país da região com maior participação da agricultura orgânica no total (25%), seguido por Dominica (12%), República Dominicana (5%) e Argentina (4%) (painel B do gráfico 1).

Gráfico 1
Agricultura orgânica na América Latina e no Caribe

Painel A.
Distribuição da área de agricultura orgânica entre os países



Painel B.
Incidência de terras de agricultura orgânica no total de terras agrícolas



Fonte: Elaboração própria com base em dados da FAO (2025).

Quanto ao uso da terra orgânica na ALC, predominam as pastagens permanentes, representando cerca de 75% das terras agrícolas manejadas organicamente e localizadas principalmente na Argentina, Uruguai e Brasil (gráfico 1). As culturas permanentes (como café, cacau e frutas tropicais) abrangem aproximadamente 11% da área agrícola orgânica, sendo os países com maior área, em ordem decrescente: Peru, México, Colômbia, República Dominicana e Equador. Por sua vez, as culturas anuais representam apenas 5%, sendo lideradas (também em ordem decrescente) pela Bolívia, Paraguai, Argentina e México na produção de cereais, cana-de-açúcar e oleaginosas (Willer et al., 2024).

Biotecnologia e uso de sementes melhoradas

A biotecnologia abrange um conjunto de técnicas e instrumentos que utilizam organismos vivos ou substâncias obtidas a partir deles para compreender e manipular sua estrutura genética para diversos fins. Esses fins incluem o melhoramento genético de plantas e animais para aumentar seu rendimento, a caracterização e conservação de recursos genéticos para alimentação e agricultura, o diagnóstico de doenças de plantas e animais, o desenvolvimento de vacinas e a produção de alimentos fermentados (FAO, s. d.a.; 2004).

A biotecnologia moderna incorpora ferramentas da engenharia genética, que permitem a modificação direta do DNA de um organismo por meio da inserção, remoção ou alteração de genes específicos, com o objetivo de conferir características desejadas, como resistência a pragas, tolerância a herbicidas ou melhoria da qualidade nutricional.

Quadro 3.3

Principais avanços da biotecnologia agropecuária

Engenharia genética e culturas GM: incorporação de genes que conferem tolerância a herbicidas, resistência a insetos ou melhoria nutricional.

Edição genética (CRISPR-Cas^a e outras): permite modificar o DNA com precisão sem introduzir genes estranhos, acelerando a obtenção de variedades ou raças melhoradas.

Seleção assistida por marcadores e seleção genômica: aplicação de ferramentas moleculares para acelerar os programas de melhoramento vegetal e animal.

Biotecnologia reprodutiva na pecuária: avanços em inseminação artificial, transferência de embriões, clonagem e produção de animais transgênicos ou geneticamente editados.

Utilização de microrganismos e bioprodutos: desenvolvimento de biofertilizantes, biopesticidas, inoculantes e probióticos que melhoram a nutrição e a saúde de culturas e animais.

Diagnóstico molecular e vacinas de nova geração: detecção rápida de doenças por meio da reação em cadeia da polimerase (PCR, na sigla em inglês) ou sequenciamento, e desenvolvimento de vacinas recombinantes ou de DNA para uso veterinário.

Cultura de tecidos e propagação *in vitro*: obtenção de plantas saudáveis, livres de vírus, com características homogêneas para multiplicação rápida.

Bioinformática e genômica aplicada: uso de sequenciamento massivo, análise de dados e biologia computacional para identificar genes de interesse e compreender sua função em plantas e animais.

Biotecnologia aplicada à sustentabilidade: desenvolvimento de culturas resistentes à seca, salinidade e estresse térmico; produção de biocombustíveis e aproveitamento de resíduos agroindustriais.

a. CRISPR é a sigla em inglês para Repetições Palindrômicas Curtas Agrupadas e Regularmente Espaçadas; Cas são proteínas que cortam o DNA.

Fonte: Elaboração própria com base na FAO (s. d.a) e USDA (s. d.a).



Semeadora agrícola com tecnologia avançada no Brasil.



A adoção de sementes geneticamente modificadas, liderada pelo Brasil e pela Argentina, tem sido fundamental para aumentar o rendimento e a resistência de culturas estratégicas, como a soja e o milho

Na agricultura, essas técnicas são aplicadas ao desenvolvimento de sementes melhoradas que incorporam inovações genéticas voltadas para otimizar o rendimento e a resiliência das culturas. As sementes desenvolvidas por meio da biotecnologia, incluindo as geneticamente modificadas (GM), são o resultado da aplicação de ferramentas de engenharia genética e técnicas de melhoramento assistidas por marcadores moleculares (quadro 3.3), contribuindo, assim, para o aumento da produtividade agrícola, a redução

das perdas e o uso eficiente dos recursos naturais (USDA, s. d.a).

As principais culturas com sementes GM (também chamadas de culturas transgênicas) em todo o mundo são soja, milho, canola ou colza e algodão, embora a escolha do tipo de cultura varie entre regiões e países. Por exemplo, o algodão resistente a insetos é a cultura transgênica de maior importância comercial nos países da Ásia e da África, enquanto na América Latina predominam a soja tolerante a herbicidas e o milho resistente a insetos (Halford, 2003).

Na América Latina, vários países apresentam altas taxas de adoção de sementes GM, principalmente em soja, milho e algodão, com destaque para o Brasil e a Argentina, que são, depois dos Estados Unidos, o segundo e o terceiro maiores produtores de culturas biotecnológicas²³.

A digitalização como aliada tecnológica do setor agropecuário

A digitalização no setor agropecuário refere-se ao processo de adoção de tecnologias de informação e comunicação para transformar e otimizar as práticas de produção, a gestão de recursos e a tomada de decisões no setor. Este processo abrange a geração, coleta, troca, agregação, combinação, análise, acesso e apresentação de conteúdo digital, incluindo também o desenvolvimento de novos serviços e aplicativos digitais.

O setor agropecuário está passando por um conjunto de tendências transformadoras impulsionadas diretamente pela digitalização. Essas tendências se manifestam em um maior foco na agricultura de precisão, na aplicação da Internet das Coisas (IdC) no trabalho de campo e no uso extensivo de big data para impulsionar tanto a produção quanto a eficiência empresarial. Essas

tecnologias já são aplicadas em alguns países da região. No Brasil, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) desenvolve sistemas baseados em IdC e algoritmos de IA para monitorar culturas e prever rendimentos agrícolas. Recentemente, iniciou pesquisas sobre computação quântica aplicada à agricultura, com potencial para melhorar a modelagem climática, a detecção precoce de doenças vegetais e a análise genômica (Embrapa, 2024). Na Argentina, o Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuária (INTA), por meio de seu Programa AgTech, apresenta inovações, como sensores 3D de biomassa, drones para monitoramento, ordenha robotizada e aplicações de IA em máquinas agrícolas (Ministério da Economia, 2025).

²³ A tabela A.3.1 no apêndice, disponível na edição on-line do RED, apresenta as principais culturas geneticamente modificadas e a porcentagem de adoção por país.

De modo geral, a digitalização permite obter ganhos importantes em produtividade e sustentabilidade nas diferentes fases do processo produtivo, abrangendo desde o acesso aos insumos, passando pela produção primária, armazenamento, logística e processamento industrial, até a distribuição e venda final dos produtos. O quadro 3.4 detalha algumas das principais ferramentas digitais para o setor agropecuário.



Desenvolvimentos como a Internet das Coisas ou o uso extensivo de big data permitem impulsionar a produção e a produtividade

Quadro 3.4

Principais ferramentas digitais para o setor agropecuário

- 1. Internet das Coisas (IdC).** Refere-se a uma rede de objetos físicos, conectados à Internet, que coletam, trocam e analisam dados por meio de sensores, software e outras tecnologias. Alguns exemplos no setor agropecuário são os sensores de solo que medem a umidade e os nutrientes, as estações meteorológicas, os colares com sistema de posicionamento (GPS, na sigla em inglês) para gado, os robôs agrícolas autônomos e até mesmo os telefones celulares e computadores, entre outros dispositivos. Essa conectividade permite a automação de processos rotineiros, como irrigação e fertilização, e a geração e análise de grandes bancos de dados (FAO, 2022b).
- 2. Big data e inteligência artificial.** Na agricultura, a crescente disponibilidade de dados digitais (provenientes de sensores, máquinas equipadas com IoT, imagens de satélite, drones, registros de colheitas, etc.) permite treinar algoritmos de IA e otimizar as decisões produtivas. Por exemplo, por meio de técnicas de aprendizado automático (*machine learning*), a IA pode prever rendimentos a partir de imagens de satélite, diagnosticar doenças vegetais com fotografias de folhas ou recomendar o momento ideal para o plantio, combinando dados históricos do clima e do mercado.
- 3. Blockchain.** Trata-se de um registro de dados digitais organizados em conjuntos (blocos) que se sucedem, formando uma cadeia cronológica, que permite a ligação criptográfica para sua proteção e manipulação. Essa tecnologia possibilita a transação, o armazenamento e o registro de blocos de forma segura, garantindo a rastreabilidade em todo o processo. Também agiliza as transações e garante pagamentos, reduzindo intermediários e facilitando o registro de dados, como as emissões de carbono de um lote ou o cumprimento de padrões orgânicos, criando ativos digitais.
- 4. Biotecnologia e genética.** Podem ser consideradas parte da modernização tecnológica do setor agropecuário, pois avanços como a edição genética estão produzindo novas variedades vegetais mais resistentes a pragas, doenças ou estresse hídrico, complementando o leque de soluções inovadoras para enfrentar as mudanças climáticas e aumentar a produtividade.

Fonte: Finkelstein e Odriozola (2025).

Na fase de aquisição de insumos, a digitalização fornece aos produtores agropecuários ferramentas para comparar preços e características de diversos insumos essenciais, como fertilizantes, sementes e medicamentos veterinários, tudo por meio de portais web ou aplicativos móveis. Essas plataformas digitais são frequentemente desenvolvidas por empresas de tecnologia financeira (*fintech*) agropecuárias e, muitas vezes, integram na mesma plataforma a possibilidade de solicitar crédito. Isso promove a concorrência no mercado de insumos, o que, por sua vez, aumenta a transparência e pode levar a reduções significativas de custos para o agricultor.

A fase de produção primária é onde se implementa uma vasta gama de ferramentas digitais que promovem a produtividade. Existem plataformas (por exemplo, as meteorológicas avançadas) que visam aumentar o rendimento utilizando dados fiáveis e atualizados, processados com IA. Tecnologias de GPS e sistemas de informação geográfica (SIG) permitem aos agricultores coletar e analisar dados espaciais para identificar com precisão os momentos ideais para o plantio e os locais ideais para as culturas, de acordo com as condições específicas do terreno. Um exemplo muito ilustrativo desses avanços é a agricultura de precisão, que está redefinindo as práticas agrícolas ao combinar máquinas avançadas com tecnologias da informação. Esse método de produção utiliza tecnologias como GPS, drones e sensores da IoT para monitorar em tempo real indicadores-chave da saúde das culturas, da qualidade do solo e do uso da água. O resultado desse monitoramento é uma gestão de recursos muito mais eficiente e um consequente aumento nos rendimentos.

Sensores e drones são ferramentas que permitem a coleta de informações precisas e em tempo real, melhorando a eficiência no manejo da terra (BID Invest, 2023). Por exemplo, os sensores de solo medem a umidade, os níveis de pH e o teor de nutrientes, possibilitando a fertilização e irrigação direcionadas, o que reduz o desperdício de recursos e melhora a saúde geral das colheitas. As informações coletadas com essas ferramentas permitem monitorar a presença de pragas, ervas daninhas e doenças e, ao mesmo tempo, servem de base para o desenvolvimento de modelos preditivos utilizando IA. Os drones, por sua vez, desempenham um papel fundamental na vigilância aérea, fornecendo imagens de

alta resolução para detectar rapidamente problemas como o aparecimento de pragas ou situações de estresse hídrico nas culturas.

A enorme quantidade de dados obtidos por meio dessas tecnologias pode ser processada com ferramentas de análise de big data, que fornecem informações claras e concisas aos produtores agropecuários, para que possam tomar decisões informadas. Por exemplo, previsões meteorológicas avançadas permitem decisões oportunas, enquanto modelos de previsão de rendimento, que analisam dados históricos, juntamente com as condições atuais, ajudam a ajustar as práticas para maximizar a produção.



As novas ferramentas digitais permitem uma maior coleta e análise de dados agropecuários, favorecendo uma tomada de decisão mais informada

Complementando tudo isso, estão a automação e a robótica agrícola. O uso de máquinas automatizadas, como tratores e colheitadeiras autônomos equipados com IA, reduz os custos de mão de obra e aumenta a eficiência, permitindo operar com alta precisão e por mais horas, sem a necessidade de intervenção humana. Esses robôs agrícolas podem automatizar e autonomizar diversas atividades, como plantio, pulverização, contagem de plantas ou seleção de frutas, entre outras.

Países como Argentina e Brasil se posicionaram como líderes na adoção e desenvolvimento dessas tecnologias. Na Argentina, a agricultura de precisão tem sido fundamental para aumentar a produtividade e reduzir custos, possibilitando a gestão dos recursos com base em informações georreferenciadas (AgroSpray, 2020). No México, o setor de exportação de frutas e hortaliças, particularmente no estado de Sonora, adotou tecnologias agrícolas digitais, como drones, sistemas de monitoramento agroclimático e de umidade do solo, e máquinas “inteligentes” com GPS. Essas inovações favoreceram uma maior eficiência na produção e foram um fator-chave para que a região seja considerada uma referência em competitividade agrícola (Hernández-Pérez, 2019).

Quadro 3.5

Iniciativas para promover a digitalização agropecuária entre as mulheres

As mulheres rurais continuam em situação especialmente desfavorecida no que diz respeito ao acesso e uso de tecnologias digitais e adaptativas. Algumas iniciativas recentes buscam reverter essa situação. O Programa de Aceleração do Empoderamento das Mulheres Rurais e da Sustentabilidade Ambiental, da FAO, promove desde 2024 o uso de tecnologias digitais e inovações produtivas na Jamaica, Honduras e República Dominicana para melhorar a produção agrícola e a integração das mulheres rurais na cadeia de valor (FAO, 2024c).

A Cooperação FAO-China para a Transformação Digital e Inovação na Agricultura oferece apoio técnico e financeiro a projetos digitais em doze países da América Latina e do Caribe (Argentina, Barbados, Chile, Costa Rica, Guiana, Jamaica, México, Panamá, Suriname, Trindade e Tobago e Uruguai). Seu objetivo é reduzir as lacunas digitais evidenciadas durante a pandemia (SELA, 2024).

No Chile, no âmbito do projeto Comunidades Conectadas da ONU, mulheres rurais participaram de treinamentos em ferramentas digitais voltadas para facilitar o acesso aos serviços do Estado, fortalecendo sua alfabetização digital e autonomia na gestão de procedimentos e na obtenção de benefícios públicos (Nações Unidas Chile, 2024).

Fonte: Elaborado por Barbara Auricchio.

Na fase de armazenamento, logística e processamento agroindustrial, a digitalização também traz melhorias substanciais. Destaca-se aqui o uso da IoT em silos, armazéns e caminhões, com o objetivo de monitorar variáveis como temperatura e umidade para garantir o transporte em condições ideais. A tecnologia também contribui para a elaboração de inventários digitalizados, o que melhora a gestão, a transparência e o controle dos produtos armazenados. As plataformas de logística digital conectam os produtores agropecuários aos serviços de transporte para agilizar a distribuição e reduzir custos. Além disso, as embalagens inteligentes também oferecem uma oportunidade em termos de processamento de produtos seguros e de qualidade, monitorando seu frescor, temperatura e data de validade. Um exemplo concreto disso são os códigos QR, que fornecem ao consumidor final informações detalhadas sobre a data e o local da colheita, as práticas agropecuárias utilizadas e as certificações orgânicas do produto.

Para a fase de distribuição e venda, mais uma vez as plataformas de compra e venda pela internet aumentam o alcance dos produtores e ajudam a reduzir

o número de intermediários. Os mercados on-line permitem que os produtores agropecuários vendam diretamente aos consumidores, o que os ajuda a reter uma parcela maior dos lucros. As plataformas de pagamento digital e de entrega contribuem ainda mais para consolidar as vendas digitais. Além disso, os aplicativos móveis que fornecem preços de mercado em tempo real empoderam os produtores, que podem tomar melhores decisões de venda. A adoção de pagamentos digitais traz ainda benefícios adicionais ao criar e consolidar um registro de transações que pode servir para facilitar o acesso ao crédito, gerando informações valiosas para potenciais credores.

Todas essas tecnologias convergem para um objetivo maior: a sustentabilidade e a redução do impacto ambiental. A melhor gestão de recursos, como água e nutrientes, reduz seu consumo, e as práticas agropecuárias baseadas em dados permitem a adoção de métodos mais sustentáveis que cuidam da saúde do solo e da biodiversidade. Em conjunto, a digitalização promove práticas agropecuárias sustentáveis, aumenta a eficiência e impulsiona o crescimento econômico no setor,

contribuindo, em última instância, para a segurança alimentar e a resiliência diante de desafios como as mudanças climáticas.

Apesar do enorme potencial, a adoção dessas soluções digitais enfrenta barreiras significativas, especialmente em ambientes rurais. As principais barreiras são a falta de infraestrutura básica, como eletricidade e conectividade, um capital humano nem sempre preparado para a adoção e uso de ferramentas digitais, a dificuldade de acesso à tecnologia e à informação, e a falta de financiamento.

É importante reconhecer que nem toda tecnologia é universalmente aplicável; muitas vezes é necessário adaptá-la às condições locais ou mesmo desenvolver soluções completamente novas que se ajustem às necessidades específicas de um território. Para isso, é necessário investir em pesquisa e desenvolvimento (P&D), impulsionado por iniciativas públicas, privadas ou público-privadas, que promovam o desenvolvimento de tecnologias relevantes e acessíveis.

Mudanças climáticas: desafios e oportunidades para o setor

Ortiz-Bobea et al. (2021) estimam que, desde 1961, as mudanças climáticas reduziram a produtividade total dos fatores agrícolas em 21%, com impactos mais acentuados na América Latina e na África. Deng et al. (2023) calculam que, entre 2000 e 2020, cada aumento de um grau Celsius no aquecimento climático provocou reduções nos rendimentos globais de milho (-3,4%), trigo (-2,4%), arroz (-0,3%) e soja (-5,0%), embora com variações regionais significativas.

O aumento das temperaturas médias reduzirá a produtividade agrícola em regiões atualmente quentes, ao mesmo tempo que aumentará o potencial produtivo em áreas de altas latitudes, próximas aos polos, onde as baixas temperaturas historicamente limitaram a atividade agrícola. Em regiões quentes como o norte do México, Aragón et al. (2018) projetam que, em cenários futuros de aquecimento, o rendimento do milho poderia diminuir entre 7% e 20%. Em contrapartida, em áreas de clima temperado-frio, como os Pampas argentinos, prevê-se que um aumento moderado da temperatura e da precipitação aumente a produtividade da soja entre 5% e 10%, como resultado de uma estação de crescimento mais longa (FAO, 2015a).

Por outro lado, os efeitos sobre a temperatura, precipitação e umidade podem afetar as condições do solo e o tipo de cultura adequado para cada região. A capacidade dos países de ajustar e realocar a produção agropecuária entre territórios, em particular, de transferir a produção de regiões que podem perder produtividade para outras que a aumentam devido às mudanças climáticas, determinará o potencial de mitigar ou mesmo reverter a seu favor os efeitos desse fenômeno.

Para estimar o impacto que as mudanças climáticas podem ter na produção agropecuária, Adamopoulos (2025) analisa os efeitos de um cenário de mudanças climáticas sobre rendimentos potenciais e inclui em seus cálculos um contrafactual com realocação espacial e recomposição de culturas²⁴. A tabela 3.1 apresenta um resumo dos resultados²⁵. Focando primeiro a análise nos efeitos das mudanças climáticas sem realocação espacial, podem-se observar dois aspectos mencionados anteriormente. Em geral, os países da região, caracterizados principalmente por climas quentes, sofrerão perdas em seu rendimento potencial devido às mudanças climáticas. As perdas na região como um todo serão de cerca de 22%. No entanto, esses efeitos serão heterogêneos, com países como Antígua e Barbuda, onde as perdas serão

24 O modelo de mudanças climáticas é o GFLD-ESM2M (Geophysical Fluid Dynamics Laboratory-Earth System Model 2M).

25 A tabela A.3.2 do apêndice, disponível na edição on-line do RED, apresenta os resultados detalhados para cada país.

significativas (podendo chegar a 65%), enquanto outros, como Jamaica ou Canadá, poderão experimentar aumentos em seu rendimento potencial (em torno de 40%).

O segundo cenário considera a realocação espacial e a mudança na composição das culturas. A realocação espacial poderia contribuir com ganhos de 30% em relação à situação sem realocação, quase eliminando os efeitos negativos das mudanças climáticas agregadas para a ALC (1.469 frente a 1.477). Se, além disso, for permitida uma recomposição das culturas, seria possível obter um ganho adicional de 70% em relação à situação com realocação. Mais uma vez, a distribuição desses ganhos será muito heterogênea. Por exemplo, nos Estados Unidos, os ganhos por ambos os canais são semelhantes, em torno de 20% (19% pela realocação e 23% pela recomposição); por sua vez, em Antígua e Barbuda, a realocação contribui muito pouco para a melhoria do rendimento, enquanto a mudança na composição das culturas leva o rendimento a níveis superiores aos potenciais atuais.



A realocação espacial da produção e a mudança na composição das culturas podem ajudar a combater os efeitos negativos das mudanças climáticas

Em resumo, as mudanças climáticas podem ter consequências negativas para o rendimento potencial na região. No entanto, a realocação espacial e a mudança na composição das culturas podem ajudar a mitigar ou até mesmo tornar benéficos seus efeitos nos rendimentos agropecuários. Esses cálculos mostram o papel fundamental que os Estados terão no acompanhamento da reconversão da produção agropecuária, tanto em sua distribuição geográfica quanto em sua composição, para enfrentar esses fenômenos adversos.

Tabela 3.1
Efeitos das mudanças climáticas e da realocação espacial

	Rendimento potencial						
	Atual (1)	Com mudanças climáticas (2)	Razão (2)/(1)	Com realocação espacial (3)	Razão (3)/(2)	Com realocação espacial e mudanças na composição das culturas (4)	Razão (4)/(3)
ALC	1.477	1.140	0,8	1.469	1,3	2.493	1,7
Antígua e Barbuda	2.879	1.285	0,4	1.310	1,0	3.454	2,6
Canadá	648	829	1,3	948	1,1	1.618	1,7
Estados Unidos	1.457	1.183	0,8	1.410	1,2	1.728	1,2
Jamaica	1.242	1.763	1,4	1.924	1,1	2.364	1,2

Nota: O rendimento é medido como o valor da produção a preços internacionais por hectare.

Fonte: Elaboração própria com base em Adamopoulos (2025).

Políticas para melhorar a produtividade agropecuária

O crescimento da produtividade agropecuária na ALC tem sido semelhante ou até superior ao de países de alta renda nos quais esse setor é relevante, como os Estados Unidos. No entanto, esse aumento não tem sido suficiente para fechar a profunda lacuna nos níveis de produtividade enfrentada pela ALC enfrenta, um fenômeno multifacetado. Além das evidentes, embora heterogêneas, carências de capital por trabalhador e dos baixos níveis de terra por trabalhador, as evidências são contundentes: as diferenças de produtividade decorrem, em grande medida, da intensidade do uso de insumos. Embora o atraso na eficiência pura seja um componente crítico, respondendo por

mais da metade da lacuna de valor agregado por trabalhador, essa lacuna se amplia quando se considera o baixo uso de insumos intermediários.

A agenda de políticas para impulsionar a produtividade agropecuária na região é multifacetada, abrangendo investimentos do Estado em bens públicos (como sistemas cadastrais atualizados e infraestrutura viária), investimentos privados em tecnologia de ponta e uma melhor oferta de serviços financeiros e seguros para os produtores. A seguir, são discutidas algumas dessas dimensões da política.

Propriedade da terra e cadastro

A terra não é apenas o principal fator de produção no setor agropecuário; é também um ativo fundamental cujo status legal determina a capacidade de investimento, o acesso ao financiamento, o uso eficiente da terra e a estabilidade social nas áreas rurais. Na ALC, os problemas estruturais relacionados à posse e à administração da terra constituem um dos maiores obstáculos à produtividade. A seguir, descrevem-se as políticas destinadas a fortalecer a segurança jurídica da propriedade e modernizar os sistemas cadastrais como pilares essenciais para o desenvolvimento agropecuário.

segurança jurídica necessária para catalisar o investimento e o desenvolvimento agropecuário. Evidências da região apontam que a certificação ou titulação da terra pode levar a um aumento significativo do investimento e da produtividade agropecuária. No Peru, por exemplo, o Programa Especial de Titulação de Terras (PETT), iniciado em 1993, teve um impacto positivo nos investimentos ligados à terra, bem como no valor de mercado dos terrenos e na realocação do trabalho familiar para atividades agropecuárias. Na Nicarágua, a regularização de parcelas aumentou significativamente a probabilidade de os agricultores realizarem melhorias em suas propriedades²⁶.

Segurança na posse da terra

Políticas de formalização da propriedade, principalmente por meio de programas de titulação em massa e regularização da posse, são fundamentais para o desenvolvimento agropecuário e, de maneira mais geral, do setor rural. O objetivo é reconhecer e registrar legalmente os direitos de propriedade daqueles que ocupam e trabalham a terra, proporcionando a

A experiência do programa PROCEDE no México, que transformou os direitos de uso ejidais em direitos certificados, mostra que desvincular a posse do uso pode melhorar a eficiência. A certificação facilitou a migração, promoveu uma modesta consolidação das terras e melhorou o bem-estar das famílias, sem reduzir a área cultivada. Esses resultados sugerem que a concessão de direitos seguros e transferíveis permite uma alocação mais eficiente da terra, do trabalho e do capital (De Janvry et al., 2015).

26 Para uma análise mais aprofundada e sistemática desses casos de regularização fundiária, consultar López et al. (2017).

Para serem eficazes, essas políticas exigem um forte compromisso político e financeiro do Estado. Além disso, seus processos devem ser elaborados de forma a se adaptarem às diversas realidades econômicas, sociais e culturais dos beneficiários, com especial atenção à garantia dos direitos de propriedade dos povos indígenas, um grupo historicamente marginalizado.



A formalização e a titulação da propriedade são essenciais para incentivar o investimento de longo prazo, facilitar o acesso ao crédito e melhorar a eficiência produtiva

Modernização do sistema de administração de terras e do cadastro

A modernização do sistema de administração fundiária e cadastral é um pilar fundamental para o desenvolvimento rural na ALC. A região enfrenta o desafio de ter uma das distribuições de terras mais desiguais do mundo e uma das menores coberturas em termos de registro e cadastro, com países onde a irregularidade na posse da terra pode ultrapassar 50%. Abordar essa situação requer uma transformação dos sistemas de administração de terras (SAT), orientada por políticas abrangentes e pela adoção de tecnologia.

Uma primeira recomendação é o investimento em inovação tecnológica para os SAT. Um SAT moderno, integrado e seguro está associado a um maior acesso ao crédito, menor desigualdade de renda, menos corrupção e um clima de investimento mais favorável. A modernização é vital para uma região onde, segundo a pesquisa realizada em 16 países, apenas um deles (Uruguai) possui um cadastro completo.

Os elementos-chave para essa modernização incluem a digitalização de registros, a coleta de dados por meio de sistemas de navegação por satélite (GNSS) e sistemas de informação geográfica (GIS).

Essas tecnologias são fundamentais, particularmente em áreas rurais, para ajudar a liberar o capital econômico “bloqueado” em terras sem segurança jurídica. Um desafio importante na região é a tradicional segregação entre as instituições de registro e cadastro, tornando essencial a promoção de serviços on-line e a interoperabilidade institucional e eletrônica entre as diversas agências governamentais. A criação de um sistema informático unificado (SIU), baseado em padrões internacionais, como o Modelo de Domínio de Administração de Terras (LADM, na sigla em inglês), pode evitar a fragmentação de esforços e recursos. A modernização cadastral também pode gerar receitas significativas; na Colômbia, por exemplo, as cidades que atualizaram seus cadastros entre 2014 e 2018 aumentaram suas receitas com impostos prediais em 60%, mais do que o dobro das cidades que não o fizeram (Cerrato et al., 2022).

Em segundo lugar, recomenda-se o investimento em um cadastro moderno e multifuncional, concebido como um inventário do patrimônio imobiliário, servindo para fins fiscais, jurídicos, de planejamento e desenvolvimento. A transição para cadastros multifuncionais, que atualmente está sendo adotada lentamente na região, requer um conjunto de políticas e ações coordenadas. Isso inclui avançar em reformas legais que estabeleçam um marco único para o cadastro urbano e rural e impulsionar a descentralização da gestão cadastral. Delegar a atualização e a manutenção aos municípios ou “centros associados”, que conhecem melhor seu território, é um passo fundamental, desde que sua capacidade técnica e operacional seja fortalecida. A construção de infraestruturas de dados espaciais (IDE) é essencial para garantir a interoperabilidade entre o cadastro, o registro, o planejamento e outras instituições. Além disso, é necessário incorporar metodologias inovadoras, como a abordagem *fit-for-purpose* (adequada ao propósito) e a cartografia social, para avançar na cobertura cadastral, especialmente em áreas rurais onde sua aplicação ainda é muito limitada. Para melhorar a segurança jurídica, é importante estabelecer tribunais especializados em terras e fortalecer os mecanismos alternativos de resolução de conflitos, tornando-os mais ágeis e menos onerosos (FAO, 2022b).



É necessário investir na inovação tecnológica dos cadastros para torná-los multifuncionais e interoperáveis, o que contribuirá para a melhoria da arrecadação tributária, o planejamento e o acesso ao crédito

Recomenda-se priorizar o investimento cadastral em áreas rurais historicamente marginalizadas e em

áreas naturais essenciais para a mitigação e adaptação às mudanças climáticas. Isso inclui bacias hidrográficas, florestas de povos indígenas e territórios tribais, bem como sistemas nacionais de áreas protegidas, que, paradoxalmente, muitas vezes estão entre os territórios menos regularizados e com informações mais desatualizadas sobre posse. Para evitar fenômenos como a “apropriação digital de terras”, é imperativo que esses processos sejam transparentes, participativos e baseados em direitos.

Acesso a instrumentos financeiros

O acesso a instrumentos financeiros é fundamental para o setor agropecuário. Isso é essencial tanto do lado da demanda por crédito, que permite investimentos mais expressivos e prazos mais longos, quanto do lado da demanda por seguros, uma vez que a atividade agropecuária está sujeita a uma grande variedade de riscos, principalmente, embora não exclusivamente, de natureza climática.

Em comparação com o Canadá e a Austrália, dois países desenvolvidos com setores agropecuários muito dinâmicos, a ALC apresenta, em média, um nível de crédito ao setor agropecuário em relação ao PIB em linha com os valores observados no primeiro, mas muito inferior aos do segundo. No entanto, dentro da região, coexistem realidades muito heterogêneas. Por um lado, o crédito agropecuário em Belize e na Bolívia, por exemplo, representa 4% e 8% do PIB, respectivamente, enquanto na grande maioria dos países essa porcentagem está muito próxima de 0%, especialmente nas ilhas do Caribe.

Ao analisar a evolução desse indicador entre 2003 e 2023, observa-se que, em um pequeno grupo de países, incluindo Bolívia, Nicarágua, Panamá e Uruguai, o crédito agropecuário como porcentagem do PIB aumentou, enquanto na maioria dos países diminuiu. Mais uma vez, destacam-se algumas ilhas do Caribe, como Santa Lúcia, Barbados, Dominica e São Vicente e Granadinas, onde passou de cerca de 1% em 2003 para cerca de 0% em 2023.

Outra forma de mensurar a importância do crédito para o setor agropecuário é considerando sua participação no crédito total. Nesse caso, a ALC apresenta valores muito abaixo dos observados no Canadá e na Austrália. Essa menor participação pode ser um reflexo das dificuldades enfrentadas pelos produtores agropecuários da região no acesso ao crédito. Novamente, observa-se uma grande heterogeneidade dentro da região, com alguns países com setores agropecuários importantes, como Argentina e Uruguai, onde o crédito para essa atividade representa aproximadamente 14% do crédito total, valores até superiores aos apresentados pela Austrália e Canadá, e outros, particularmente as ilhas do Caribe, onde a participação é praticamente nula.

Ao considerar as políticas de acesso a serviços financeiros para o setor agropecuário, é útil levar em conta a coexistência de diferentes destinatários. Por um lado, estão os pequenos produtores que fazem uso escasso ou nulo de instrumentos financeiros, para os quais se deve pensar em políticas de inclusão financeira que aumentem o acesso e a utilização dos serviços; por outro lado, há produtores de médio e grande porte, ou pequenos produtores tecnificados, que provavelmente já utilizam esses instrumentos com frequência, e para os quais o foco deve ser o aumento ou aprimoramento dos que já são oferecidos e a redução de seus custos.

Inclusão financeira e acesso ao crédito

Nos últimos anos, houve avanços significativos em termos de inclusão financeira. As microfinanças, que surgiram na década de 1980 como um instrumento para combater a pobreza por meio de créditos de baixo valor a pequenos produtores, têm sido uma ferramenta de inclusão financeira amplamente utilizada em regiões em desenvolvimento. No entanto, apesar de alguns sucessos, seus resultados muitas vezes não foram os esperados. Banerjee et al. (2015) mostram que o impacto na demanda por crédito foi menor do que o previsto, com efeitos limitados ou nulos sobre os ganhos dos beneficiários. Observa-se também uma grande heterogeneidade nos resultados, o que ressalta a importância crucial da seleção dos beneficiários, um aspecto frequentemente ignorado nas políticas de crédito. Identificar os produtores com maior potencial de sucesso é extremamente difícil. Além disso, a ampliação do crédito subsidiado sem critérios rigorosos pode se revelar dispendiosa e incentivar uma má alocação de recursos, promovendo a subsistência de produtores de baixa produtividade em vez do dinamismo dos mais produtivos.

Em resposta a essas limitações, nos últimos anos surgiram inovações importantes no setor de microfinanças, voltadas para adaptar os produtos às realidades de seus clientes. Por um lado, foram feitos ajustes nos termos contratuais, como a inclusão de períodos de carência que permitem maior investimento, planos de pagamento mais flexíveis, incentivos dinâmicos que ajustam as condições com base no desempenho inicial e a aceitação de ativos como garantia. Por outro lado, houve uma ênfase renovada na melhoria dos processos de seleção de beneficiários. Essas adaptações são fundamentais para o setor agropecuário, que possui especificidades únicas: um ciclo de produção com um intervalo mais longo entre o investimento e a venda e uma alta exposição ao risco climático, um fator aleatório, mas facilmente verificável pelo credor. Portanto, é crucial que as instituições de microfinanças criem linhas de crédito que levem em consideração essas particularidades para que seus instrumentos sejam realmente eficazes no campo.

Os governos dispõem de uma série de instrumentos para promover o acesso ao crédito dos produtores agropecuários. Por exemplo, podem promover linhas de crédito especiais e fundos de garantia para a agricultura familiar e comercial. Além disso, podem implementar políticas de taxas de juros subsidiadas para reduzir o custo financeiro do crédito, uma estratégia central do programa PRONAF no Brasil. Outra abordagem consiste em oferecer incentivos diretos à capitalização, em que o Estado cofinancia parte do investimento em tecnologia ou infraestrutura, como faz o Fundo para o Financiamento do Setor Agropecuário (Finagro) na Colômbia, reduzindo assim o endividamento do produtor. É igualmente importante vincular o crédito a programas de assistência técnica e extensão rural, garantindo que os recursos sejam acompanhados do conhecimento necessário para maximizar seu impacto, um modelo implementado pelos Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA) no México.

O acesso ao crédito pode ser uma limitação ainda maior para as mulheres produtoras com renda informal e sem garantias tradicionais. Frequentemente, a falta de titularidade da terra impede-as de cumprir os requisitos bancários padrão. Para mitigar essa situação, é essencial desenvolver instrumentos que aceitem garantias alternativas, como aval solidário, histórico de poupança ou reconhecimento comunitário. Produtos de crédito voltados especialmente para mulheres rurais, como os desenvolvidos pelo Agrobanco no Peru, pela Fundación de la Mujer na Colômbia e pela Fundación Microfinanzas BBVA em cinco países da América Latina (coincidentemente todos chamados Agromujer), demonstram que adaptar a oferta financeira impulsiona tanto a autonomia econômica feminina quanto a segurança alimentar.

Por fim, uma área fundamental é a promoção da digitalização, que atua como um grande aliado para superar as barreiras físicas nas zonas rurais, reduzir custos e comissões e aproximar uma maior variedade de instrumentos financeiros dos produtores. Nesse sentido, atualmente existem mecanismos alternativos para construir classificações de crédito para aqueles que não têm histórico no sistema bancário; por exemplo, o BID e a financeira Confianza realizaram um projeto-piloto no Peru baseado no uso de ferramentas psicométricas para avaliar o risco de crédito de micro, pequenas e médias empresas sem histórico de crédito. Os resultados



Trabalhador em estufa no México.

mostraram que o uso dessas provas psicométricas permitia conceder crédito a empreendedores sem histórico, sem deterioração da carteira (Klinger et al., 2013). Embora esse projeto-piloto não tenha sido aplicado especificamente a produtores rurais, ele constitui um importante antecedente de inovação em inclusão financeira na região, que se aplica em outras partes do mundo. Por exemplo, na África, foi implementado um modelo de IA para pontuação de crédito de pequenos agricultores do Quênia a partir de dados alternativos, como rendimento das colheitas, vendas e comportamento de pagamentos (Mengede, 2025).



A digitalização pode ajudar a melhorar o acesso a instrumentos financeiros, reduzindo custos e comissões e aumentando a variedade de serviços financeiros disponíveis

Seguros

A atividade agropecuária é, por natureza, arriscada, condição agravada pela crescente incerteza das mudanças climáticas, que intensificam os riscos de produção e de mercado. Diante desse cenário, os produtores, especialmente os produtores familiares com menor renda, recorrem a estratégias de sobrevivência dispendiosas: diversificam sua produção de forma ineficiente, esgotam suas economias ou mesmo são forçados à migração ou ao trabalho infantil. Essas medidas não apenas limitam seu bem-estar, mas também freiam seu potencial produtivo.

Nesse contexto, o seguro agropecuário surge como um instrumento financeiro fundamental. Além de estabilizar a renda do produtor diante de eventos adversos, os seguros agropecuários também podem melhorar o acesso a outros instrumentos financeiros, especialmente o crédito, reduzindo drasticamente o risco de inadimplência. O quadro 3.6 descreve brevemente os principais tipos de seguros.

Quadro 3.6

Seguros agropecuários

Dentro dos seguros agropecuários, é possível identificar quatro tipos de produtos:

- Seguro de risco único, que cobre um tipo de evento; por exemplo, granizo.
- Seguro multirrisco, geralmente o mais utilizado na região e cobre uma variedade de riscos naturais e biológicos.
- Seguro de renda, que garante ao produtor um nível de renda independentemente da causa de sua queda.
- Seguro paramétrico ou de índice, que cobre quedas na produção com base em variáveis altamente correlacionadas com ela e de fácil verificação, como a quantidade de chuva ou temperaturas muito elevadas.

Obviamente, quanto maior for a cobertura e maior a probabilidade de ocorrência do evento para o qual o seguro é contratado, maior será o prêmio.

Para os pequenos produtores, os benefícios se traduzem em um círculo virtuoso de crescimento. O seguro lhes dá confiança para inovar, permitindo-lhes adotar culturas ou tecnologias mais rentáveis, embora mais arriscadas. Ao distribuir o risco e melhorar seu perfil de crédito, aumenta sua capacidade de investimento, um efeito que pode ser transformador. De fato, estudos como o de Karlan et al. (2014) mostram que a aquisição de seguros pode aumentar o investimento e a produtividade em pequenas propriedades rurais de maneira ainda mais eficaz do que as linhas de crédito diretas. Finalmente, ao limitar o estresse financeiro, o seguro contribui para que os produtores tomem melhores decisões (Mullainathan e Shafir, 2013).

Portanto, promover um mercado de seguros agropecuários dinâmico e acessível não é apenas uma medida de proteção social, é também uma política estratégica fundamental para impulsionar a produtividade, a inovação e a resiliência do setor agropecuário.

Portanto, é difícil entender por que a cobertura de seguros agropecuários permanece baixa. De acordo com Montes et al. (2020), 81% dos pequenos produtores (com menos de 2 ha) nos países de menor renda (excluindo a China) não possuíam seguro agropecuário em 2019, enquanto esse número era de 67% na América Latina e no Caribe. Kapsambelis et al. (2019) argumentam que existem problemas de oferta e demanda que explicam a baixa cobertura. Do lado da demanda, destacam uma percepção inadequada do risco; prêmios muito caros para famílias de baixa renda; falta de educação financeira que permita uma melhor compreensão do produto; e a percepção de que o seguro não é um investimento rentável. Do lado da oferta, mencionam o alto risco inerente à atividade e a tendência dos governos de desenvolver o mercado por meio do uso de subsídios e fundos de ajuda a desastres, o que afeta os programas oferecidos e seus preços; a necessidade de investimentos cada vez maiores para oferecer um produto de qualidade e campanhas de educação para que o produto seja compreendido pelos demandantes. A isso se soma a necessidade de canais de venda e verificação de sinistros de baixo custo e os problemas habituais de assimetria de informação característicos desse tipo de instrumento.

Os governos podem desempenhar um papel ativo na resolução de alguns desses obstáculos. Por um lado, podem fornecer as informações necessárias

para mensurar, avaliar e monitorar os riscos, desenvolvendo agências para coletá-las ou disponibilizando as informações já reunidas por diferentes órgãos públicos. Por outro lado, podem promover o desenvolvimento do mercado de seguros, criando marcos regulatórios e de supervisão adequados para o setor, servindo como resseguro e auxílio em caso de desastres catastróficos aos quais as seguradoras não poderiam responder e fornecendo assistência técnica e capacitação aos provedores de seguros privados.

A partir do estudo de diversas iniciativas na região, o FIDA (Montes et al., 2020) extrai várias lições essenciais para impulsionar os seguros agropecuários. Um aspecto fundamental é a concepção do produto: as apólices devem ser acessíveis, sustentáveis e adaptadas às necessidades dos produtores agropecuários. Nesse sentido, o seguro paramétrico ou de índice se apresenta como uma excelente alternativa para os pequenos produtores, pois são acionados por variáveis de fácil verificação, como os níveis de chuva, eliminando a necessidade de inspeções individuais.



As apólices de seguro agropecuário devem ser acessíveis, sustentáveis e adaptadas às necessidades dos produtores

Além disso, o desenvolvimento do mercado requer um ecossistema sólido baseado na colaboração entre seguradoras, resseguradoras, reguladoras e empresas de tecnologia, onde a existência de um articulador pode ser fundamental para organizar a oferta. Também é vital promover a inovação e a concorrência, alavancando a digitalização para reduzir custos e estruturas como os ambientes de testes (*sandboxes*) regulatórios para testar novos modelos. Acima de tudo, deve prevalecer uma abordagem orientada por missão que, sem deixar de lado a sustentabilidade financeira, priorize o bem-estar do produtor agropecuário. Uma vez alcançado esse objetivo, o impacto vai além da própria apólice, pois um produtor segurado reduz seu risco de inadimplência, melhorando seu acesso a outros instrumentos financeiros, como o crédito.

Infraestrutura agropecuária

O desenvolvimento e a promoção de uma infraestrutura agropecuária robusta devem constituir uma das prioridades da política para o setor. Esse investimento estratégico é fundamental para aumentar a competitividade, reduzir as perdas pós-colheita e melhorar a qualidade de vida dos produtores. Uma visão integral da política agropecuária deve ir além do simples apoio à produção e abranger toda a cadeia de valor. Nesse sentido, as áreas prioritárias de ação incluem a comunicação terrestre e as telecomunicações, a infraestrutura de irrigação e armazenamento, juntamente com a cadeia de frio.

Uma rede viária adequada contribui para reduzir os custos e os tempos de transporte de insumos e produtos, facilitando a conexão entre zonas rurais, centros de consumo e portos. Além disso, a expansão da cobertura de telecomunicações e internet em áreas rurais permite o acesso a informações sobre clima, preços de mercado e tecnologias de cultivo, bem como a gestão remota de operações, otimizando o uso dos recursos.

Além disso, a infraestrutura de irrigação é fundamental para diminuir os riscos decorrentes da variabilidade climática e da escassez de água. Investir em sistemas de irrigação por gotejamento, aspersão e outras tecnologias de precisão pode contribuir para uma produção mais estável e eficiente, além de promover o uso sustentável dos recursos hídricos. Para isso, também será necessário dispor de infraestrutura de irrigação entre propriedades que facilite e garanta o acesso ao abastecimento de água.

Por fim, o estabelecimento de centros de coleta adequados permite o manejo e o armazenamento temporário de produtos primários, contribuindo para a redução das perdas pós-colheita. Além disso, é necessário implementar e fortalecer uma cadeia de frio, por meio de câmaras de refrigeração nas propriedades, nos centros de coleta e no transporte, de modo a preservar a qualidade e prolongar a vida útil de frutas, vegetais e outros produtos perecíveis, facilitando sua chegada a mais mercados.

Inovação e digitalização do setor agropecuário

Para catalisar uma transformação profunda e sustentável no setor agropecuário, é importante articular políticas públicas que impulsionem o investimento estratégico e a adoção inclusiva de tecnologia. O sucesso dessas políticas depende de quatro pilares interligados: fortalecimento do capital humano, fomento à inovação local, criação de mecanismos de financiamento acessíveis e aprimoramento da infraestrutura de conectividade digital. Para fechar a lacuna tecnológica da região e liberar seu verdadeiro potencial, essas políticas devem considerar os pequenos e médios produtores, que são parte fundamental do desenvolvimento rural.

O primeiro pilar é o fortalecimento do capital humano, começando pela alfabetização digital. Essa estratégia requer uma dupla abordagem: por um lado, integrar formal e sistematicamente as competências digitais nos programas de educação e capacitação rural para preparar as novas gerações; por outro lado, com um impacto mais imediato, é fundamental modernizar os

serviços de extensão agropecuária. Isso envolve complementar os métodos tradicionais com ferramentas digitais, como a divulgação de informações importantes via SMS e o treinamento direto no uso de tecnologias específicas. Esses serviços modernizados democratizam o acesso ao conhecimento, permitindo que os pequenos produtores tomem decisões informadas e fechem lacunas que limitam seu desenvolvimento. A criação de plataformas de aprendizagem on-line e fóruns agropecuários potencializará ainda mais esse capital humano, promovendo o intercâmbio de melhores práticas e a aprendizagem colaborativa.



A inovação local e os ecossistemas dinâmicos de agrotecnologia permitem desenvolver avanços tecnológicos que se ajustam melhor às necessidades da região

Quadro 3.7

O caso da Embrapa no Brasil

Parte da literatura econômica sustenta que os avanços tecnológicos e as inovações devem ocorrer nos países de maior renda e nos países de fronteira, onde os retornos desses investimentos são mais elevados; ao mesmo tempo, aponta que os demais países deveriam adotar e adaptar essa tecnologia de fronteira aos seus contextos locais. No entanto, diversos estudos alertaram para os potenciais efeitos limitados dessas estratégias de adaptação, em particular quando a inovação não é facilmente maleável ou adequada ao contexto local. O caso da produção agropecuária, onde as condições climáticas e geológicas, entre outras, desempenham um papel decisivo na adaptação e no rendimento, é talvez o melhor exemplo disso.

Em 1973, o Brasil criou a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) para “promover, estimular, coordenar e realizar atividades de pesquisa com o objetivo de produzir conhecimento e tecnologia para o desenvolvimento do setor agropecuário do país” (Lei 5.851, de 7 de dezembro de 1972). Os pesquisadores da Embrapa alcançaram diversos avanços para a produção agropecuária, como a criação de ferramentas para modificar o solo, adaptadas ao tipo de solo ácido da região central do país, a identificação de variantes genéticas para culturas que as tornavam resistentes às pragas locais e o desenvolvimento de centenas de novas variedades de culturas, incluindo a primeira variedade de soja adequada para climas tropicais. Isso permitiu ao Brasil passar de um país receptor de ajuda alimentar para um dos principais exportadores de alimentos.

Em um estudo recente, Akerman et al. (2025) analisam o efeito que a Embrapa teve na produção agropecuária local e constata que ela aumentou em 110% a produtividade do país nesse setor, com uma relação custo-benefício de 17. Esse efeito foi explicado principalmente pela disseminação de centros de pesquisa em todo o país, o que permitiu o desenvolvimento de tecnologias mais adequadas para cada contexto específico. Esses resultados fornecem evidências de que a P&D pública pode ajudar os países em desenvolvimento a sair da armadilha da inadequação tecnológica.

Fonte: Baseado no artigo de Akerman et al. (2025).

Com produtores mais capacitados, o segundo pilar é o fomento da inovação local para o desenvolvimento de soluções tecnológicas pertinentes e adaptadas. É essencial impulsionar um ecossistema de agrotecnologia (*agritech*) dinâmico, que desenvolva avanços (digitais, biotecnológicos e genéticos) pensados por e para a região. Isso se alcança por meio do financiamento de programas de incubação e aceleração, da organização de concursos de inovação aberta para resolver desafios setoriais e da difusão de casos de sucesso que inspirem novos empreendedores. Nesse processo, é fundamental posicionar as universidades e os centros de pesquisa locais como motores de P&D. A articulação de parcerias público-privadas, nas quais os governos atuem como catalisadores, é essencial para que

empresas emergentes (*startups*), cooperativas e institutos de pesquisa codesenvolvam tecnologias em conjunto com os produtores agropecuários, garantindo, assim, sua relevância e adoção.

O terceiro pilar é o financiamento, pois a tecnologia e a capacitação são insuficientes sem acesso ao capital. É imprescindível criar instrumentos financeiros inclusivos, adaptados à digitalização do setor agropecuário. As soluções incluem linhas de crédito especiais com taxas subsidiadas e prazos alinhados ao retorno do investimento; fundos de garantia que apoiem os pequenos produtores junto a bancos; e o aproveitamento das *fintechs* agropecuárias para canalizar recursos de forma ágil e flexível. Além disso, a promoção de modelos

associativos, como cooperativas, permite que os produtores compartilhem os custos de aquisição ou aluguel de tecnologia, democratizando o acesso à inovação. Apoiar a modernização dos pequenos produtores com financiamento adequado é, em última análise, a chave para melhorar a produtividade regional e reduzir as profundas desigualdades socioeconômicas no campo.

Por fim, melhorar a conectividade digital em áreas rurais requer uma combinação de investimento, políticas públicas que garantam um serviço acessível e de qualidade, e a articulação de esforços público-privados para expandir a infraestrutura necessária. O acesso à eletricidade e a uma conexão de internet de qualidade são condições indispensáveis para a transformação digital do setor. As políticas e estratégias para o fechamento dessas lacunas de infraestrutura são abordadas em detalhes no capítulo 8 deste relatório.

Política comercial

Os baixos níveis de abertura comercial da região refletem-se em um volume de comércio internacional relativamente modesto em relação ao tamanho das economias e em uma integração regional insuficiente. Para promover uma maior abertura comercial, os países da região devem reduzir ou eliminar as barreiras tarifárias e não tarifárias, tomando cuidado para não eliminar as medidas sanitárias e fitossanitárias que protegem a saúde das pessoas e da fauna da ALC. Por exemplo, os países do Mercosul, que têm tarifas elevadas, deveriam considerar reduzi-las gradualmente.

Uma medida não tarifária, que afetaria diretamente o comércio, é a melhoria dos sistemas logísticos e a simplificação dos processos e procedimentos aduaneiros. Isso evitaria maiores restrições e custos ao comércio. Por fim, um grande desafio da região é o avanço na integração regional. Para isso, será necessário melhorar também a infraestrutura de transporte, especialmente a terrestre (Álvarez et al., 2025).

Mecanização

Na ALC, embora a mecanização agropecuária tenha sido tradicionalmente promovida por meio de crédito e isenções fiscais, uma tendência em ascensão é a prestação de serviços de mecanização (FAO, 2022b). Nessa modalidade, os produtores alugam equipamentos por meio de contratos temporários, que podem incluir assessoria técnica e outros serviços complementares, o que é especialmente benéfico para os pequenos produtores agropecuários, permitindo-lhes acessar tecnologia a um custo acessível e liberando-os do ônus econômico da aquisição e manutenção do maquinário, que muitas vezes é inviável (FAO, 2022b; Van Loon et al., 2020).

O sucesso e a expansão desse modelo, do qual a Argentina é um exemplo claro (Elverdin et al., 2018), dependem crucialmente do apoio governamental. Para tanto, é fundamental que o setor público vá além dos incentivos tradicionais e ofereça um pacote abrangente de apoio que promova diretamente a oferta desses serviços, incluindo financiamento adaptado, infraestrutura rural e assistência técnica especializada. Dessa forma, cria-se uma sinergia na qual o setor privado, responsável pelo fornecimento das máquinas, é complementado por um setor público que atua como facilitador, garantindo os bens e as condições públicas necessárias para que o mercado de serviços de mecanização prospere e beneficie os pequenos e médios produtores.

Quadro 3.8

Estratégia do CAF para a prosperidade agropecuária

Como banco verde da América Latina e do Caribe, o CAF impulsiona a transformação do setor agropecuário para um modelo produtivo, resiliente e sustentável.

Entre 2014 e 2024, essa estratégia foi implementada por meio dos seguintes eixos centrais:

- Transferência de tecnologia e conhecimento, por meio da extensão agrícola, biotecnologia e práticas sustentáveis para aumentar a produtividade e a adaptação climática.
- Infraestrutura habilitadora. Incentiva-se o uso da irrigação e o desenvolvimento de infraestrutura de conectividade, digitalização e logística para melhorar a eficiência e o acesso aos mercados.
- Financiamento sustentável, por meio de crédito e linhas de capital para a adoção de práticas e tecnologias de baixo carbono e de adaptação às mudanças climáticas.
- Fortalecimento institucional, com assistência técnica e cooperação para a formulação de políticas públicas e a gestão integrada dos recursos naturais.

Entre 2014 e 2024, essa estratégia envolveu um investimento de US\$ 1,808 bilhão em operações de crédito, investimento patrimonial e cooperação técnica, complementados pela administração de US\$ 140 milhões do Fundo Global para o Meio Ambiente e do Fundo Verde para o Clima para projetos no setor agroindustrial.

Esse apoio foi canalizado por meio de 22 operações de crédito soberano, 3 operações de investimento patrimonial e 31 cooperações técnicas, beneficiando diretamente 16 países da região e potencializando um setor agropecuário mais produtivo, sustentável e inclusivo.

Fonte: Elaboração própria com base em Maris (2025).



Ação CAF.

Escaneie este código QR para saber mais sobre o impulso do CAF à agricultura resiliente, sustentável e regenerativa.