

<b>Título do capítulo</b>	CAPÍTULO 6 – DESAFIOS DA AGRICULTURA FAMILIAR NO BRASIL, NA AMÉRICA LATINA E NO CARIBE: ÁGUA E MUDANÇAS CLIMÁTICAS
<b>Autores(as)</b>	César Nunes de Castro
<b>DOI</b>	<a href="http://dx.doi.org/10.38116/978-65-5635-074-5/capitulo6">http://dx.doi.org/10.38116/978-65-5635-074-5/capitulo6</a>

<b>Título do livro</b>	AGRICULTURA FAMILIAR NO BRASIL, NA AMÉRICA LATINA E NO CARIBE: INSTITUCIONALIDADE, CARACTERÍSTICAS E DESAFIOS
<b>Coordenador(as)</b>	César Nunes de Castro
<b>Volume</b>	-
<b>Série</b>	-
<b>Cidade</b>	Brasília
<b>Editora</b>	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea)
<b>Ano</b>	2024
<b>Edição</b>	-
<b>ISBN</b>	978-65-5635-074-5
<b>DOI</b>	<a href="http://dx.doi.org/10.38116/978-65-5635-074-5">http://dx.doi.org/10.38116/978-65-5635-074-5</a>

© Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – ipea 2024

As publicações do Ipea estão disponíveis para *download* gratuito nos formatos PDF (todas) e EPUB (livros e periódicos). Acesso: <http://www.ipea.gov.br/portal/publicacoes>

As opiniões emitidas nesta publicação são de exclusiva e inteira responsabilidade dos autores, não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada ou do Ministério do Planejamento e Orçamento.

É permitida a reprodução deste texto e dos dados nele contidos, desde que citada a fonte. Reproduções para fins comerciais são proibidas.

## DESAFIOS DA AGRICULTURA FAMILIAR NO BRASIL, NA AMÉRICA LATINA E NO CARIBE: ÁGUA E MUDANÇAS CLIMÁTICAS

### 1 INTRODUÇÃO

Os agricultores familiares (ou qualquer que seja a denominação empregada regionalmente), na América Latina e no Caribe (ALC), enfrentam uma série de desafios em suas atividades de produtores e, acima de tudo, para gerarem nível de renda que sustente a si próprios e a suas famílias em patamares mínimos de dignidade. Ao longo dos capítulos anteriores, foram abordados alguns temas que, cada um a seu modo, contribuem para isso, por exemplo, tecnologia, crédito e assistência técnica.

Os desafios inerentes à produção agropecuária dos agricultores familiares não se limitam, contudo, a aspectos relacionados ao tripé *desenvolvimento tecnológico, disseminação de inovações e financiamento*. Muitos são tais desafios. Nem todos serão abordados neste livro, no qual não se pretende explorar à exaustão os potencialmente inesgotáveis assuntos pertinentes ao histórico, às modalidades, à existência presente e ao desenvolvimento futuro da agricultura familiar na região.

Entre alguns dos temas que não serão objeto desta publicação, podem ser citados: o acesso aos mercados pelos agricultores familiares, o acesso à terra e à reforma agrária, questões de gênero e etárias, formas de associativismo, desenvolvimento rural, entre outros. Entretanto, isso não significa que esses temas não sejam importantes no que tange à agricultura familiar.

O acesso aos mercados, por exemplo, é fundamental para o escoamento da produção familiar e, conseqüentemente, para a geração de renda. Frequentemente, contudo, o acesso aos mercados, para um mesmo tipo de produto, diferencia-se entre um agricultor familiar e um não familiar, *e.g.*, uma grande empresa agrícola. A não inclusão de tal tema, e de diversos outros (como os mencionados no parágrafo anterior), decorreu de uma necessidade prática de limitação temática para atendimento ao que o autor julgou conveniente incluir no livro e em respeito ao prazo final para sua elaboração.

Todavia, alguns temas foram incluídos no livro, além dos pertinentes ao tripé clássico de suporte às atividades agropecuárias. Alguns deles possuem laços estreitos com aspectos ambientais da produção agropecuária. Desses, dois foram os escolhidos para compor este capítulo, a saber, água e mudanças climáticas.

As atividades agrícolas dependem sobremaneira de recursos hídricos para serem desenvolvidas a contento. Sem água, lavouras inteiras, muito extensas ou diminutas, são destruídas, frequentemente em pouco tempo. No caso do milho, por exemplo, espécie vegetal cultivada por agricultores familiares em muitos países latino-americanos e caribenhos (capítulo 2), déficits hídricos de poucos dias (período pouco superior a uma semana), na fase crítica de desenvolvimento da espécie, entre os estágios fenológicos de pré-floração e início do enchimento de grãos, podem afetar significativamente a produtividade final da lavoura (Bergamaschi *et al.*, 2004). No que tange à criação animal, não obstante a resiliência a déficits hídricos momentâneos ser superior, a carência da água em momento oportuno também pode resultar em consequências desastrosas para o agricultor familiar (Guimarães Filho *et al.*, 2000).

Seja em função de limitações socioeconômicas (por exemplo, não possuir equipamentos de irrigação), seja em função de limitações agrárias e climáticas (falta de acesso a alguma fonte de recurso hídrico e/ou clima adverso, como a baixa pluviosidade natural de determinada região), muitos agricultores familiares, na ampla região considerada neste trabalho, não dispõem das condições ideais, no que se refere à água, para realizar sua produção. O caso do semiárido brasileiro é emblemático quanto a isso (Castro, 2018).

A questão da disponibilidade hídrica para a agricultura familiar e os riscos inerentes à disponibilidade insuficiente têm estreita ligação com o clima. O futuro dessa relação é preocupante, tendo em vista as mudanças climáticas. Estas são variadas e advêm, resumidamente, do aumento da concentração atmosférica de gases de efeito estufa (GEE) e da temperatura média global. Decorrem do aumento da temperatura média e de modificações no regime pluvial em muitas regiões do planeta, inclusive na ALC (FAO, 2013).

Com a modificação do regime pluviométrico, especificamente naquelas regiões onde a frequência e a intensidade das chuvas diminuírem, impactos negativos sobre a produção agropecuária poderão ocorrer. Adicionalmente, o aumento da temperatura, caso se concretize, poderá influenciar o cultivo e a criação de muitas espécies – respectivamente, vegetais e animais – adaptadas às condições climáticas presentes, mas possivelmente não adaptáveis às condições futuras.

A depender da magnitude das mudanças climáticas, considerável esforço de adaptação será requerido dos agricultores familiares latino-americanos e caribenhos. Para que isso ocorra do modo mais eficiente e rápido possível, o apoio do Estado, com a implementação de políticas públicas específicas, poderá ser relevante.

Juntamente com o binômio água e agricultura familiar, as mudanças climáticas serão objeto de escrutínio neste capítulo.

## 2 ÁGUA

De todos os insumos utilizados pela agropecuária, a água é o mais universalmente empregado. Conforme a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (Food and Agriculture Organization – FAO), os seres vivos estão mais adaptados a suportar a falta de alimentos do que a de água (FAO, 2013). Diversos aspectos de como ocorre o aproveitamento da água no organismo conferem uma característica dinâmica a sua utilização, o que ressalta a sua importância na agricultura e na pecuária (FAO, 2013, p. 8):

*Esta importancia no solamente tiene que ver con las funciones metabólicas del agua para las plantas y animales (estructurales, transporte de solutos, turgencia celular, participación en reacciones y ciclos, etc.), sino también con sus características dinámicas en estos procesos metabólicos. La velocidad con que se puede pasar de una situación de disponibilidad plena hacia una situación de escasez de agua es mayor que en el caso de los nutrientes esenciales. Por ejemplo, un suelo no pasa de rico en nutrientes a una condición de deficiente en pocos días, pero la disponibilidad de agua sí. A excepción de algunas especies, no hay almacenamiento de reserva de agua de largo plazo en el organismo: su consumo ocurre casi en tiempo real, en la medida que se necesita. Una planta puede estar en plena actividad hídrica a las diez de la mañana y cuatro horas después presentar déficit, si no se mantiene el flujo de agua del suelo. Esta característica dinámica de la disponibilidad hídrica es todavía más importante en la medida que las condiciones climáticas, principalmente la precipitación, son inciertas.*

Esse aspecto dinâmico do aproveitamento da água, por plantas e animais, resulta na necessidade, no que concerne à produtividade agrícola ou pecuária, de ela estar disponível em diversos momentos específicos do crescimento e do desenvolvimento vegetal e animal. Na pecuária, uma fonte constante de água é requerida para dessedentação animal, e, por esse motivo, o acesso a uma fonte permanente é vital para a atividade, seja fonte natural (rio, riacho, lago etc.), seja derivada da engenharia humana (poço artesiano, barragem subterrânea, cisterna).

Quanto à agricultura, é possível se cultivar uma lavoura com a água proveniente da chuva. Essa possibilidade carrega em si riscos inerentes à variabilidade climática em uma região. Desse modo, as ameaças são proporcionais à variabilidade interanual em determinada localidade, particularmente no que se refere ao regime pluviométrico. Tal risco da agricultura de sequeiro pode ser minimizado em um estabelecimento preparado para a agricultura irrigada, com equipamentos e fonte hídrica apropriados a essa atividade.

As condições de disponibilidade hídrica para a agricultura e a pecuária na ALC não são uniformes. Em determinadas regiões de alguns países, as condições climáticas (figura 1; os tipos climáticos do México são apresentados na figura 2, na subseção 2.3) são de tal modo que, comparativamente, a pluviosidade é reduzida,

e, em consequência, se reduz a disponibilidade hídrica. Condições como essas são menos favoráveis à agricultura de sequeiro.

Publicação da FAO (2013) aborda os componentes do ciclo hidrológico<sup>1</sup> e ressalta que, na ALC, esse ciclo:

*presenta diferencias cuantitativas y cualitativas en sus diversos componentes y fases, conforme la región o zona y hay que aprender a convivir con sus características naturales. Por esta razón es importante revisarlo e indicar los posibles cambios provocados por el manejo y uso de las tierras. El agua es esencial para la vida y su escasez afecta negativa y profundamente las posibilidades de desarrollo de una región. Sin agua disponible todo el tiempo, quedan comprometidas las posibilidades de progreso económico y bienestar (FAO, 2013, p. 12).*

Em função de diversas variáveis, climáticas e socioeconômicas, o acesso a alguma fonte de recurso hídrico está longe de ser universal entre os agricultores da região, familiares e não familiares. De acordo com Gómez e Garra (2016), o acesso à água constitui uma das maiores demandas dos agricultores familiares na ALC. Alguns aspectos dos desafios concernentes à relação entre agricultura familiar e água serão abordados a seguir, por país ou sub-região da ALC.

1. "O ciclo hidrológico, ou ciclo da água, é o movimento contínuo da água presente nos oceanos, continentes (superfície, solo e rocha) e na atmosfera. Esse movimento é alimentado pela força da gravidade e pela energia do Sol, que provocam a evaporação das águas dos oceanos e dos continentes. Na atmosfera, forma as nuvens que, quando carregadas, provocam precipitações, na forma de chuva, granizo, orvalho e neve. Nos continentes, a água precipitada pode seguir os diferentes caminhos:

- Infiltra e percola (passagem lenta de um líquido através de um meio) no solo ou nas rochas, podendo formar aquíferos, ressurgir na superfície na forma de nascentes, fontes, pântanos, ou alimentar rios e lagos.
- Flui lentamente entre as partículas e espaços vazios dos solos e das rochas, podendo ficar armazenada por um período muito variável, formando os aquíferos.
- Escoa sobre a superfície, nos casos em que a precipitação é maior do que a capacidade de absorção do solo.
- Evapora retornando à atmosfera. Em adição a essa evaporação da água dos solos, rios e lagos, uma parte da água é absorvida pelas plantas. Essas, por sua vez, liberam a água para a atmosfera através da transpiração. A esse conjunto, evaporação mais transpiração, dá-se o nome de evapotranspiração.
- Congela formando as camadas de gelo nos cumes de montanha e geleiras.

Apesar das denominações água superficial, subterrânea e atmosférica, é importante salientar que, na realidade, a água é uma só e está sempre mudando de condição. A água que precipita na forma de chuva, neve ou granizo, já esteve no subsolo, em *icebergs* e passou pelos rios e oceanos. A água está sempre em movimento; é graças a isto que ocorrem: a chuva, a neve, os rios, lagos, oceanos, as nuvens e as águas subterrâneas". Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/component/k2/item/420-ciclo-hidrol%C3%B3gico.html#:~:text=O%20ciclo%20hidrol%C3%B3gico%2C%20ou%20ciclo,dos%20oceanos%20e%20dos%20continentes>. Acesso em: 13 jun. 2023.

FIGURA 1

Tipos climáticos da América do Sul, da América Central e do Caribe, de acordo com a classificação climática de Köppen



Fonte: Classificação climática de Köppen.

Elaboração do autor.

Obs.: Ilustração cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

Tal qual em alguns dos capítulos anteriores, faz-se a ressalva de que não existem dados homogêneos sobre importantes variáveis para o debate que se propõe nesta seção – por exemplo, quanto à disponibilidade hídrica e à existência de fontes de recursos hídricos nos estabelecimentos agropecuários, nos diversos países latino-americanos e caribenhos. Dada essa limitação, optou-se, para se realizarem as análises deste e dos demais capítulos do livro, pela utilização dos dados disponíveis. Quaisquer comparações eventualmente realizadas devem levar em conta essa ressalva.

## 2.1 Brasil

O clima brasileiro é bastante variado regionalmente (figura 1). Entre as variações marcantes, as pluviométricas se destacam. Enquanto na Amazônia predomina o clima equatorial, com elevados índices pluviométricos, no Nordeste pre-

domina o clima semiárido, com chuvas escassas e significativa variação interanual. Conforme observado no capítulo 2, quase metade dos agricultores familiares do país estão distribuídos pela região Nordeste, justamente onde há o predomínio do clima semiárido (figura 1). Por isso, em termos quantitativos e qualitativos, o acesso à água é particularmente desafiador para os agricultores do Nordeste, principalmente no semiárido. A proporção de estabelecimentos agropecuários de agricultores familiares possuidores de alguma fonte de recurso hídrico na região Nordeste, e em todo o semiárido, é menor do que nas demais regiões brasileiras (tabela 1).

Em um primeiro momento, a partir da observação dos percentuais apresentados na tabela 1, pode-se ter a impressão de que a diferença entre os estabelecimentos agropecuários familiares que possuem fonte de recurso hídrico no semiárido e no Nordeste brasileiro não é tão significativo em comparação às demais regiões. Um dado qualitativo sobre isso, especificamente sobre o tipo de fonte de recurso hídrico, contribui para destacar a diferença (tabela 2).

Dos estabelecimentos agropecuários da agricultura familiar que possuem alguma fonte de recurso hídrico, proporção não desprezível dispõe de fontes hídricas naturais na maioria das regiões brasileiras – em sua maioria, permanentes, como nascentes, rios ou riachos –, com exceção do semiárido e do Nordeste (tabela 2). Na região Sul, por exemplo, 60,3% dos estabelecimentos familiares que possuem fonte de recurso hídrico contam com nascente (protegida e não protegida), e 60,5% têm rios ou riachos (protegidos e não protegidos), ou seja, muitos estabelecimentos familiares na região Sul apresentam mais de uma fonte natural de recurso hídrico.

TABELA 1

**Estabelecimentos agropecuários da agricultura familiar com alguma fonte de recurso hídrico – Brasil, Grandes Regiões e semiárido (2017)**

(Em %)

Estabelecimentos agropecuários da agricultura familiar com fonte de recurso hídrico	
Brasil	81,2
Norte	87,8
Nordeste	73,2
Sudeste	88,5
Sul	88,0
Centro-Oeste	90,2
Semiárido	76,7

Fonte: IBGE (2019).

TABELA 2

**Estabelecimentos agropecuários da agricultura familiar com fonte de recurso hídrico, por tipo de fonte – Brasil, Grandes Regiões e semiárido (2017)**  
(Em %)

Estabelecimentos agropecuários da agricultura familiar com fonte de recurso hídrico: por tipo de fonte								
	Nascente (protegida por mata)	Nascente (não protegida)	Rio ou riacho (protegido por mata)	Rio ou riacho (não protegido)	Poço convencional	Poço tubular profundo jorrante	Poço tubular profundo não jorrante	Cisterna
Brasil	24,0	4,6	32,9	11,4	26,5	1,1	16,9	22,8
Norte	34,2	4,1	50,1	10,3	44,3	1,3	14,6	2,4
Nordeste	4,9	3,2	15,9	12,7	19,5	0,6	12,3	43,2
Sudeste	33,8	8,9	35,6	18,8	21,2	1,4	26,4	10,0
Sul	55,2	5,1	56,7	3,8	35,4	1,6	15,5	1,1
Centro-Oeste	35,5	2,0	55,9	3,1	35,5	2,4	34,8	2,3
Semiárido	3,0	2,1	15,2	13,3	15,7	0,5	12,5	55,9

Fonte: IBGE (2019).

No semiárido e no Nordeste, a realidade é bem diferente. O percentual de estabelecimentos familiares que possuem fontes naturais de água é muito inferior ao das demais regiões (tabela 2). Para compensar essa limitação, investiu-se intensamente na infraestrutura relacionada a fontes não naturais, como poços convencionais e, principalmente, cisternas. No semiárido, 55,9% dos estabelecimentos familiares possuíam pelo menos uma cisterna em 2017.

Isso é resultado de iniciativa criada em meados da década de 1990, com o intuito de disseminar o uso e a posse de cisternas no meio rural do semiárido. Eventualmente, nos anos 2000, tal iniciativa, surgida no âmbito da sociedade civil, por meio da Articulação do Semiárido (ASA), recebeu apoio do governo federal brasileiro. Entre 2006 e 2013, centenas de milhares de cisternas foram construídas com recursos federais em estabelecimentos agropecuários, principalmente familiares, no semiárido (Castro, 2021). Nesse cenário, a disseminação do uso de cisternas no meio rural da ALC é objeto de iniciativa da FAO (FAO, 2013).

A importância de cisternas para as famílias beneficiadas é fato pouco contestado. Sobre isso, Passador e Passador (2010, p. 65) afirmam que “a utilização de cisternas influencia positivamente a qualidade de vida dessas famílias, na saúde, no tempo livre, na renda, e na questão de gênero”. Apesar do sucesso da disseminação das cisternas no semiárido brasileiro, e da importância da posse de cisternas para as famílias beneficiadas, o enfrentamento dos desafios pertinentes ao acesso à água, para os cerca de 1,45 milhão (IBGE, 2019) de agricultores familiares do semiárido, não se limita à propriedade desse equipamento social.

A posse da cisterna não significa que, com a água nela armazenada (16 mil litros, de acordo com a cisterna padrão fornecida pelo Programa Cisternas, do governo

federal), seja possível enfrentar os períodos de estiagens mais severos; com frequência, os períodos de seca no semiárido brasileiro duram vários anos. Além disso, a água armazenada tem, predominantemente, uso familiar (em consumo humano, higiene pessoal, limpeza doméstica e cozimento de alimentos) e, eventualmente, serve para dessedentação animal. Uma cisterna dificilmente fornecerá água para uso agrícola, pelo menos não nas condições climáticas severas do semiárido brasileiro. A situação se agrava quando se considera que, apesar do sucesso do Programa Cisternas, os dispêndios relacionados a ele foram drasticamente reduzidos a partir de 2016 (Castro, 2021).

Em outras regiões do Brasil, também existem desafios para o acesso à água pelos agricultores familiares, mormente no que se refere àqueles que praticam a agricultura irrigada. Em alguns anos específicos, a depender das condições climáticas, têm ocorrido limitações da vazão de retirada para uso na irrigação, em função de conflitos entre o uso urbano e outros usos da água em tempos de racionamento. Foi o que ocorreu no estado de São Paulo, no período da crise hídrica de 2014/2015. De acordo com Gilbertoni e Pandolfi (2017), essa crise teve significativo impacto sobre os pequenos agricultores.

Medidas que tornem os agricultores familiares irrigantes brasileiros mais resilientes a eventos climáticos extremos (a exemplo de estiagens mais prolongadas) têm sido difundidas, como práticas de irrigação mais eficientes. A quantidade desses agricultores é relativamente baixa, mesmo em regiões com clima adverso para a agricultura de sequeiro (caso do semiárido – tabela 3).

TABELA 3

**Estabelecimentos agropecuários familiares: quantidades totais; estabelecimentos familiares com irrigação; e distribuição por métodos de irrigação (2017)**

Variável	Região							
	Brasil	Norte	Nordeste	Sudeste	Sul	Centro-Oeste	Semiárido	
Estabelecimentos agropecuários familiares – total	3.897.408	480.575	1.838.846	688.945	665.767	223.275	1.446.842	
Estabelecimentos agropecuários com irrigação (%)	9,7	6,0	9,4	17,1	6,8	5,4	10,4	
Estabelecimentos agropecuários familiares com irrigação – por método (%)	Gotejamento	27,8	21,6	28,3	28,5	26,1	36,4	30,6
	Microaspersão	20,7	16,8	21,0	27,6	6,8	12,5	23,0
	Outros métodos	1,2	2,4	0,9	1,5	0,8	1,8	0,8

Fonte: IBGE (2019).

## 2.2 América do Sul

É complicada a análise sobre a relação entre a agricultura familiar e os recursos hídricos nos países sul-americanos e nos demais países da ALC em vista da indisponibilidade de dados para a maioria desses países. Como mencionado em capítulos anteriores, o maior complicador para análises como a proposta neste capítulo é a não distinção entre agricultores familiares (ou conceitos com alguma similaridade, por exemplo, agricultor camponês, pequeno agricultor etc.) e não familiares nos censos dos países da ALC, com exceção do Brasil.

Além disso, a maioria dos países latino-americanos e caribenhos não coletam informações sobre disponibilidade de recursos hídricos nos estabelecimentos agropecuários. Mesmo nações com agricultura pujante e com censos comparativamente abrangentes e recentes, como a Argentina (Indec, 2021), não coletam nem registram dados acerca da existência de fonte de água no estabelecimento agropecuário.

Para contornar tal limitação estatística, a opção é buscar, assim como nos demais capítulos, informações em fontes bibliográficas diversas, incluindo-se artigos acadêmicos e documentos de instituições nacionais e internacionais, como a FAO, o Instituto Interamericano de Cooperação Agrícola (IICA), entre outras. No caso dos países para os quais existam estatísticas oficiais sobre a relação água/estabelecimentos agropecuários, elas serão apresentadas (mesmo que não haja distinção entre estabelecimento familiar e não familiar). Para os demais, a maioria, a análise se baseia em síntese pautada nas variadas fontes de informação disponíveis, a começar pelos países do Cone Sul (Argentina, Chile, Paraguai e Uruguai).

Na Argentina, 36.050 estabelecimentos agropecuários (de um total de 249.663)<sup>2</sup> possuíam equipamentos para irrigação em 2018, cobrindo uma área de 1,36 milhão de hectares (de um total de 206,7 milhões de hectares). Dos estabelecimentos aptos para a agricultura irrigada, 4.430 utilizavam métodos mais eficientes de irrigação; 4.344 usavam gotejamento; e 86, microaspersão, cobrindo uma área total, respectivamente, de 182,3 mil e 5,2 mil hectares, pouco menos de 14% da área total irrigada (Indec, 2021). Devido à ausência de distinção entre agricultura familiar e não familiar, inclusive sobre o tamanho da área dos estabelecimentos irrigantes (possível *proxy* – tamanho de área – para a agricultura familiar), não é possível fazer muitas inferências sobre o acesso à água pelos agricultores familiares argentinos.

Parte considerável do território argentino apresenta climas dos tipos árido e semiárido. O leste da Argentina, seja em suas porções localizadas ao sul, seja ao norte, está sujeito a tais tipos de clima, incluindo as categorias desértico quente (BWh), desértico frio (BWk), semiárido quente (BSh) e semiárido frio (BSk) –

---

2. No censo argentino (Indec, 2021), utiliza-se o termo "explotaciones agropecuarias".

figura 1. Em todos eles, os índices pluviométricos são reduzidos, quando cotejados a outros climas, e, geralmente, o período chuvoso concentra-se em determinados meses do ano.

Alguns estudos apontam limitações de agricultores familiares, no acesso à água, em algumas províncias argentinas. Paz, de Dios e Gutiérrez (2014) destacam que 70% dos agricultores familiares na província de Santiago de Estero (no norte da Argentina) não possuem acesso a fonte de água para irrigação, e 16% não possuem água para consumo animal. Gómez e Garra (2016, p. 15) oferecem uma visão sintética da problemática da água na Argentina:

*La situación en Argentina es similar a los otros países del Cono Sur. Es un país privilegiado en su dotación en recursos hídricos, con una disponibilidad media anual por habitante de 20.940 m<sup>3</sup>/habitante/año, muy superior al umbral de “estrés hídrico” adoptado por las Naciones Unidas de 1.000 m<sup>3</sup>/habitante/año (FAO, Aquastat). Sin embargo, estos valores tan positivos a nivel país, esconden importantes asimetrías entre regiones. Por ejemplo, las regiones áridas y semiáridas que comprenden el 76% del territorio nacional, disponen de menos del 14% de los recursos hídricos superficiales y el 60% de ellos están en la región patagónica, lo que explica en gran parte las diferencias en desarrollo y grado de conflictividad.*

No vizinho Paraguai, de 289.649 estabelecimentos agropecuários, 273.041 possuíam algum tipo de fonte de recurso hídrico em 2008. Destes, a maioria – cerca de dois terços (185.419) – tinha poço convencional, que é um tipo de fonte menos segura e suscetível a contaminações diversas (Paraguai, 2009).

Quanto ao Uruguai, país de clima homogêneo (figura 1), o acesso à água era, aparentemente,<sup>3</sup> mais uniforme do que nos vizinhos Argentina, Brasil, Chile e Paraguai. A maioria dos estabelecimentos uruguaios (familiares e não familiares) possuíam algum tipo de fonte de recurso hídrico. Dos 44.781 estabelecimentos agropecuários do país, 73,3% dispunham de pelo menos um poço; 55,5% contavam com diques ou barragens; 11,9% possuíam tanques australianos; e 17,8% tinham moinhos d’água (o Censo Agropecuário uruguaio não fornece a informação relativa ao número de estabelecimentos que não têm fonte de recurso hídrico – Uruguai, 2011).

No Chile, por sua vez, ao contrário do Uruguai, parte significativa do território encontra-se submetida a clima do tipo desértico frio (BWk – figura 1). Na ALC, o Chile é, provavelmente, o país que mais avançou no processo de privatização da água. A constituição chilena de 1980 classifica a água como um bem privado. A partir dela, em 1981 teve início o processo de privatização da água no Chile (Bauer, 2002).

3. Revisão bibliográfica realizada não resultou na identificação de fonte relevante com informações sobre dificuldade de acesso à água pelos agricultores familiares e pelos pequenos agricultores no Uruguai.

Os agricultores, especialmente do norte do Chile, participam ativamente de mercados de negociação de direitos de aproveitamento hídrico. Região de clima árido, em parte dela, localizam-se importantes áreas de produção agrícola. O sistema chileno respeitante ao direito da água é, desde a sua origem, controverso. Por um lado, existem aqueles que o elogiam, como Muchnik, Luraschi e Maldini (1997). Por outro lado, muitos o criticam, especialmente no que se refere à equidade do acesso.

No que concerne ao acesso equitativo, entre outros aspectos, os agricultores familiares<sup>4</sup> chilenos participam dos mercados de água, frequentemente, em condições desvantajosas com relação às grandes empresas agropecuárias. Estas, muito mais capitalizadas, dispõem de recursos financeiros mais abundantes, o que as torna mais competitivas.

Em função de tal assimetria de poder, as críticas ao sistema chileno têm crescido, seja por meio de artigos acadêmicos (López, 2020), seja por meio de artigos jornalísticos (Milesi, 2017; No Chile..., 2021). Por isso, tem sido discutida, no âmbito político chileno, a revisão das normas referentes ao aproveitamento dos recursos hídricos.

Na Bolívia e no Peru, parte do território também é recoberto pela influência de climas áridos e semiáridos, entretanto em menor proporção do que na Argentina e no Chile (figura 1). Tentativa de privatização da água em uma importante cidade boliviana, Cochabamba, resultou em graves conflitos no ano 2000. Não obstante o cerne do conflito ter envolvido, principalmente, o uso e o aproveitamento da água no âmbito urbano, o que ficou conhecido como “a guerra da água” teve consequências também para os agricultores bolivianos. Conforme assevera Drummond (2015, p. 199):

No campo, as associações de irrigadores conseguiram aprovar a Lei 2.878 de Promoción y Apoyo al Sector Riego, a qual estabelece que a promoção da irrigação será feita através da colaboração das associações departamentais, compostas pelos próprios camponeses. A lei também criou o Servicio Nacional e os Servicios Departamentales de Riego, cujo intuito é que mantenham a lógica de interação com as associações de irrigadores. Esta nova lei também reacendeu o debate na Bolívia sobre as formas locais de gestão dos recursos hídricos, cujo intuito era reafirmar o respeito aos usos e costumes tradicionais.

O *Censo Agropecuario* boliviano de 2013 (INE, 2015) disponibiliza informações sobre os tipos de fontes de água dos 871.927 estabelecimentos agropecuários do país: a maioria obtinha água de rios (411.832) ou de represas (239.131). O censo não informava, entretanto, o número de estabelecimentos que não possuíam acesso a nenhuma fonte de água – dado importante para se averiguar a questão da

---

4. Conforme exposto no capítulo 1, no Chile se utilizam amiúde as denominações *agricultor campesino* ou *agricultura camponesa*.

equidade do acesso –, nem, conforme mencionado antes, estatísticas específicas sobre a agricultura familiar.

Tal limitação constitui, convém afirmar, um entrave a estudos que permitam avançar em investigações, a partir de estatísticas abrangentes e atualizadas, acerca de interessante caso de gestão comunitária e camponesa (conceito que compartilha sobreposições com o de agricultura familiar) dos sistemas de irrigação nos Andes bolivianos, analisado no final da década de 1990 por Gerbrandy e Hoogendam (1998).

De todo modo, apesar de serem insuficientes as estatísticas, pode-se afirmar que, assim como na maioria dos países, existem problemas de acesso a fontes de água potável em quantidade e qualidade suficiente em determinadas regiões da Bolívia. É o que ocorre, por exemplo, no vale do rio Huanuni e no lago Uru Uru (local onde as águas do rio Huanuni deságuam), localizado no departamento de Oruru. Mais de um século de exploração mineral na região provocou a deterioração das condições ambientais naturais do rio e do seu entorno. O resultado, de acordo com Perreault (2014b), é que as águas do rio Huanuni já não são apropriadas para a irrigação nem para o consumo humano. Como consequência disso, o referido autor destaca problemas de saúde da população local, poços contaminados, animais doentes e redução considerável do rendimento agrícola. Apesar de decreto de Evo Morales, de 2009, que destinou recursos para a recuperação ambiental do rio, segundo Perreault (2014b), os resultados, até a data de redação de seu artigo, haviam sido pouco auspiciosos.

Como se observa, são vários os fatores que contribuem para dificultar acesso equitativo à água pelos agricultores em muitos países da ALC. O clima é um fator (Argentina, Brasil, Chile), a legislação é outro (Chile), e há externalidades negativas geradas pela atividade mineradora (Bolívia, Peru). No Peru, assim como na Bolívia, existem registros de conflitos entre empresas mineradoras e comunidades rurais em torno do uso da água. Diversos casos são analisados no livro *Minería, agua y justicia social em los Andes: experiencias comparativas de Perú y Bolívia*, organizado por Tom Perreault (2014a).

No Peru, há mais questões envolvidas além das externalidades negativas das empresas mineradoras, o que consiste em um desafio para o acesso à água pelos agricultores familiares. Assim como no Chile, no Brasil (especialmente no semiárido) e em outros países da ALC, a competição desigual na apropriação dos recursos hídricos – por parte de grandes empresas agroexportadoras – constitui elemento de instabilidade, bem como representa potencial gerador de conflitos e causador de injustiça social.

Em regiões peruanas, como Ica (Oré, 2005), Piura (Ploeg, 2009), Chavimochich e Olmos (Perreault, 2014b), todas localizadas na costa árida do Peru,

o processo de apropriação e uso de grandes volumes hídricos por poucas empresas agroexportadoras é ressaltado por diversos autores. Não obstante tais denúncias, o *IV Censo Nacional Agropecuario* peruano (Inei, 2012) não registra informações que permitam identificar alguma questão de inequidade no acesso à água, pelo menos no que se refere à prática da irrigação (tabela 4).

Observa-se maior percentual de estabelecimentos agropecuários que praticam a irrigação entre aqueles de grupos de área menores, enquanto se verifica maior proporção entre aqueles com menos de 1 ha (tabela 4). A partir do grupo de área superior a 10 ha, a proporção de estabelecimentos praticantes da irrigação reduz-se significativamente.

Na falta de estatísticas sobre volumes de água efetivamente retirados (a maioria dos países da região não possuem tais registros), não é possível se avaliar quão precisas são as afirmações referentes à assimetria de acesso à água em diversas localidades da costa árida peruana, a exemplo do que consta nos trabalhos de Oré (2005), Ploeg (2009), Perreault (2014b), entre outros.

Isso não significa, deve-se deixar bem claro, que não existam assimetrias, mas apenas que os dados do Censo Agropecuário peruano mais recente não fornecem indícios que permitam confirmação a esse respeito (não em termos volumétricos, pelo menos). De todo modo, enquanto os 260.561 estabelecimentos irrigantes com menos de 0,5 ha irrigavam superfície média de 0,2 ha, os 334 estabelecimentos irrigantes com mais de 3 mil hectares irrigavam uma área total de aproximadamente 3,5 milhões de hectares (média de cerca de 10.440 ha). É de se supor, ademais, que haja razoáveis diferenças volumétricas captadas por cada tipo de unidade desses grupos.

Sobre o Peru, deve-se ressaltar, adicionalmente, que o clima pouco chuvoso em parte do país resulta, não raro, no impedimento do cultivo, especialmente na região costeira. É o que apontam dados do *IV Censo Agropecuario Nacional 2012* (Inei, 2012). O principal motivo declarado pelos agricultores recenseados para não cultivarem parte da área de seus estabelecimentos, em 2012, consistiu na falta de água. Naquele ano, 48,9% da área não foi cultivada por essa razão.

Um pouco mais ao norte da América do Sul, localizam-se países que, em termos climáticos, possuem um clima, comparativamente, mais favorável quanto à disponibilidade hídrica do que a maioria dos seus vizinhos sul-americanos. São os casos da Colômbia, do Equador e da Venezuela. Embora existam manchas de clima semiárido ou árido nesses países, a proporção recoberta por esses tipos climáticos é menor do que nos seus vizinhos (figura 1).

TABELA 4

**Estabelecimentos agropecuários, por grupo de área, que praticam agricultura irrigada e de sequeiro no Peru (2012)**

Grupo de área	Estabelecimentos agropecuários				
	Total	Agricultura irrigada		Agricultura de sequeiro	
		Quantidade	%	Quantidade	%
Todos	<b>2.213.506</b>	970.536	43,8	1.242.970	56,2
< 1 ha	<b>831.843</b>	426.040	51,2	405.803	48,8
Entre 1 e 5 ha	<b>922.572</b>	407.909	44,2	514.663	55,8
Entre 5 e 10 ha	<b>218.564</b>	84.462	38,6	143.283	65,6
Entre 10 e 50 ha	<b>193.709</b>	45.402	23,4	148.307	76,6
Entre 50 e 100 ha	<b>23.363</b>	3.228	13,8	20.135	86,2
Entre 100 e 500 ha	<b>16.923</b>	2.347	13,9	14.576	86,1
Entre 500 e 1.000 ha	<b>2.500</b>	394	15,8	2.106	84,2
> 1.000 ha	<b>4.032</b>	754	18,7	3.278	81,3

Fonte: Peru (2012).

Dados estatísticos sobre água, agricultura e agricultura familiar relevantes e atualizados, para os intentos deste capítulo, não estão disponíveis no caso da Venezuela, pois não foi possível acessar os dados do Censo Agropecuário mais recente (supostamente o de 2011).<sup>5</sup>

Com relação à Colômbia, o terceiro Censo Agropecuário do país (Dane, 2016) oferece algumas informações. Segundo essa base de dados, 87,4% dos agricultores declararam ter acesso a uma fonte de água. Deve-se observar, contudo, que o instituto responsável pelo recenseamento incluiu como fonte hídrica a água de chuva, que se revelou a segunda principal fonte para os agricultores colombianos (21,6%).

O censo colombiano registra e disponibiliza uma interessante informação não identificada nas pesquisas nacionais semelhantes dos países da ALC – a escassez de água para a atividade agropecuária. Entre os agricultores recenseados, 54,7% declararam ter tido alguma dificuldade no acesso à água para esse fim. Nesse sentido, as principais causas são: seca (61,4%), falta de infraestrutura (24,2%) e contaminação da fonte de água (6,6%). Os maiores percentuais daqueles que declararam ter tido

5. Foi identificada menção ao VII Censo Agrícola Nacional da Venezuela na seguinte página: <https://www.cepal.org/es/notas/venezuela-vii-censo-agricola-nacional-disponible-procesamiento-linea-redatam-mat>. Ao acessá-la (diversas tentativas foram realizadas entre outubro de 2022 e junho de 2023), não se conseguiu chegar ao referido documento e às estatísticas nele disponíveis.

dificuldades por causa da seca foram observados nos departamentos de La Guajira, Magdalena, Cesar, Córdoba e Sucre, todos localizados no norte da Colômbia.

No Equador, Houtart (2014) destaca inequidades no acesso à água para a irrigação entre a agricultura familiar e a agricultura empresarial. Em sentido semelhante, Gaybor (2011) ressalta as inequidades no acesso à água entre grandes empresas agroexportadoras e pequenos agricultores no país, analogamente ao que ocorre no Peru (Oré, 2005; Ploeg, 2009; Perreault, 2014b), no semiárido do Brasil (Andrade e Nunes, 2014) e em outros países da ALC.

### 2.3 América Central e Caribe

Os países da América Central e do Caribe são recobertos, em boa parte de seus territórios, por climas tropicais e, comparativamente ao restante da ALC (América do Sul e México), são chuvosos (figura 1). No caso da América Central, é ampla a faixa de variação da precipitação nos países da região (tabela 5). Na maior parte dos territórios desses países, os valores dos índices pluviométricos anuais são elevados e, em alguns casos, passam de 6 mil – e até de 7 mil – milímetros (mm) anuais. Uma faixa do território de alguns desses países (El Salvador, Guatemala, Honduras e Nicarágua) encontra-se sob influência do fenômeno El Niño. Nessa faixa, o clima é mais errático, com significativa variação anual de precipitação e, eventualmente, períodos de seca mais prolongada.

TABELA 5  
Faixa de precipitação pluviométrica anual na América Central, por país

País	Faixa de precipitação (mm/ano)
Guatemala	500-6.000
Belize	1.300-4.450
Honduras	1.500-3.000
El Salvador	1.500-2.300
Nicarágua	400-6.300
Costa Rica	1.300-7.500
Panamá	1.500-5.500

Fonte: Leonard (1985)<sup>6</sup> apud Faustino (1997).

Uma significativa diferença hidrológica na América Central se observa entre as vertentes atlânticas (porção do território banhado pelo Oceano Atlântico) e pacíficas dos países. Enquanto a vertente atlântica (ou caribenha) é recoberta, predominantemente, por climas mais chuvosos (Af – equatorial chuvoso; e Am – monçônico) e é menos povoada, a vertente pacífica é mais povoada e está sob influência de clima menos chuvoso (Aw – savânico; com estação seca que pode durar, a depender da região, de quatro a seis meses). Frequentemente, nos estabelecimentos agropecuários

6. Leonard, J. H. *Recursos naturales y desarrollo econômico de América Central: un perfil ambiental regional*. San José: IIED, 1985.

da vertente atlântica, o problema é o excesso, e não a falta de água. Segundo Faustino (1997, p. 7), nessa vertente, “*las tierras dedicadas a agricultura requieren drenaje y medidas para el control de inundaciones*”.

Não obstante a aparente situação de relativa fartura hídrica de parte significativa dos territórios desses países, existem sinais de alerta. O mais preocupante deles será abordado na próxima seção (no caso da América Central, na subseção 3.3), a saber, a ameaça das mudanças climáticas, em vista de a América Central constituir a região tropical onde se estima que elas serão mais intensas (Giorgi, 2006). No entanto, existem outros problemas. Bonilla (2002), por exemplo, ressalta a falta de governança do uso da água na Costa Rica. No resumo de seu artigo, Bonilla (2002, p. 39) afirma:

*En tan solo cinco décadas se pasó de la riqueza y abundancia de agua, a la vulnerabilidad y escasez de ésta. Un conjunto de realidades ha originado la mencionada crisis: la ausencia de políticas hídricas integrales, claras y estables, un marco legal desactualizado, estático y de mínimo cumplimiento, que ha permitido el uso ineficiente y la contaminación de los cuerpos de agua y desde luego la cultura dominante de poca o ninguna valoración del agua como recurso vital para el desarrollo presente y futuro de todas las especies que poblamos el país.*

Quanto a informações atinentes aos vínculos entre água e agricultura familiar, os Censos Agropecuários da região ou são antigos, e, portanto, desatualizados, ou as instituições recenseadoras da maioria dos países da América Central e do Caribe pouca atenção dedicaram à questão da água (e, como observado ao longo dos capítulos deste livro, da agricultura familiar ou de conceito equivalente). Alguns até investigam certas informações elementares sobre a agricultura irrigada (estabelecimentos agropecuários que praticam a irrigação e tipo de método utilizado), todavia uma informação mais básica e universal do que a relacionada à irrigação – se o estabelecimento agropecuário tem acesso a alguma fonte de recurso hídrico, e, em caso afirmativo, qual – apenas o censo da Nicarágua registra (Inide, 2012).

No caso desse país, de 262.542 estabelecimentos agropecuários, 219.083 (83,4%) possuíam alguma fonte de água. Nesse sentido, destacam-se as principais fontes: rios e/ou riachos (91.206), nascentes (75.127) e poços de perfuração manual ou poços simples – 60.810 (Inide, 2012). Ao se analisarem os dados proporcionais de estabelecimentos agropecuários com fonte hídrica sobre o total de estabelecimentos, observa-se maior proporção nos departamentos da vertente atlântica/caribenha do país, como a Región Autonomista Atlántico Sur e a Región Autonomista Atlántico Norte, o que corrobora os estudos de Faustino (1997).

Outras ameaças ao setor agrícola da América Central e do Caribe, no que tange à disponibilidade de água, são apontadas em Cashman (2012). Em análise sobre o marco legal da gestão e da governança hídrica de quinze países anglófonos do Caribe (o autor incluiu Belize – América Central – entre eles), Cashman destaca alguns fatos relativos a tentativas de reformulação do marco legal da água em função do seu uso

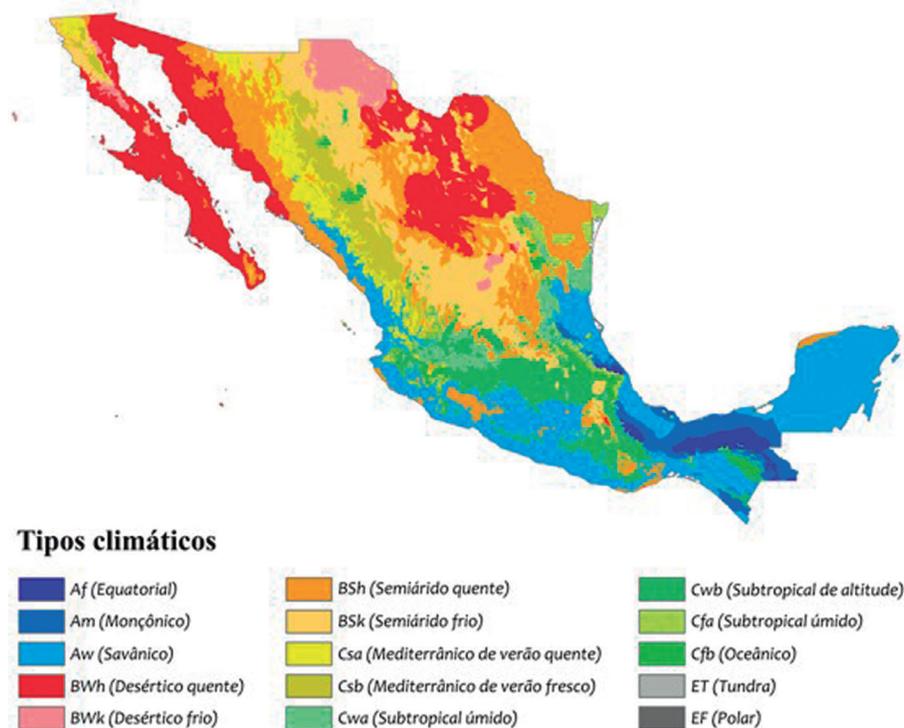
agrícola: i) a proposição de mudanças por tecnocratas de agências governamentais de Antígua e Barbuda, por causa da competição pela água no setor agrícola, entre outros fatores; ii) o processo de debate legislativo sobre recursos hídricos provocado pelos receios quanto à disponibilidade hídrica futura para a agricultura em Belize; e iii) a circunstância de que o uso da água na agricultura não faz parte, na maioria dos países considerados, do marco legal de gerenciamento de recursos hídricos.

## 2.4 México

Um dos países da ALC que enfrenta significativos desafios associados à disponibilidade hídrica para a agricultura é o México. Cerca de dois terços do seu território está submetido a climas áridos e semiáridos (figura 2), o que impacta negativamente a disponibilidade hídrica para os múltiplos usos no país (Ochoa-Noriega *et al.*, 2020).

FIGURA 2

**Tipos climáticos do México, de acordo com a classificação climática de Köppen**



Fonte: Classificação climática de Köppen (Köppen, 1931).

Elaboração do autor.

Obs.: Ilustração cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

Em virtude de tais limitações hídricas, uma das alternativas encontradas pelos agricultores mexicanos (tanto familiares quanto não familiares) é o aproveitamento, sob modos diversos, das águas subterrâneas. O excesso desse tipo de uso, como a superexploração dos recursos subterrâneos, tem contribuído para a redução significativa, e preocupante, dos níveis dos lençóis freáticos em regiões mexicanas (Lugo-Morin, 2009; Salazar-Moreno, Rojano-Aguilar e López-Cruz, 2014). O número de estabelecimentos agropecuários que dependiam de águas subterrâneas para realizar a irrigação da lavoura sugere a potencial superexploração – de 630.313 estabelecimentos irrigantes, 176.433 obtinham a água de poços profundos (Inegi, 2009).

As projeções quanto à problemática da água no México, no futuro próximo, não são auspiciosas. De acordo com Lugo-Morin (2009, p. 14):

*La Conagua [Comisión Nacional de Agua] estima que para el año 2030, en algunas de las regiones hidrológico-administrativas del país, la disponibilidad natural media de agua alcanzará niveles cercanos o incluso inferiores a los 1.000 m<sup>3</sup>/hab/año, es decir una condición calificada como grave.*

As alternativas para os agricultores familiares com relação à água envolvem, e envolverão de modo crescente, o aumento da eficiência de seu uso na agropecuária (Salazar-Moreno, Rojano-Aguilar e López-Cruz, 2014) e, provavelmente, o fortalecimento da capacidade de ação coletiva dos agricultores familiares (ou categoria semelhante), com o intuito de se pleitear um acesso minimamente igualitário aos recursos hídricos mexicanos. Segundo dados do *VIII Censo Agrícola, Ganadero y Forestal* (Inegi, 2009), dos 630.313 estabelecimentos irrigantes mexicanos,<sup>7</sup> apenas cerca de 29 mil (menos de 5%) utilizavam práticas de irrigação mais eficientes – gotejamento (20.881) e microaspersão (8.191).

### 3 MUDANÇAS CLIMÁTICAS

A disponibilidade hídrica para a agricultura, objeto de análise da seção anterior, é estreitamente ligada ao clima. Nesse sentido, as condições climáticas de uma localidade impactam a agricultura por causa da relação com a água, e outras variáveis também influenciam o desenvolvimento agrícola, desde o nível do estabelecimento agropecuário individual até, coletivamente, uma região ou um país inteiro.

A temperatura determina o tipo de espécie vegetal que pode ser cultivado em um local. O nível de insolação por vezes também influencia o crescimento vegetal, bem como o fotoperíodo. No caso de regiões de clima mais temperado, a ocorrência imprevista de geadas pode destruir plantações inteiras. As condições atmosféricas

7. O censo mexicano não disponibiliza informação desagregada sobre agricultura familiar. No México, o conceito de agricultura familiar ainda não foi legalizado por instrumento normativo – capítulo 1.

concernentes à circulação do ar, intensamente influenciada pelo clima, também podem, em situações específicas de ventos intensos, prejudicar a agricultura.

O melhoramento genético tem sido historicamente um componente significativo da ação humana na domesticação de vegetais para o plantio em condições edafoclimáticas específicas. Realizado há milênios, inicialmente de modo mais rústico, pautado em conhecimentos práticos, e, há pouco mais de cem anos, a partir de arcabouço teórico em constante desenvolvimento, o melhoramento genético vegetal contribuiu para a geração de variedades de muitas espécies mais produtivas e adaptadas ao cultivo em diferentes condições climáticas. Eventualmente, foi direcionado por agricultores familiares, inclusive, à obtenção de variedades apropriadas para o cultivo. Especialmente no Brasil, isso ocorre por meio de pesquisas da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa (Morais *et al.*, 2007; Cardoso, Jovchelevich e Moreira, 2012; Manos *et al.*, 2017).

Um crescente desafio relacionado à agricultura, e a múltiplos outros aspectos vinculados ao meio ambiente e ao suporte da vida no planeta, diz respeito ao fenômeno das mudanças climáticas. Resumidamente, o fenômeno consiste no processo de aquecimento global em decorrência, primordialmente, das emissões humanas de GEE (provenientes de veículos automotores, indústrias, queimadas etc.). O aumento da temperatura média no planeta provoca diversas modificações em outras variáveis climáticas e ambientais, muitas delas interdependentes, como alterações nas correntes de ar, nas correntes marítimas, nos regimes pluviométricos, nas vazões de cursos d'água etc.

Essas mudanças somadas têm o potencial de afetar significativamente a agricultura em todo o planeta. O aumento da temperatura em uma região pode inviabilizar espécies historicamente cultivadas. A modificação do regime pluviométrico pode, por sua vez, ter efeito de deslocamento produtivo semelhante, bem como, em caso de ampliação da variação interanual da intensidade das chuvas, aumentar as incertezas na produção agrícola.

O meio científico internacional vem apontando, há décadas, as ameaças das mudanças climáticas para a agricultura no mundo inteiro. Parry e Carter (1989), por exemplo, no fim da década de 1980, descreveram algumas das descobertas principais de um projeto de pesquisa realizado entre 1983 e 1987 sobre mudanças climáticas e agricultura. Atuando em um campo de estudo, à época, ainda nos seus primórdios, esses autores se preocupavam com o aprimoramento metodológico referente às pesquisas sobre as mudanças climáticas, sobre projeções alusivas ao fenômeno, sobre a sua relação com a agricultura e sobre respostas práticas (políticas públicas) potenciais aos impactos dessas mudanças nos níveis regional, nacional e internacional.

Cerca de dez anos depois, na virada do milênio, esse campo de estudos havia crescido muito. Adams *et al.* (1998) concluíram que haverá, ao longo do século XXI, ganhadores e perdedores no amplo continente americano. Nesse contexto, algumas áreas se beneficiarão com o crescimento da produção agrícola, e outras se prejudicarão com o decréscimo. A conclusão dos autores a gerar maior alerta, no caso da ALC, alude à perspectiva de perdas de produção mais significativas em regiões de menor latitude (mais próximas à linha do Equador), com clima mais quente.

Após mais de dez anos de refinamentos, descobertas e hipóteses, muitos estudos começaram a analisar os impactos das mudanças climáticas sobre a agricultura em grupos de países, ou regiões específicas. Mendelsohn (2008) avaliou os potenciais impactos das mudanças climáticas nos países em desenvolvimento. O autor apresentou evidências que corroboram a hipótese de Adams *et al.* (1998) de que os maiores impactos negativos das mudanças climáticas, no que tange à redução da produção, ocorrerão sobre a agricultura tropical e subtropical nesses países, especialmente nas regiões mais quentes, mais próximas à linha do Equador, inclusive na América Latina.

Segundo estudo do Banco Interamericano de Desenvolvimento – BID (Vergara *et al.*, 2014), as principais consequências das mudanças climáticas sobre a agricultura na ALC provavelmente incluirão as elencadas a seguir.

- 1) Aumento da temperatura atmosférica e do solo, que afeta o processo fotossintético dos cultivos, com provável redução de produtividade por área cultivada; provoca mudanças, no longo prazo, na ecologia e na hidrologia dos ecossistemas; acarreta redução da umidade do solo, o que, caso ocorra na superfície, pode impactar a sua aptidão para o uso agrícola (em outras palavras, haveria potencial redução de áreas aptas para a agricultura).
- 2) Períodos prolongados de estiagem: algumas das regiões mais afetadas incluem importantes zonas produtoras de alimentos, como o entorno do rio da Prata e áreas costeiras do norte da América do Sul e do Golfo do México.
- 3) Aumento do nível do mar: muitas das regiões costeiras de baixa altitude da ALC são utilizadas para a agricultura intensiva. Alguns exemplos são as planícies do norte da Colômbia, da Venezuela e do Golfo do México; o delta do rio da Prata, na Argentina; as margens do rio Madalena, na Colômbia; e o norte do estado do Maranhão, no Brasil.

No que se refere aos impactos das mudanças climáticas sobre a produção agrícola e pecuária de pequenos agricultores,<sup>8</sup> Mendelsohn (2008) destaca que a produção deles não é, necessariamente, mais afetada do que a das grandes propriedades e empresas do agronegócio. Isso ocorre em função de uma possível maior facilidade de conversão para outros tipos de lavouras e/ou criação animal entre os pequenos agricultores e os agricultores familiares, cuja produção é menos especializada do que a dos empreendimentos agropecuários maiores. O autor ressalta que a irrigação constitui importante técnica para contraposição aos efeitos negativos do aquecimento global.

A perspectiva de a agricultura irrigada representar panaceia para o problema das mudanças climáticas deve, entretanto, ser considerada com alguma dose de prudência, dada a possibilidade de não existir disponibilidade hídrica suficiente para atender ao aumento da demanda de água da agricultura irrigada. Isso já ocorre em muitos países e regiões da ALC, como observado na seção anterior. São os casos, por exemplo, do semiárido no Nordeste do Brasil e de partes consideráveis do México, entre outros. Em algumas regiões, no mundo e na ALC, poderá ocorrer redução da disponibilidade hídrica para a agricultura em decorrência das mudanças climáticas. Quais serão as prováveis consequências do fenômeno para a agricultura familiar na ALC é o que se abordará a seguir.

### 3.1 Brasil

As projeções sobre mudanças climáticas são variadas para o Brasil. País de vasta extensão e sob influência de tipos diferentes de clima (figura 1), é natural supor que o fenômeno ocorra em intensidades diferentes e impacte diversamente as diferentes porções do seu território.

Resultados do Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC (Stocker *et al.*, 2013) e do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC, 2014) indicam que a temperatura deve aumentar em toda a América do Sul, particularmente no sul da Amazônia. O aquecimento na Amazônia poderá variar entre 3 °C e 8 °C até o ano de 2100, a depender do cenário e do modelo considerados. Juntamente com a região amazônica, outra área de maior vulnerabilidade no Brasil, segundo esses estudos, é o semiárido.

Além da temperatura, projeções apresentadas nos mencionados estudos (Stocker *et al.*, 2013; PBMC, 2014) sobre os ciclos pluviométrico e hidrológico também sugerem mudanças significativas. Em geral, indicam que as chuvas devem se reduzir no decorrer do século XXI, especialmente na Amazônia (redução entre

---

8. Conceito semelhante, em muitos aspectos, ao de agricultura familiar – capítulo 1.

1 mm e 1,5 mm por dia) e no Nordeste (redução entre 2 mm e 2,5 mm por dia), apesar de que aumentos da precipitação podem ocorrer na região Sul.

As projeções sobre os impactos das mudanças climáticas na produção agrícola brasileira são, no geral, pouco otimistas. Com exceção da cana-de-açúcar, importantes culturas devem sofrer com a redução das áreas de baixo risco produtivo e, conseqüentemente, com a redução da produtividade e da produção. As áreas de baixo risco de soja e milho incluem-se entre elas. No caso do café, poderá haver redução de 33% da área de menor risco produtivo nos estados de Minas Gerais e São Paulo (principal região produtora do Brasil), parcialmente compensada por possível aumento de produção no Sul do país (Margulis e Dubeux, 2010).

As perspectivas são particularmente preocupantes na região Nordeste e no semiárido. Conforme exposto ao longo do livro, cerca de 50% dos estabelecimentos agropecuários familiares do Brasil localizam-se no semiárido (quase 2 milhões de estabelecimentos – tabela 6), área já afetada por condições climáticas adversas.

TABELA 6

**Números totais de estabelecimentos não familiares e familiares – Brasil, Nordeste e semiárido (2019)**

Tipologia	Número de estabelecimentos		
	Brasil	Nordeste	Semiárido
Agricultores não familiares	1.175.916	483.873	388.693
Agricultores familiares	3.897.408	1.838.846	1.446.842
<b>Total</b>	<b>5.073.324</b>	<b>2.322.719</b>	<b>1.835.535</b>

Fonte: IBGE (2019).

As projeções mais recentes do IPCC para o semiárido indicam redução de aproximadamente 30% na precipitação pluviométrica e aumento de 3 °C a 4 °C na temperatura até 2030. O perigo relacionado ao aumento de temperatura consiste no fato de que suas médias de temperatura já são elevadas e, com o possível aumento, podem chegar a aproximadamente 40 °C, ou até ultrapassar essa marca nos meses mais quentes. Além disso, projeções climáticas sugerem possível aumento da intensidade das secas (Solomon *et al.*, 2007; Stocker *et al.*, 2013; PBMC, 2014; Marengo, 2014).

Isso representa sério risco para a agricultura, porque muitas espécies vegetais atualmente cultivadas podem se tornar inviáveis com temperaturas tão elevadas, além da ameaça referente à baixa disponibilidade hídrica e às frequentes secas regionais. Segundo Margulis e Dubeux (2010), no semiárido podem ocorrer perdas significativas na produção de milho, arroz, feijão, algodão e mandioca, ou seja, em algumas das mais importantes lavouras de subsistência. Os conseqüentes impactos, em termos de redução da produção agrícola e pecuária, podem contribuir para um novo impulso no êxodo rural. Além disso, o relatório destaca que o processo

de desertificação já está em andamento na região, e o aumento da temperatura intensificará esse fenômeno, preocupante do ponto de vista ambiental e, também, do desenvolvimento agrícola (Masson-Delmotte *et al.*, 2021).

Deve-se, contudo, considerar as projeções de redução da produção com alguma cautela. Em um cenário de consistente decréscimo da produtividade de determinadas espécies vegetais em virtude de mudanças climáticas, os agricultores muito provavelmente (ousa-se afirmar que certamente) buscarão outras espécies viáveis para cultivo, em detrimento daquelas prejudicadas pelo clima. Seo e Mendelsohn (2008) ressaltam esse fato com bastante propriedade, o qual, de acordo com esses autores, é frequentemente desconsiderado por estudos sobre os impactos das mudanças climáticas na produção agrícola de alguma região.<sup>9</sup>

De todo modo, caso tais projeções climáticas se confirmem, provavelmente a agricultura, a segurança alimentar e a qualidade de vida da população serão afetadas. O estudo *Desertificação e mudanças climáticas no semiárido brasileiro* (Lima, Cavalcante e Perez-Marin, 2011) aponta que ações de adaptação, como a adoção de tecnologias de convivência com a seca, são fundamentais para minimizar os impactos das mudanças climáticas. O preparo dos agricultores familiares em práticas adaptadas às mudanças climáticas é essencial.

Entretanto, alguns estudos sugerem que a capacidade adaptativa dos agricultores familiares no semiárido precisa ser intensamente desenvolvida para fazer frente aos desafios das mudanças climáticas (Castro, 2024). A questão da disponibilidade hídrica para a atividade agropecuária, dada a perspectiva de redução dos índices pluviométricos e aumento da frequência de secas prolongadas (Marengo, Torres e Alves, 2017), requererá grande esforço adaptativo.

Quanto à ampliação dessa capacidade, alguns estudos destacam a importância de se investir em adaptação às mudanças climáticas e indicam potenciais opções de resposta para a agricultura familiar em relação aos impactos adversos. Entre as opções, existem aquelas de conservação e uso eficiente da água e do solo – por exemplo, agricultura de baixo carbono, plantio direto na palha, sistemas agroflorestais, sistemas de integração lavoura-pecuária e lavoura-pecuária-floresta, recuperação de áreas degradadas, proteção de recursos hídricos (nascentes, matas ciliares etc.), proteção de encostas, técnicas de proteção contra a erosão laminar do solo etc. (Machado Filho *et al.*, 2016).

---

9. Seo e Mendelsohn (2008, p. 109, tradução nossa) alertam sobre essa questão: “as previsões do impacto do clima na agricultura não podem basear-se apenas na forma como o clima afeta o rendimento de uma cultura específica. As previsões também devem captar a mudança de culturas. Ou seja, as previsões devem reconhecer que os agricultores mudarão o que plantam para maximizar os lucros em cada novo clima. Estudos que assumem que os agricultores continuarão a cultivar o que cultivam atualmente, mesmo com o declínio da produção, superestimam os danos”.

Outra possibilidade consiste na diversificação produtiva. Conforme Mendelsohn (2008), os agricultores familiares podem se adaptar mais facilmente às mudanças climáticas em comparação a grandes empresas agrícolas muito especializadas no cultivo e na criação de poucas espécies vegetais e/ou animais. Uma realidade comum em estabelecimentos agropecuários da agricultura familiar consiste no policultivo e na diversificação produtiva para ampliar a segurança alimentar familiar.

Caso o policultivo seja aprimorado adequadamente como resposta adaptativa às mudanças climáticas, resultados interessantes podem ser obtidos. Alguns dos elementos de suporte a uma estratégia adaptativa centrada nesse aspecto, contudo, não existem e/ou não são empregados, atualmente, de modo ideal. É o que se verifica quanto ao suporte potencialmente prestado pelos serviços de assistência técnica e extensão rural (Ater), que têm o potencial de colaborar ativamente para o desenvolvimento da adaptabilidade dos agricultores familiares. Conforme exposto no capítulo 5, entretanto, a cobertura da Ater no semiárido brasileiro não é suficientemente elevada.

O desenvolvimento tecnológico é mais um importante elemento de suporte a uma estratégia adaptativa bem delineada para a agricultura (não apenas familiar) em face da ameaça climática. No Brasil, desde a década de 1970, época da sua criação, a Embrapa tem por missão gerar tecnologia para auxiliar no desenvolvimento e no crescimento do setor agropecuário.

Não é tarefa fácil obter informações acerca da estratégia da empresa alusivas à questão climática, no geral, e, especificamente, no que concerne às linhas de pesquisa relacionadas a desenvolvimento de técnicas e tecnologias promotoras da adaptação às mudanças climáticas. A Embrapa publica muitos trabalhos atinentes ao fenômeno, elaborados por pesquisadores dos seus mais de quarenta centros de pesquisa. Contudo, é complexo descobrir se existe alguma estratégia que oriente os seus centros de pesquisa e seus pesquisadores vinculados, em um esforço conjunto de conhecimento no que se refere à adaptação, pois isso não é informado nos meios oficiais de divulgação.<sup>10</sup>

### 3.2 América do Sul

Nos demais países da América do Sul, as mudanças climáticas e seus impactos sobre a agropecuária também são motivo de alerta por parte de agricultores e da sociedade. Assim como o Brasil, as mudanças climáticas também afetarão os demais países sul-americanos e sua agricultura. Projeções diversas sugerem mudanças em termos de aumento de temperatura generalizada no continente, variações nos índices pluviométricos

---

10. Em alguns casos, em páginas de determinados centros de pesquisa da Embrapa, encontram-se informações sobre variedades vegetais e outras inovações tecnológicas desenvolvidas para se lidar com a questão da adaptação a condições climáticas específicas (por exemplo, com o clima do semiárido). Contudo, no âmbito da Embrapa como um todo ou, pelo menos, no âmbito de centros de pesquisa específicos, não foram encontradas informações mais abrangentes, e detalhadas, sobre estratégia de pesquisa que contemple a adaptação às mudanças climáticas.

tricos (reduções em algumas regiões e elevações em outras), aumento da variabilidade interanual de precipitações em algumas regiões etc. (Marengo *et al.*, 2014).

Chou *et al.* (2014) apresentam algumas projeções para a América do Sul, em sua maioria negativas, que incluem aumento de temperaturas na maior parte do continente, especialmente no horizonte 2071-2100; redução no número de dias úmidos consecutivos; redução da precipitação no sul do Chile, entre outras. Marengo *et al.* (2014) mencionam outras estimativas, as quais abrangem a redução das precipitações na região costeira do norte da América do Sul, tanto no verão quanto no inverno, e o aumento das precipitações na região costeira noroeste do Peru e do Equador.

Diversos acontecimentos registrados nas últimas décadas evidenciam consequências atuais das mudanças do clima. Alguns são descritos no documento *State of the climate in Latin America and the Caribbean* (WMO, 2022). Algumas das evidências mencionadas no documento estão descritas a seguir.

- 1) Aumento da temperatura média, em torno de 0,2 °C, por década, entre 1991 e 2021, comparado ao aumento de cerca de 0,1 °C, por década, registrado entre 1961 e 1990.
- 2) Perda de mais de 30% da área das geleiras dos Andes desde a década de 1980. Algumas geleiras no Peru perderam mais de 50% de sua área no período. Ocorrências dessa natureza geram aumento do risco de escassez hídrica para a população e os ecossistemas andinos.
- 3) Aumento de nível do mar na América do Sul em ritmo mais intenso do que o nível global, principalmente na costa do Atlântico, ao sul da linha do Equador e no Golfo do México.
- 4) A prolongada e severa seca na região central do Chile. Em 2021, esse período de estiagem completou treze anos, sendo o período mais longo de seca na região em pelo menos mil anos. Adicionalmente, uma estiagem de vários anos nas bacias dos rios Paraná e da Prata, a pior desde 1944, afetou a região Centro-Sul do Brasil e partes do Paraguai e da Bolívia.
- 5) A referida estiagem nas bacias dos rios Paraná e da Prata provocou significativa perda de produção agrícola regional, especialmente de soja e milho, com efeitos nos mercados globais. No geral, as condições climáticas da América do Sul resultaram em um declínio de 2,6% na colheita de cereais, na safra 2020-2021, com relação à safra anterior.
- 6) Temporais intensos em 2021, com recordes de precipitação em muitos lugares, resultaram em enchentes e deslizamentos de terra. Tais eventos redundaram em danos econômicos significativos e, acima de tudo, na tragédia

da perda de centenas de vidas e em centenas de milhares de desabrigados. As enchentes e os deslizamentos nos estados da Bahia e de Minas Gerais, no Brasil, provocaram prejuízos econômicos estimados em US\$ 3,1 bilhões.

As condições climáticas extremas em alguns países da América do Sul frequentemente geram significativos prejuízos para a agropecuária. No Chile, os mais de doze anos de estiagem prolongada têm tido forte impacto sobre a produção. O problema afeta muitas regiões em quase todo o território chileno, desde o norte até o centro-sul (No Chile..., 2021). Na Argentina, três anos consecutivos de estiagem, o que afeta cerca de 55% do território do país, têm provocado enormes prejuízos para a produção agropecuária, inclusive na mais recente safra – 2022-2023 (Neves, 2023).

As perspectivas de impactos futuros na agropecuária da região, em função das mudanças climáticas, não são nada auspiciosas. Algumas dessas perspectivas são descritas em Marengo *et al.* (2014). Segundo os autores, mudanças relativas à disponibilidade e à oferta hídrica para a agricultura impactam a produção agrícola, a geração de renda pela atividade e a segurança alimentar na região. O aumento da frequência e da intensidade dos choques climáticos afetará a capacidade dos agricultores mais pobres (em geral, produtores familiares) para gerar excedente de produção comercializável, o que, por sua vez, resultará na menor capacidade de reinvestirem em seus estabelecimentos agropecuários e de se alimentarem adequadamente.

Na região central do Chile e no oeste da Argentina, limitações da disponibilidade hídrica, juntamente com o aumento da temperatura, poderão prejudicar a produção de culturas de inverno, como as de uva e dos demais tipos de frutas de clima temperado. Na Argentina, a produção de trigo, no centro do país, também poderá ser afetada. No norte da Patagônia (Argentina), a redução da precipitação e a possível diminuição da vazão na bacia hidrográfica do rio Neuquén poderão resultar na perda de produção de frutas e de outras variedades vegetais. Parte da região andina também é suscetível aos mesmos impactos, e sua produção de batata e feijão poderá ser afetada (Marengo *et al.*, 2014).

Assim como no restante da ALC, a adaptação às mudanças climáticas será cada vez mais importante para a sobrevivência dos agricultores familiares regionais. Quanto a isso, Marengo *et al.* (2014) alertam que os agricultores podem se adaptar até certo limite. A capacidade adaptativa talvez não seja suficiente em regiões mais próximas à linha do Equador, caso as temperaturas médias aumentem cerca de 3 °C.

### 3.3 América Central e Caribe

Mais ao norte, as ameaças das mudanças climáticas para a agricultura em geral, e para a agricultura familiar em particular, também constituem desafios a serem considerados com relação ao presente e ao futuro. Em artigo de 2006, Giorgi afirmou que a América Central seria a região tropical para a qual se esperam as maiores mudanças climáticas. Entre as mudanças projetadas, incluem-se aumento das temperaturas médias (Imbach *et al.*, 2012); estações secas mais intensas e prolongadas (Rauscher *et al.*, 2008); e redução das precipitações no auge da estação chuvosa de maio a outubro (Marengo *et al.*, 2014).

De acordo com o Índice de Risco Climático Global (Global Climate Risk Index), de Harmeling e Eckstein (2012), a maioria dos países da região estavam entre os mais suscetíveis do mundo aos impactos de eventos climáticos extremos. Segundo o índice, entre 1992 e 2011, Honduras foi o país mais vulnerável a tais eventos; Nicarágua, o terceiro; Guatemala, o décimo primeiro; e El Salvador, o décimo quinto. Apenas Costa Rica, Panamá e Belize não foram classificados entre os mais vulneráveis.

A perspectiva de impactos sobre a produção agrícola é particularmente preocupante ao se considerar que os países centro-americanos, em sua maioria, possuem problemas referentes à segurança alimentar de sua população, conforme visto no capítulo 7. De acordo com Marengo *et al.* (2014), algumas importantes lavouras da região são bastante sensíveis a mudanças das condições climáticas, por exemplo, as de café. Segundo esses autores, pelo menos 1,4 milhão de pessoas na Guatemala, em El Salvador, em Honduras e na Nicarágua dependem da produção de café para garantir o sustento.

As perspectivas para outras lavouras também são preocupantes. Temperaturas mais elevadas, combinadas com a redução das chuvas, potencialmente impactarão a produção de milho, feijão e arroz (ECLAC, 2010b). Segundo estudo da Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (Economic Commission for Latin America and the Caribbean – ECLAC), o cultivo dessas três espécies vegetais é responsável por cerca de 90% da produção agrícola destinada para o consumo interno dos países centro-americanos, sendo o milho a principal entre elas (ECLAC, 2010a). No geral, os impactos esperados das mudanças climáticas sobre os agricultores familiares da América Central são expressivos (Donatti *et al.*, 2019).

No Caribe, a sensibilidade às mudanças climáticas é significativa. Região com climatologia distinta, em consequência de sua localização geográfica, o clima local é influenciado pela Zona de Convergência Intertropical; eventos climáticos extremos não são incomuns nos países caribenhos. Em virtude do diminuto território da maior parte desses países, uma possível consequência das mudanças climáticas que desperta preocupação na região é a elevação do nível do mar. Outras mudanças

projetadas incluem o aumento da temperatura (maior confiabilidade de ocorrência) e a redução da precipitação – menor confiabilidade nos modelos climáticos quanto a isso (Taylor *et al.*, 2012).

Em relação aos impactos dessas possíveis (ou mesmo prováveis) mudanças climáticas na agricultura caribenha, as incertezas ainda são inúmeras, como o são para o restante da América Latina. Alguns estudos investigam eventuais impactos sobre a agricultura. Cashman, Nurse e Charlery (2010) examinam a possibilidade de disseminação de novas pragas e doenças de plantas cultivadas em função das mudanças projetadas no clima regional. Simpson *et al.* (2010) estimam que um aumento do nível do mar, de aproximadamente 2 metros, até o final do século XXI, pode resultar na perda de 3% da terra agricultável, com consequentes prejuízos em termos de segurança alimentar e decréscimo de renda no meio rural (os agricultores familiares são particularmente sensíveis nesse caso). Simpson *et al.* (2009) estimam que a produtividade de arroz, milho e feijão-fradinho, nos países da Comunidade do Caribe (Caricom), pode sofrer decréscimos entre 3% e 8% em 2050, em face da produtividade de 2000.

Assim como será exigido dos agricultores familiares, em toda a ALC, medidas adaptativas precisarão ser adotadas com o intuito de minimizar os impactos das mudanças climáticas. Taylor *et al.* (2012) mencionam, entre tais medidas:

- investimento em pesquisa agrícola, especificamente com o propósito de desenvolver novas variedades resistentes a maiores temperaturas, mais tolerantes à seca etc.;
- desenvolvimento de técnicas e metodologias de gerenciamento agrícola mais eficientes com relação ao clima (estufas, controle de pragas e doenças etc.);
- aprimoramento do gerenciamento do uso de água na agricultura; e
- diversificação de fontes de renda, aperfeiçoamento e disseminação de mecanismos de seguro agrícola/rural.

### 3.4 México

As projeções referentes às mudanças climáticas no México são, em muitos aspectos, semelhantes às existentes para a América Central: redução das precipitações, aumento das temperaturas médias e maior ocorrência de períodos secos. Frequentemente, a literatura acerca dos impactos das mudanças climáticas sobre a agricultura mexicana aborda também análises sobre esses impactos nos países da América Central.

Tal como exposto na subseção anterior, no que tange à América Central, os impactos projetados no caso mexicano também são consideráveis; a maioria, negativos (Donatti *et al.*, 2019). Entre os poucos impactos potencialmente positivos, destaca-se

o possível aumento da produção de milho em partes do México (Bouroncle *et al.*, 2017). Os impactos negativos, em número maior, incluem, por exemplo, o decréscimo da área com suscetibilidade ao plantio de café, entre 20% e 70% (Ciat, 2012; Läderach *et al.*, 2013), e da produtividade de milho (Eakin *et al.*, 2015).

Quanto à agricultura familiar e sua relação com as mudanças climáticas, alguns trabalhos avaliaram os vínculos entre essas duas questões para o caso mexicano. Alayón-Gamboa e Ku-Vera (2011) publicaram um estudo sobre os impactos de um evento climático extremo (no caso, a passagem do furacão Isidoro, em setembro de 2002) na produção de milho e pimenta-jalapeño de agricultores familiares mais orientados para a subsistência e daqueles mais orientados para o mercado. Os autores identificaram maior vulnerabilidade dos agricultores familiares orientados para o mercado em face do fenômeno considerado. Concluíram que os representantes da agricultura familiar de subsistência gerenciam melhor os mecanismos de resiliência (deve-se, contudo, observar que o número de famílias de agricultores componentes da amostra dos autores foi baixo – apenas oito no total).

Para lidar com as mudanças climáticas, os agricultores familiares mexicanos têm recorrido a medidas adaptativas, que incluem uma variedade de práticas e técnicas relativas a lavouras e etapas do ciclo produtivo. Donatti *et al.* (2019) apresentam uma revisão bibliográfica sobre a questão. Entre as práticas adaptativas empregadas, citam-se, por exemplo, o gerenciamento sustentável da terra; a substituição de espécies cultivadas; a irrigação; a venda de animais para geração de renda; a migração; a diversificação de variedades (como o café); e o uso de sistemas agroflorestais.

#### 4 RESILIÊNCIA DA AGRICULTURA FAMILIAR ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA ALC<sup>11</sup>

Os prognósticos sobre as mudanças climáticas na ALC, conforme exposto na seção anterior, indicam significativa probabilidade de aumento da temperatura média anual, redução da intensidade das precipitações anuais e aumento da variabilidade temporal de ocorrência das chuvas em parte considerável do continente. Tudo isso combinado resulta em alerta relativo às perspectivas de impactos sobre a economia local, especialmente no caso da agropecuária.

No tocante aos possíveis efeitos sobre a agricultura na ALC, Feldman e Córtes (2016, p. 460, grifo nosso), no resumo de seu artigo, afirmam que

*el incremento en la concentración de gases de efecto invernadero<sup>[12]</sup> es tal que parece inevitable que se presenten cambios en el clima, los cuales forzarán al sector agrícola a tomar medidas de adaptación. Sin embargo, las capacidades de adaptación son limitadas*

11. Parte do conteúdo desta seção foi retirado da seção "Capacidade adaptativa da agricultura familiar no semiárido", do artigo *Capacidade adaptativa às mudanças climáticas de agricultores familiares no semiárido brasileiro* (Castro, 2024).

12. *Gases de efecto invernadero* = gases de efeito estufa.

*y por lo tanto es muy probable que el cambio climático afecte la disponibilidad y acceso a alimentos e incrementa la volatilidad de los precios. (...) La revisión deja en claro que los efectos serán heterogéneos y que además pueden ser sumamente cuantiosos. Resulta entonces necesario contar con políticas públicas enfocadas en la mitigación de los gases de efecto invernadero, promoviendo al mismo tiempo la adaptación ante el cambio climático.*

Para lidar com as projetadas mudanças, as formas conhecidas dividem-se em dois tipos de mecanismos, a saber, os de mitigação e os de adaptação. De acordo com definição apresentada no portal Adapta Clima, do Ministério do Meio Ambiente brasileiro:<sup>13</sup>

A mitigação refere-se à redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE) para evitar ou reduzir a incidência da mudança do clima; enquanto a adaptação busca reduzir seus efeitos danosos e explorar possíveis oportunidades. A adaptação é necessária independentemente do quanto conseguimos reduzir de emissões de GEE, pois as emissões históricas já alteraram o clima de maneira que a temperatura média global da Terra vem batendo recordes a cada ano.

Em outras palavras, as medidas de mitigação contribuem para a redução das emissões de GEE, e as de adaptação, para reduzir os impactos das mudanças climáticas. Exemplo de medida de mitigação, no caso da agropecuária, é a diminuição das emissões relacionadas à queima de combustível fóssil, obtida da redução do uso de tratores e máquinas agrícolas que utilizam tal fonte de energia e/ou mediante inovações tecnológicas que tornem essas máquinas mais eficientes e menos poluentes. A análise sobre as medidas mitigadoras não constitui objeto desta seção. No caso das medidas adaptativas no âmbito da agricultura familiar latino-americana e caribenha, alguns comentários foram apresentados na seção anterior. Esta seção destina-se a oferecer mais informações sobre a questão.

Acerca das medidas de adaptação, estas podem assumir formas muito variadas, a depender da atividade agropecuária realizada pelo agricultor; por exemplo, tipo de cultivo e/ou modalidade de agricultura desenvolvida, irrigada ou de sequeiro, ou ainda tipo de animal criado no estabelecimento agropecuário.

Feldman e Córtes (2016) discorrem sobre as diferentes categorias de medidas adaptativas. Entre elas, os autores, a partir de diferentes fontes bibliográficas, consideram como critérios as medidas elencadas a seguir.

- Momento de adoção: as medidas adaptativas podem ser reativas (*ex post*, aquelas que são adotadas após a ocorrência da mudança climática) e preventivas (*ex ante*, adotadas antes da ocorrência da mudança do clima).

13. Disponível em: <http://adaptaclima.mma.gov.br/adaptacao-a-mudanca-do-clima#:~:text=A%20mitiga%C3%A7%C3%A3o%20refere%2Dse%20%C3%A0,danosos%20e%20explorar%20poss%C3%ADveis%20oportunidades>. Acesso em: 24 maio 2023.

- Origem da medida: podem ser autônomas, aquelas adotadas voluntariamente por agricultores individualmente ou por meio de associações de que fazem parte; ou planejadas, referentes a ações realizadas por organizações (governamentais ou não), com a finalidade de fomentar a capacidade de resposta dos agentes individuais às mudanças climáticas (Tubiello e Rosenzweig, 2008).
- Benefício: as medidas podem ser públicas (os benefícios da adoção podem ocorrer para um conjunto de indivíduos e agentes, e não somente para o tomador da decisão) ou privadas (os benefícios ocorrem apenas para o tomador da decisão).
- Intensidade (ou grau): as medidas adaptativas podem ser incrementais, pois mantêm a essência, a integridade, de um processo produtivo; ou transformativas, pois modificam intensamente um sistema produtivo (Kates, Travis e Wilbanks, 2012; Park *et al.*, 2012).

Alguns estudos destacam a importância de se investir em adaptação às mudanças climáticas e apontam potenciais opções de resposta para a agricultura familiar em relação aos impactos adversos das alterações climáticas, incluindo técnicas e tecnologias que permitam a conservação da água e do solo, a diversificação produtiva e o manejo integrado de recursos naturais (Machado Filho *et al.*, 2016). Alguns exemplos dessas tecnologias são a agricultura de baixo carbono, a agroecologia, os sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), os sistemas agroflorestais, a recuperação de áreas degradadas e a restauração florestal (Machado Filho *et al.*, 2016). Tais práticas são entendidas como instrumentos produtivos e sustentáveis para a mitigação e a adaptação às mudanças do clima (Machado Filho *et al.*, 2016). Também se poderiam mencionar a modificação dos períodos de semeadura e colheita; a construção de grandes obras de infraestrutura (hidráulica, por exemplo); o desenvolvimento e a utilização de variedades vegetais mais resistentes a temperaturas mais elevadas e/ou climas mais secos; a migração de agricultores; e a ampliação do acesso ao seguro agrícola (Feldman e Córtes, 2016).

Ressaltada a importância da capacidade adaptativa dos agricultores – familiares e não familiares – ao fenômeno climático, cumpre indagar sobre como avaliar essa adaptabilidade, o que não é fácil. De modo objetivo e abrangente, pode-se afirmar que a capacidade adaptativa se conecta a diversos aspectos da atividade agropecuária de dada região; e, do ponto de vista micro, de determinado agricultor. Tal capacidade se vincula ao nível de instrução do agricultor e à sua capacidade de se manter informado sobre novas tecnologias. Relaciona-se, igualmente, com o nível de acesso, pelo agricultor, a informações sobre inovações, o que, por sua vez, liga-se a uma série de aspectos, como o recebimento de orientação técnica.

A capacidade adaptativa se relaciona, ainda, com a possibilidade de o agricultor inovar na sua atividade agropecuária. Tal possibilidade é, por sua vez, influenciada por múltiplas variáveis, algumas já mencionadas no parágrafo anterior. Adicionalmente, inovar dependerá de recursos próprios e/ou de alguma fonte de crédito que permita ao agricultor custear as tecnologias demandadas pela inovação. Conforme demonstrado no capítulo 4, é restrito o acesso ao crédito agrícola/rural pelos agricultores familiares e pequenos agricultores em boa parte da ALC.

A inovação – e, por conseguinte, a capacidade adaptativa – em última instância depende, primordialmente, da geração e da difusão de tecnologias que propiciem a necessária adequação às vicissitudes das mudanças climáticas. O processo de difusão se sustenta sobre algum tipo de serviço de orientação técnica, pública ou privada. O processo de geração se baseia na existência de instituições eficientes nas práticas de ciência e desenvolvimento tecnológico. Nesse quesito, o acesso dos agricultores familiares latino-americanos e caribenhos está (tal qual observado no caso do acesso ao crédito) aquém do ideal, conforme abordado no capítulo 5.

A difusão e a adoção de práticas agrícolas e tecnologias que permitam aos agricultores familiares se adaptarem aos desafios inerentes às mudanças climáticas depende, para acontecer de modo mais rápido e eficiente, de alguns fatores. A difusão faz parte das etapas finais do processo de inovação tecnológica, que tem início com as etapas científicas relacionadas ao desenvolvimento de novas tecnologias e culmina com a devida utilização das tecnologias criadas.

Para que novas tecnologias sejam utilizadas pelos agricultores familiares, é necessário o acesso à tecnologia, etapa de difusão, e a efetiva adoção pelo agricultor. A primeira questão (o acesso) será abordada adiante; quanto à adoção, o nível de instrução dos agricultores contribui para isso. A esse respeito, Souza Filho *et al.* (2011), em artigo cujo objetivo foi avaliar o processo de difusão tecnológica na agricultura brasileira, identificaram que, no Brasil (p. 223),

a difusão de tecnologia não é uniforme, ou seja, não ocorre com a mesma rapidez e intensidade entre os diferentes produtores e regiões. Por que alguns produtores adotam inovações e outros não? Por que alguns adotam mais rapidamente uma inovação, enquanto outros retardam a adoção? Quais são os fatores que explicam suas decisões?

Em resposta a tais perguntas, esses mesmos autores afirmam, sustentados por relevantes fontes bibliográficas (FAO e Incra, 1994; Lacky, 1998), que o nível de instrução do agricultor tem relação significativa com o processo de adoção de tecnologia. Adicionalmente, mencionam que “a capacidade de obter e processar informações e a habilidade no uso de técnicas agrícolas e de métodos de gerenciamento mais sofisticados podem contribuir para o sucesso do empreendimento” (Souza Filho *et al.*, 2011, p. 229).

**TABELA 7**  
**Percentual de agricultores familiares que sabem ler e escrever – Brasil, Grandes Regiões e semiárido (2017)**  
 (Em %)

Região	Agricultores familiares que sabem ler e escrever	
	Sim	Não
Brasil	73,6	26,4
Norte	77,3	22,7
Nordeste	57,8	42,2
Sudeste	87,8	12,2
Sul	95,2	4,8
Centro-Oeste	88,3	11,7
Semiárido	57,6	42,4

Fonte: IBGE (2019).

Quanto ao nível médio de instrução dos agricultores familiares da ALC, o Brasil é o único país que coleta informações específicas sobre alfabetização e nível de escolaridade dessa categoria. As estatísticas disponíveis no Censo Agropecuário 2017 (IBGE, 2019) sobre alfabetização (“saber ler e escrever”) são apresentadas na tabela 7.

Observa-se significativa variação da proporção de agricultores familiares alfabetizados entre as diferentes Grandes Regiões brasileiras. Enquanto, na região Sul, mais de 95% dos agricultores familiares sabem ler e escrever, no Nordeste esse percentual é muito menor (57,8%).

No restante dos países da ALC, os Censos Agropecuários nacionais não coletam informações específicas sobre o nível de instrução de agricultores familiares. Alguns coletam a referida estatística para o conjunto total de agricultores. Utilizar os dados dos países que coletam esse tipo de estatística para fins comparativos constitui, todavia, tarefa difícil. Alguns países coletam estatísticas referentes à capacidade de leitura e escrita do conjunto total de agricultores; outros coletam estatísticas acerca do nível de escolaridade; sem se falar, conforme mencionado, nos países que não coletam nenhum tipo de estatística sobre a questão. Regra geral, países como Argentina e Uruguai apresentam melhores indicadores quanto ao nível educacional de seus agricultores, enquanto a Bolívia e alguns países da América Central exibem os piores indicadores.

Esta seção apresentou uma síntese sobre a resiliência de agricultores em relação às mudanças climáticas. Breves comentários sobre algumas das variáveis que influenciam a maior ou menor resiliência dos agricultores em geral, e dos familiares em particular, foram expostos. Análise mais detalhada sobre a capacidade adaptativa e a resiliência de agricultores familiares na ALC constitui tarefa bem mais complexa

e requer, frequentemente, a utilização de recortes de pesquisa específicos (territorial, regional, por tamanho de área do estabelecimento agropecuário etc.). Optou-se por não se proceder, neste capítulo, a uma análise abrangente da capacidade adaptativa desses agricultores em toda a ALC, tendo em vista as dificuldades metodológicas e a extensão requerida para isso.

Informações específicas podem ser encontradas, todavia, na literatura acadêmica e em publicações de instituições governamentais e internacionais. No Brasil, a adaptação dos agricultores familiares é constantemente avaliada para o semiárido. São exemplos os estudos de Cesano *et al.* (2012), de Freire e Galvão (2013) e da Embrapa.<sup>14</sup> No caso dos demais países latino-americanos e caribenhos, existem dados nos trabalhos de Henríquez e Pun (2013), Vergara *et al.* (2014), Feldman e Córtes (2016), entre outros.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A disponibilidade hídrica constitui um pré-requisito fundamental para a atividade agropecuária. O nível de atendimento desse pré-requisito para a agricultura familiar da ALC é bastante diverso em função da região considerada e da variabilidade temporal das precipitações pluviométricas. O clima é muito variado. Em alguns locais, como no semiárido brasileiro, no sul e no oeste da Argentina, no centro-norte do Chile, em partes da Bolívia e do Peru, bem como em toda a porção centro-norte do México, há o predomínio de tipos climáticos áridos e semiáridos. Conseqüentemente, a disponibilidade hídrica natural é reduzida em comparação a regiões onde predominam climas mais úmidos.

À vista disso, em muitos dos países da ALC, nem todos os agricultores familiares possuem acesso a fontes constantes de recursos hídricos em seus estabelecimentos agropecuários. Os registros estatísticos nacionais sobre a questão são, em sua maioria, bastante incompletos. Alguns países, como o Brasil, possuem compilação estatística mais abrangente. De todo modo, por meio da análise dos dados disponíveis, e com o suporte de referências bibliográficas diversas, foram identificadas deficiências de disponibilidade hídrica e acesso à água, por parte dos agricultores familiares, em muitas regiões da ALC: no semiárido brasileiro; em regiões do norte da Argentina; no Paraguai (predomínio de poços simples como principal fonte de recurso hídrico dos estabelecimentos); e no norte da Colômbia. Também se identificaram a inequidade do acesso à água para irrigação entre agricultores familiares e grandes empresas agrícolas no Peru e no Equador e o risco de superexploração da água subterrânea pelos agricultores mexicanos.

---

14. Disponível em: <https://www.embrapa.br/tecnologias-para-o-semiarido>. Acesso em: 28 set. 2023.

As alternativas para melhorar o acesso a fontes de recursos hídricos são inúmeras. Nos últimos anos, uma opção promissora, que está se disseminando na região, é o uso das cisternas. Em alguns países da ALC que possuem parte do seu território recoberto, em maior proporção (Argentina, Bolívia, Brasil, Chile, Peru) e menor (Colômbia, Equador, Paraguai), por climas dos tipos semiárido e árido, governos e instituições diversas, inclusive internacionais, como a FAO (2013) e o IICA (2016), têm promovido a disseminação das cisternas para armazenamento da água das chuvas, como ocorre no Brasil (conforme exposto na subseção 2.1). O manual do IICA (2016, p. 10), *Tecnologías de cosecha, almacenamiento y uso de agua para la agricultura familiar del Chaco de Argentina, Bolívia y Paraguay*, destaca quatro vantagens da prática.

1. *Ahorra agua: Cada litro de agua que se cosecha reducirá la cantidad usada de norias y la entregada por los Municipios en camiones “aljibes”.*<sup>[15]</sup>
2. *El agua de lluvia es gratis. Nunca llegará un recibo de pago por el agua cosechada.*
3. *El agua de lluvia contiene un nivel muy bajo de sales, mientras que las aguas que se extraen de norias*<sup>[16]</sup> *de regiones áridas normalmente poseen una carga importante de sales.*
4. *La cosecha de aguas lluvias reduce la erosión, al disminuir el flujo de agua sobre el suelo (escorrentía superficial).*

Além de se continuar a investigar alternativas viáveis para ampliação do acesso à água, deve-se promover uso mais sustentável desse recurso. Tal uso envolve muitos aspectos, como a proteção das fontes naturais (aspecto ambiental); o desenvolvimento e o cultivo de espécies e variedades menos demandantes de água nas regiões onde a disponibilidade do recurso é mais baixa (aspecto técnico-científico); e a utilização de métodos de irrigação mais eficientes. Para ser mais efetiva, a promoção de aprimoramentos alusivos aos aspectos mencionados, e de outros, em prol da sustentabilidade do emprego do recurso, deverá contar com a participação dos próprios agricultores familiares – obviamente, em parceria com governos e sociedade em geral.

Juntamente com a questão hídrica, um desafio significativo, e supõe-se crescente, consiste nas mudanças climáticas. Majoritariamente, as projeções de mudanças dessa natureza para a ALC não são auspiciosas em relação aos impactos sobre a produção agropecuária em geral, seja da agricultura familiar, seja da empresarial. Aumento generalizado das temperaturas médias, diminuição (em muitas regiões da ALC) das precipitações, aumento da variabilidade temporal das chuvas, maior ocorrência de eventos climáticos extremos (secas, enchentes, furacões etc.)

15. *Camiones “aljibes”* = caminhão pipa;

16. *Norias* = roda d'água para extração de água de poços; poço.

e elevação do nível do mar (preocupação premente no caso dos países caribenhos) são algumas das principais mudanças esperadas.

Estudos diversos investigam os impactos dessas transformações sobre a produção de importantes espécies vegetais cultivadas pelos agricultores familiares na ALC. Para citar apenas algumas projeções, temos a potencial redução da produção de milho, feijão, algodão e mandioca, no semiárido brasileiro; de trigo, na Argentina; de frutas de clima temperado, na Argentina e no Chile; de milho e feijão, na América Central; de café, no México e nos países centro-americanos; e de milho, feijão-fradinho e arroz, no Caribe.

As principais alternativas para lidar com a ameaça climática envolverão, provavelmente, o investimento em medidas adaptativas e sua real utilização. As medidas adaptativas são bastante variadas, e delas constam a substituição de espécies cultivadas pelo agricultor familiar, o emprego de técnicas agrícolas diversas, alterações na época de plantio e/ou colheita, entre outras. Independentemente de que medidas adaptativas sejam priorizadas, sua adoção em ampla escala abrange processos de educação e conscientização dos agricultores; pesquisa e desenvolvimento de novas técnicas e tecnologias; disseminação do uso dessas inovações etc.

Muitos desses processos relacionam-se com desafios abordados em capítulos anteriores deste livro. Ao se considerar a magnitude do desafio, há dúvidas se os agricultores familiares conseguirão se adaptar, de modo eficaz, sem algum tipo de apoio do Estado e, em sentido mais abrangente, de toda a sociedade que depende da oferta dos alimentos por eles cultivados. Esse apoio constituirá um dos objetos do capítulo final deste livro.

## REFERÊNCIAS

ADAMS, R. M. *et al.* Effects of global climate change on agriculture: an interpretative review. **Climate Research**, v. 11, n. 1, p. 19-30, 1998.

ALAYÓN-GAMBOA, J. A.; KU-VERA, J. C. Vulnerability of smallholder agriculture in Calakmul, Campeche, Mexico. **Indian Journal of Traditional Knowledge**, v. 10, n. 1, p. 125-132, 2011.

ANDRADE, J. A. de; NUNES, M. A. Acesso à água no semiárido brasileiro: uma análise das políticas públicas implementadas na região. **Revista Espinhaço**, v. 3, n. 2, p. 28-39, 2014.

BAUER, C. J. **Contra la corriente**: privatización, mercados de agua y el Estado en Chile. Santiago: Lom Ediciones, 2002.

BERGAMASCHI, H. *et al.* Distribuição hídrica no período crítico do milho e produção de grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 9, p. 831-839, 2004.

BONILLA, O. S. Agenda ambiental del agua en Costa Rica. **Revista Geográfica de América Central**, v. 1, n. 40, p. 39-49, 2002.

BOURONCLE, C. *et al.* Mapping climate change adaptive capacity and vulnerability of smallholder agricultural livelihoods in Central America: ranking and descriptive approaches to support adaptation strategies. **Climatic Change**, v. 141, n. 1, p. 123-137, 2017.

CARDOSO, A. I. I.; JOVCHELEVICH, P.; MOREIRA, V. Produção de sementes e melhoramento de hortaliças para a agricultura familiar em manejo orgânico. **Revista Nera**, n. 19, p. 162-169, 2012.

CASHMAN, A. C. Water policy development and governance in the Caribbean: an overview of regional progress. **Water Policy**, v. 14, n. 1, p. 14-30, 2012.

CASHMAN, A.; NURSE, L.; CHARLERY, J. Climate change in the Caribbean: the water management implications. **The Journal of Environment & Development**, v. 19, n. 1, p. 42-67, 2010.

CASTRO, C. N. de. **Sobre a agricultura irrigada no semiárido**: uma análise histórica e atual sobre diferentes opções de política. Rio de Janeiro: Ipea, fev. 2018. (Texto para Discussão, n. 2369).

CASTRO, C. N. de. **Avaliação do Programa Nacional de Apoio à Captação de Água de Chuva e Outras Tecnologias Sociais (Programa Cisternas), à luz dos objetivos de desenvolvimento sustentável**. Brasília: Ipea, dez. 2021. (Texto para Discussão, n. 2722).

CASTRO, C. N. de. **Capacidade adaptativa às mudanças climáticas de agricultores familiares no semiárido brasileiro**. 2024. No prelo.

CESANO, D. *et al.* Mudanças climáticas no semiárido da Bahia e estratégias de adaptação da coalizão Adapta Sertão para a agricultura familiar. **Inclusão Social**, v. 6, n. 1, p. 88-104, 2012.

CHOU, S. C. *et al.* Assessment of climate change over South America under RCP 4.5 and 8.5 downscaling scenarios. **American Journal of Climate Change**, v. 3, n. 5, p. 512-525, 2014.

CIAT – CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. **Escenarios del impacto del clima futuro en áreas de cultivo de café en México**: informe final. Cali; Manágua: Ciat, 2012.

DANE – DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA. **Tercer Censo Nacional Agropecuario**: tomo 2 – resultados. Bogotá: Dane, 2016.

DONATTI, C. I. *et al.* Vulnerability of smallholder farmers to climate change in Central America and Mexico: current knowledge and research gaps. **Climate and Development**, v. 11, n. 3, p. 264-286, 2019.

DRUMOND, N. A guerra da água na Bolívia: a luta do movimento popular contra a privatização de um recurso natural. **Revista Nera**, n. 28, p. 186-205, 2015.

EAKIN, H. *et al.* Correlates of maize land and livelihood change among maize farming households in Mexico. **World Development**, v. 70, p. 78-91, 2015.

ECLAC – ECONOMIC COMMISSION FOR LATIN AMERICA AND THE CARIBBEAN. **Economics of climate change in Latin America and the Caribbean**: summary 2010. Santiago: ECLAC, 2010a. 107 p.

ECLAC – ECONOMIC COMMISSION FOR LATIN AMERICA AND THE CARIBBEAN. **The economics of climate change in Central America**: summary 2010. Santiago: ECLAC, 2010b. 146 p.

FAO – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A ALIMENTAÇÃO E A AGRICULTURA; INCRA – INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA. **Diretrizes de política agrária e desenvolvimento sustentável para a pequena produção familiar**. Brasília: FAO/Incra, 1994.

FAO – ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA. **Captación y almacenamiento de agua de lluvia**: opciones técnicas para la agricultura familiar en América Latina y el Caribe. Santiago: FAO, 2013. 275 p.

FAUSTINO, J. Agua: recurso estratégico en el futuro de América Central. **Revista Forestal Centroamericana**, n. 18, p. 6-12, 1997.

FELDMAN, A. J. F.; CORTÉS, D. H. Cambio climático y agricultura: una revisión de la literatura con énfasis en América Latina. **El Trimestre Económico**, v. 83, n. 332, p. 459-496, 2016.

FREIRE, A. G.; FALCÃO, F. C. de O. Agricultoras e agricultores-experimentadores: protagonistas da convivência com o semiárido. **Agriculturas**, v. 10, n. 3, p. 35-42, 2013.

GAYBOR, A. Acumulación en el campo y despojo del agua en el Ecuador. *In*: BOELEN, R.; CREMERS, L.; ZWARTEVEEN, M. (Ed.). **Justicia hídrica**: acumulación, conflicto y acción social. Lima: IEP; Fondo Editorial PUCP; Justicia Hídrica, 2011. p. 195-208.

GERBRANDY, G.; HOOGENDAM, P. **Aguas y acequias**: los derechos al agua y la gestión campesina de riego en los Andes bolivianos. La Paz: Plural Editores, 1998.

GIORGI, F. Climate change hot-spots. **Geophysical Research Letters**, v. 33, n. 8, p. 1-4, 2006.

GÓMEZ, J. P. Z.; GARRA, D. P. **Agua de calidad con equidad**: experiencias, debates y desafíos sobre acceso, tratamiento y uso del agua para la agricultura familiar en América Latina. Buenos Aires: Ediciones Inta, 2016.

GUIMARÃES FILHO, C. *et al.* Subsídios para uma estratégia emergencial de redução dos efeitos da seca na pecuária no semiárido brasileiro. *In*: CONGRESSO MUNDIAL DE SOCIOLOGIA RURAL, 10.; CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 38., 2000, Rio de Janeiro. **Anais...** Campinas: Unicamp; Auburn: Irsa; Brasília: Sober, 2000.

HARMEILING, S.; ECKSTEIN, D. **Global Climate Risk Index 2013**: who suffers most from extreme weather events? Weather related loss events in 2011 and 1992 to 2011. Bonn; Berlin: Germanwatch, 2012.

HENRÍQUEZ, P.; PUN, H. L. (Ed.). **Innovaciones de impacto**: lecciones de la agricultura familiar en América Latina y el Caribe. San José: IICA; BID, 2013.

HOUTART, F. El desafío de la agricultura campesina para el Ecuador. *In*: CUVI, J. (Ed.). **La restauración conservadora del correísmo**. Quito: Montecristi Vive, 2014. p. 167-177.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuario 2017**. Rio de Janeiro: IBGE, 2019.

IICA – INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACIÓN PARA LA AGRICULTURA. **Tecnologías de cosecha, almacenamiento y uso de agua para la agricultura familiar del Chaco de Argentina, Bolivia y Paraguay**. La Paz: IICA, 2016. 185 p.

IMBACH, P. *et al.* Modelling potential equilibrium states of vegetation and terrestrial water cycle of Mesoamerica under climate change scenarios. **Journal of Hydrometeorology**, v. 13, n. 2, p. 665-680, 2012.

INDEC – INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS. **Censo Nacional Agropecuario 2018**. Buenos Aires: Indec, 2021.

INE – INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA. **Censo Agropecuario 2013**. La Paz: INE, 2015.

INEGI – INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA. **VIII Censo Agrícola, Ganadero y Forestal**. Cidade do México: Inegi, 2009.

INEI – INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS E INFORMÁTICA. **IV Censo Nacional Agropecuario 2012**. Lima: Inei, 2012.

INIDE – INSTITUTO NACIONAL DE INFORMACIÓN DE DESARROLLO. **IV Censo Nacional Agropecuario**. Manágua: Inide, 2012.

KATES, R. W.; TRAVIS, W. R.; WILBANKS, T. J. Transformational adaptation when incremental adaptations to climate change are insufficient. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 109, n. 19, p. 7156-7161, 2012.

KÖPPEN, W. **Grundriss der Klimakunde**: outline of climate science. Berlin: Walter de Gruyter, 1931. 388 p.

LACKY, P. **Buscando soluções para a crise do agro**: no guichê do banco ou no banco da escola? Santiago: FAO, 1998. Mimeografado.

LÄDERACH, P. *et al.* **Mesoamerican coffee**: building a climate change adaptation strategy. Cali: Ciat, 2013. (Policy Brief, n. 2).

LIMA, R. da C. C.; CAVALCANTE, A. de M. B.; PEREZ-MARIN, A. M. (Ed.). **Desertificação e mudanças climáticas no semiárido brasileiro**. Campina Grande: Insa-PB, 2011. 209 p.

LÓPEZ, A. A. F. Agricultura familiar campesina como alternativa de transición a un modelo de desarrollo inclusivo en Chile. **Revista Transformación Socio-Espacial**, v. 1, n. 1, p. 76-88, 2020.

LUGO-MORIN, D. R. El uso de aguas residuales en la agricultura en México. **Ambiente y Desarrollo**, v. 13, n. 24, p. 9-28, 2009.

MACHADO FILHO, H. *et al.* **Mudança do clima e os impactos na agricultura familiar no Norte e Nordeste do Brasil**. Brasília: IPC-IG, 2016. (Working Paper, n. 141).

MANOS, M. *et al.* Consumo de abóbora em Sergipe: identificação de hábitos, preferências e limites no subsídio ao desenvolvimento de cultivares para agricultura familiar. *In*: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL DO NORDESTE, 22., 2017, Itabaiana, Sergipe. **Anais...** Aracaju: UFS, 2017.

MARENGO, J. A. O futuro clima do Brasil. **Revista USP**, n. 103, p. 25-32, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9036.v0i103p25-32>.

MARENGO, J. A.; TORRES, R. R.; ALVES, L. M. Drought in Northeast Brazil – past, present, and future. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 129, p. 1189-1200, 2017.

MARENGO J. A. *et al.* **Climate change in Central and South America: recent trends, future projections, and impacts on regional agriculture.** Copenhagen: CCAFS, 2014. (Working Paper, n. 73).

MARGULIS, S.; DUBEUX, C. B. S. (Ed.). **Economia da mudança do clima no Brasil: custos e oportunidades.** São Paulo: Ibpex Gráfica, 2010. 82 p.

MASSON-DELMOTTE, V. *et al.* (Ed.). **Climate change 2021: the physical science basis – contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.** Cambridge, Reino Unido; Nova York: Cambridge University Press, 2021.

MENDELSON, R. The impact of climate change on agriculture in developing countries. **Journal of Natural Resources Policy Research**, v. 1, n. 1, p. 5-19, 2008.

MILESI, O. Derecho al agua impulsa propuesta de reforma agraria en Chile. **Inter Press Service**, 10 maio 2017. Disponível em: <https://ipsnoticias.net/2017/05/derecho-al-agua-impulsa-propuesta-de-reforma-agraria-en-chile/>. Acesso em: 15 jun. 2023.

MORAIS, O. P. de. *et al.* Cruzamentos entre cultivares de arroz adaptadas à agricultura familiar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 4., 2007, São Lourenço, Minas Gerais. **Anais...** São Lourenço: SBMP, 2007.

MUCHNIK, E.; LURASCHI, M.; MALDINI, F. **Comercialización de los derechos de aguas en Chile.** Santiago: NU, 1997. (Serie Desarrollo Productivo, n. 47).

NEVES, E. Clima extremo derruba economia da Argentina e serve de alerta ao Brasil. **Veja**, 20 abr. 2023. Disponível em: <https://veja.abril.com.br/agenda-verde/clima-extremo-derruba-economia-da-argentina-e-serve-de-alerta-ao-brasil>. Acesso em: 3 jul. 2023.

NO CHILE, crise hídrica e déficit de chuvas de mais de uma década afetam produção agrícola. **Brasil de Fato**, 26 ago. 2021. Disponível em: <https://www.brasildefato.com.br/2021/08/26/no-chile-crise-hidrica-e-deficit-de-chuvas-de-mais-de-uma-decada-afeta-producao-agricola>. Acesso em: 15 jun. 2023.

OCHOA-NORIEGA, C. A. *et al.* The use of water in agriculture in Mexico and its sustainable management: a bibliometric review. **Agronomy**, v. 10, n. 12, p. 1-20, 2020.

ORÉ, M. T. **Agua: bien común y usos privados – riego, Estado y conflictos en La Archirana del Inca.** Lima: Fondo Editorial PUCP, 2005.

PARAGUAI. **Censo Agropecuario Nacional 2008.** San Lorenzo: DCEA/MAG, 2009.

PARK, S. E. *et al.* Informing adaptation responses to climate change through theories of transformation. **Global Environmental Change**, v. 22, n. 1, p. 115-126, 2012.

PARRY, M. L.; CARTER, T. R. An assessment of the effects of climatic change on agriculture. **Climatic Change**, v. 15, n. 1-2, p. 95-116, 1989.

PASSADOR, C. S.; PASSADOR, J. L. Apontamentos sobre as políticas públicas de combate à seca no Brasil: cisternas e cidadania? **Cadernos Gestão Pública e Cidadania**, v. 15, n. 56, p. 65-86, 2010.

PAZ, R. G.; DE DIOS, R.; GUTIÉRREZ, M. E. **La agricultura familiar en Santiago del Estero: cuantificación y análisis a partir de los datos del Registro Nacional de Agricultura**. São Miguel de Tucumán: Magna, 2014.

PBMC – PAINEL BRASILEIRO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS. **Base científica das mudanças climáticas: primeiro relatório de avaliação nacional sobre mudanças climáticas**. Rio de Janeiro: Coppe/UFRJ, 2014. v. 1.

PERREAULT, T. (Ed.). **Minería, agua y justicia social em los Andes: experiencias comparativas de Perú y Bolívia**. La Paz: Justicia Hídrica, 2014a. 240 p.

PERREAULT, T. Agua, minería, modos de vida y justicia social en el altiplano boliviano. *In*: PERREAULT, T. (Ed.). **Minería, agua y justicia social em los Andes: experiencias comparativas de Perú y Bolívia**. La Paz: Justicia Hídrica, 2014b. p. 101-124.

PLOEG, J. D. van der. **The new peasantries: struggles for autonomy and sustainability in an era of empire and globalization**. Londres: Routledge, 2009.

RAUSCHER, S. A. *et al.* Extension and intensification of the Meso-American mid-summer drought in the twenty-first century. **Climate Dynamics**, v. 31, n. 5, p. 551-571, 2008.

SALAZAR-MORENO, R.; ROJANO-AGUILAR, A.; LÓPEZ-CRUZ, I. L. La eficiencia en el uso del agua en la agricultura controlada. **Tecnología y Ciencias del Agua**, v. 5, n. 2, p. 177-183, 2014.

SEO, S. N.; MENDELSON, R. An analysis of crop choice: adapting to climate change in South American farms. **Ecological Economics**, v. 67, n. 1, p. 109-116, 2008.

SIMPSON, M. C. *et al.* **An overview of modelling climate change impacts in the Caribbean Region with contribution from the Pacific Islands**. Bridgetown: UNDP, 2009.

SIMPSON, M. C. *et al.* **Quantification and magnitude of losses and damages resulting from the impacts of climate change: modelling the transformational impacts and costs of sea level rise in the Caribbean – full document**. Bridgetown: UNDP, 2010.

SOLOMON, S. *et al.* (Ed.). **Climate change 2007: the physical science basis – contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Cambridge, Reino Unido; Nova York: Cambridge University Press, 2007.

SOUZA FILHO, H. M. de. *et al.* Condicionantes da adoção de inovações tecnológicas na agricultura. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 28, n. 1, p. 223-255, 2011.

STOCKER, T. F. *et al.* (Ed.). **Climate change 2013: the physical science basis – contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Cambridge, Reino Unido; Nova York: Cambridge University Press, 2013.

TAYLOR, M. A. *et al.* Climate change and the Caribbean: review and response. **Caribbean Studies**, v. 40, n. 2, p. 169-200, 2012.

TUBIELLO, F. N.; ROSENZWEIG, C. Developing climate change impact metrics for agriculture. **Integrated Assessment Journal**, v. 8, n. 1, p. 165-184, 2008.

URUGUAI. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. **Censo General Agropecuario 2011**. Montevideu: MGAP, 2011.

VERGARA, W. *et al.* **Agricultura y futuro climático en América Latina y el Caribe: impactos sistémicos y posibles respuestas**. Washington: BID, 2014. 24 p. (Documento de Debate, n. IDB-DP-329).

WMO – WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. **State of the climate in Latin America and the Caribbean 2021**. Genebra: WMO, 2022. 44 p. (WMO, n. 1295).

#### BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

GIBERTONI, J. A. M.; PANDOLFI, M. A. C. A problematização da crise hídrica para os pequenos produtores. **SIMTEC – Simpósio de Tecnologia da Fatec Taquaritinga**, v. 3, n. 1, p. 1-6, 2017.

