



NOTA TÉCNICA

Ações para Mitigação dos Efeitos do El Niño 2026/2027 na Agricultura do Sul do Brasil

Elaborada pela Embrapa, por meio da Plataforma Colaborativa para Mitigação de Efeitos Climáticos Adversos na Agropecuária da Região Sul do Brasil, visando o enfrentamento das consequências das enchentes e das mudanças climáticas.

Unidades componentes

Embrapa Soja

Embrapa Florestas

Embrapa Suínos e Aves

Embrapa Trigo

Embrapa Uva e Vinho

Embrapa Clima Temperado

Embrapa Pecuária Sul

.....

Sumário

Resumo Executivo	3
1. Informações gerais sobre El Niño 2026/2027	7
2. Ações de curto e médio prazo recomendadas para a mitigação dos efeitos do El Niño 2026 em diferentes culturas agrícolas	11
2.1. Recomendações gerais	13
2.2. Recomendações específicas	13
2.2.1 Grãos	13
2.2.1.1 Safra inverno 2026	13
2.2.1.2 Safra verão 2026/2027	15
2.3 Fruticultura	18
2.3.1 Frutas de caroço:	19
2.3.1.1 Possíveis riscos:	22
2.3.2 Pequenas frutas:	22
2.3.2.1 Possíveis riscos:	22

2.3.3 Oliveira e noqueira-pecã:	23
2.3.3.1 Possíveis riscos:	23
2.3.4 Recomendações gerais para pomares já estabelecidos	25
2.3.5 Recomendações gerais para o planejamento e estabelecimento de novos pomares	26
2.3.6 Viticultura e Pomicultura	27
2.3.6.1. Possíveis Riscos:	28
2.3.7. Recomendações para viticultura e pomicultura	29
2.3.8 Medidas de adaptação e boas práticas para o manejo de riscos	32
2.4 Silvicultura	33
2.4.1. Qualidade e estabilidade dos povoamentos	36
2.5 Horticultura	41
2.6 Pastagens e plantas de cobertura	42
3. Planejamento ambiental voltado a mitigação dos efeitos do El Niño	44
3.1. Governança e Gestão por Microbacias Hidrográficas	45
3.2. Zoneamento Hidrogeológico de Resposta Rápida	45
3.3. Delimitação de Áreas de Amortecimento de Cheias	46
3.4 Recuperação Funcional da Infraestrutura Natural	46
3.5. Boas Práticas Agropecuárias para Resiliência em Cenários Extremos	47
3.5.1 Manejo Conservacionista e Dinâmica de Cultivo	47
3.5.2 Engenharia Hidrológica da Paisagem Rural	48
3.5.3 Diversificação Produtiva e Matrizes Ecológicas	
4. Ações de Transferência de Tecnologia da Plataforma Colaborativa Sul relacionadas à mitigação dos efeitos das mudanças climáticas na agricultura da região Sul	40

Resumo Executivo

1. Alerta Climático

- **Intensidade do Evento:** de acordo com o National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) o El Niño tem entre 97% e 99% de probabilidade de permanência até o início de 2027, com **63% de chance de atingir a categoria "Muito Forte"** entre novembro de 2026 e janeiro de 2027;
- **Impactos Esperados:** aumento severo e concentrado das chuvas no Sul (sobretudo entre setembro e dezembro), alta nebulosidade (restrição de radiação solar) e temperaturas de inverno acima da média.

2. Diretrizes Gerais

1. **Prevenção:** Seguir rigorosamente as janelas e indicações do **Zoneamento Agrícola de Risco Climático (ZARC)** e adesão ampla a programas de segurança rural;
2. **Mitigação Operacional:** Readequar o teto tecnológico e o investimento em insumos para expectativas realistas de rendimento em anos de El Niño (evitando gastos elevados focados em produtividades de anos anteriores);
3. **Monitoramento:** Tomar decisões agronômicas diárias amparadas estritamente em fontes oficiais (INMET, CPTEC/INPE e CEMADEN).

3. Recomendações Integradas por Cadeia Produtiva

A. Culturas de Grãos e Cereais

Safra de Inverno 2026 (Trigo, Cevada, Aveia, Triticale, Centeio): alta pressão de doenças, germinação pré-colheita e acúmulo de micotoxinas. Recomenda-se a escolha de cultivares com resistência genética a doenças; escalonamento da semeadura; parcelamento da adubação nitrogenada para evitar lixiviação; e planejar a colheita antecipada (grãos mais úmidos) seguida de secagem artificial.

Arroz Irrigado (Safra de Verão): alta nebulosidade reduz o aporte de radiação, limitando o enchimento e a qualidade dos grãos. Risco severo de acamamento e incidência de brusone. Recomenda-se o uso do aplicativo **PlanejArroz** (<https://planejarroz.cpact.embrapa.br/>) para sincronizar a fase

reprodutiva com períodos de maior disponibilidade de luz solar; adotar cultivares resistentes ao acamamento; regular a adubação nitrogenada; e aproveitar o excesso de chuva nas quadras para reduzir custos com bombeamento hídrico.

Soja e Milho (Safrade Verão): os principais riscos são erosão hídrica severa, estiolamento e acamamento (soja); lixiviação de nitrogênio (milho); alta pressão de doenças (ferrugem asiática, mofo-branco e podridões radiculares/colmo). Recomenda-se o manejo intensivo da palhada no outono/inverno para proteção do solo contra o impacto das chuvas; redução da densidade de semeadura da soja para arejar o dossel; parcelamento da adubação nitrogenada; e canais de drenagem superficial eficientes para evitar a asfixia radicular nas baixadas.

B. Fruticultura

Frutas de caroço (Pêssego, Ameixa, Nectarina): o inverno quente prejudica a superação da dormência. Recomenda-se tratamentos fitossanitários rigorosos no inverno e a realização de poda verde (no raleio e 15 dias antes da maturação) para otimizar a circulação de ar no dossel. Deve-se acompanhar de perto o Sistema de Alerta da Mosca-das-Frutas.

Oliveira e Nogueira-Pecã: culturas altamente sensíveis ao encharcamento do solo (hipóxia). Recomenda-se a descompactação mecânica profunda (subsolagem) e o plantio de culturas de cobertura com sistema radicular agressivo nas entrelinhas. Na primavera, monitorar sarna e antracnose devido ao comprometimento da polinização pelas chuvas.

Viticultura e Pomicultura: o excesso de umidade favorece o desenvolvimento de doenças, reduz as janelas adequadas para a realização de operações agrícolas, dificulta a polinização e a fecundação quando coincidente com períodos de floração, compromete a qualidade dos frutos e intensifica processos de degradação do solo e da infraestrutura rural. Recomenda-se a manutenção da cobertura vegetal para proteção do solo; revisão da drenagem e identificação de áreas críticas; controle adequado da nutrição nitrogenada, evitando adubações excessivas que favorecem o vigor vegetativo e maior sombreamento; planejamento do manejo fitossanitário e a logística operacional, antecipando a disponibilidade de insumos, equipamentos e mão de obra e identificar cultivares e talhões mais suscetíveis a doenças ou dificuldades operacionais; e planejar a colheita e a proteção da produção.

C. Silvicultura

Focar na estabilidade dos povoamentos contra tempestades severas e ventos fortes (comuns no El Niño). O planejamento logístico deve mitigar danos estruturais em estradas florestais e ajustar cronogramas de corte e transporte de madeira baseado em alertas em tempo real.

D. Horticultura

Aumento das temperaturas médias e das precipitações e da umidade do ar e do solo tendem a aumentar a incidência de doenças nas hortaliças. Além disso, por serem, em sua maioria, culturas com alta fragilidade quanto ao manejo, tendem a sofrer danos físicos pela incidência direta das precipitações. Recomenda-se o cultivo protegido de hortaliças; a seleção e adaptação de espécies e cultivares; sistemas biodiversos de cultivo (consórcio de plantas, diversificação das espécies, rotação de culturas, Sistemas Agroflorestais - SAF); plantio direto de hortaliças sobre a palha; manejo da irrigação e da drenagem das áreas de cultivo; manejo do solo com plantas de cobertura e adubações orgânicas; e cultivo orgânico de hortaliças

E. Pastagens e plantas de cobertura

Altas precipitações podem acarretar na redução da qualidade da pastagem, na perda de solos e na compactação do solo em áreas sem drenagem adequada. Recomenda-se redução da carga animal durante o período de inverno, adequado planejamento forrageiro, com produção de pasto o ano inteiro (Pasto 365); inserção de diversidade de espécies nas pastagens e coberturas; utilização do sistema “Pasto Sobre Pasto”; utilização de sementes de alta qualidade e adubação de base na implantação das pastagens de verão, visando seu mais rápido estabelecimento e cobertura do solo; e se possível, trabalhar com conservação de forragem para uso estratégico em momentos de menor disponibilidade das pastagens, evitando cargas animais incompatíveis com a capacidade de suporte dessas pastagens, principalmente em períodos mais chuvosos.

4. Conservação do Solo e Abordagem de Paisagem

As ações de mitigação não devem focar apenas em ações isoladas nas propriedades, mas devemos retomar a escala da **Microbacia Hidrográfica** como unidade de planejamento ambiental:

Engenharia Hidrológica Rural: É imperativo redimensionar terraços agrícolas com base nas novas curvas de intensidade-duração-frequência (IDF) de chuva. Estradas rurais devem receber bacias de retenção ("barraginhas") e canais de desvio para evitar que se tornem condutores de enxurradas e focos de erosão;

Sistemas Biodiversos: Estimular a adoção de Sistemas Agroflorestais (SAFs) e Integração Lavoura-Pecuária-Florestas (ILPF). Estas matrizes permitem perenizar a cobertura do solo, otimizam o balanço hídrico via evapotransição e diluem o risco econômico do produtor rural.

5. Ações de Transferência de Tecnologia (TT)

Para que as recomendações cheguem efetivamente à ponta, a Plataforma Colaborativa Sul propõe:

- Capacitação continuada de redes de extensão rural (pública e privada) em resiliência climática;
- Produção intensiva de conteúdos digitais de fácil acesso (redes sociais, vídeos curtos e aplicativos) voltados à orientação prática imediata de produtores e técnicos.

1. Informações gerais sobre El Niño 2026/2027

O El Niño é um fenômeno climático natural causado pelo aquecimento anormal das águas superficiais do Oceano Pacífico equatorial. Esse aquecimento altera padrões de vento, temperatura e chuvas em escala global, com efeitos distintos em diferentes regiões do Brasil. No Sul, provoca chuvas mais intensas e concentradas, aumentando riscos para os setores da agricultura, da pecuária e das florestas.

Um El Niño forte ocorre quando a anomalia da temperatura da superfície do mar (TSM) na região Niño 3.4 atinge entre $+1,5^{\circ}\text{C}$ e $+1,9^{\circ}\text{C}$, enquanto eventos muito fortes registram anomalias iguais ou superiores a $+2,0^{\circ}\text{C}$. Com base nos registros a partir de 1950, foram observados seis eventos fortes (1957-58, 1965-66, 1972-73, 1987-88, 1991-92 e 2023-24) e três muito fortes (1982-83, 1997-98 e 2015-16). Caso se confirme o evento de 2026/2027 como muito forte, esse seria o quarto na categoria, possivelmente associado à intensificação das mudanças climáticas globais.

A National Oceanic and Atmospheric Administration Home (NOAA), confirmou oficialmente o estabelecimento do El Niño 2026/2027, com probabilidade de permanência entre 97% e 99% em todos os trimestres entre junho de 2026 e o verão de 2027. As projeções indicam 63% de chance de o evento atingir a categoria muito forte entre novembro de 2026 e janeiro de 2027. Segundo o Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN), os padrões esperados para 2026/2027 seguem o histórico dos El Niños fortes ou muito fortes, com aumento significativo das chuvas entre setembro e dezembro na região Sul dopaís.

A intensidade máxima ainda é desconhecida, mas a gravidade dependerá, em grande parte, da preparação e resiliência das áreas afetadas.

Desde que os veículos de comunicação começaram a noticiar o retorno do fenômeno El Niño para o segundo semestre de 2026, destacando a possibilidade de um evento de intensidade forte ou muito forte, têm surgido diversas manifestações sobre seus potenciais impactos na agricultura brasileira. Algumas delas possuem embasamento técnico, enquanto outras carecem de fundamentação científica.

Embora o El Niño seja um fenômeno natural e cíclico, o contexto atual é diferente: o aquecimento global, impulsionado pelas emissões de combustíveis fósseis, pelo desmatamento e pelas atividades agropecuárias, intensifica seus efeitos. Além disso, florestas degradadas perdem a capacidade de regular a temperatura, reter a umidade e influenciar os regimes de chuva, aumentando os riscos de incêndios florestais, bem como de ocorrência de pragas e doenças.

Dados da plataforma AdaptaBrasil mostram que dois em cada três municípios brasileiros apresentam baixa ou muito baixa capacidade de adaptação às mudanças climáticas. Além disso, o Brasil é altamente vulnerável às alterações do clima. Isso ocorre porque parcela significativa da produção nacional está vinculada ao setor agropecuário, o que pode gerar impactos expressivos no Produto Interno Bruto (PIB), diferentemente do que ocorre em países mais desenvolvidos, cuja economia é menos dependente desse setor.

Sobre o fenômeno El Niño–Oscilação Sul (ENOS), sobressaem certezas e incertezas. Entretanto, considerando o conhecimento atualmente disponível sobre o ENOS, não se justifica que, na agricultura, na defesa civil ou em outras atividades econômicas influenciadas pelo clima, prevaleça a inação sob o argumento das incertezas associadas aos impactos do fenômeno. Após 43 anos de convivência com os impactos do ENOS (desde o evento de 1982/83), estamos, ao menos, familiarizados com a variabilidade climática associada às suas fases, El Niño e La Niña. Assim, embora persistam incertezas, não cabe mais alegar surpresa diante dos padrões de variabilidade climática extrema que podem ocorrer no Sul do Brasil em anos de La Niña e de El Niño.

É indiscutível que, nos anos de La Niña, chove menos no Sul do Brasil (2021 e 2022 são bons exemplos) e que, nos anos de El Niño (1982, 1997, 2015 e 2023 corroboram essa afirmação), chove mais, especialmente na primavera, embora as demais estações do ano também possam ser impactadas. Associado a esse padrão de variabilidade climática, consolidou-se, a partir da experiência vivenciada ou observada por diversos atores do setor. O entendimento de que os anos de La Niña tendem a ser favoráveis ao trigo e aos demais cultivos de inverno, bem como ao arroz irrigado, e desfavoráveis à soja e aos demais cultivos de verão não irrigados.

Os anos de El Niño, que em alguns casos efetivamente não foram favoráveis, são frequentemente vistos, de forma apressada, como prenúncios quase trágicos para o trigo, embora, em muitos casos, sejam favoráveis à soja. Convém ressaltar que essa interpretação não se aplica indistintamente a todos os cultivos de verão. O arroz irrigado, por exemplo, tende a apresentar aumento de produtividade em anos secos e redução de produtividade em anos de El Niño, em razão da maior nebulosidade e do menor aporte de radiação solar durante o ciclo.

Trata-se de situações complexas que, por meio da intervenção humana consciente, podem ser modificadas, uma vez que nunca devem ser assumidas como definitivas. São probabilidades passíveis de gerenciamento, desde que compreendidas como riscos. É importante compreender que saber lidar com as fases extremas do fenômeno ENOS, no contexto da agricultura, envolve tanto estar preparado para mitigar os efeitos adversos causados pelo clima quanto saber aproveitar as condições ambientais favoráveis aos cultivos.

As lições deixadas pelos eventos anteriores de ENOS não podem ser ignoradas. Especialmente no que se refere ao enfrentamento de adversidades, essas experiências devem ser utilizadas para manter um estado permanente de atenção e vigilância diante dos obstáculos que possam surgir durante a estação de crescimento das culturas.

Não podemos mais aceitar passivamente a inabilidade para lidar com impactos adversos ou a incapacidade de capitalizar benefícios potenciais quando uma condição ambiental favorável é prevista.

Há padrões de variabilidade climática extrema no Sul do Brasil que, apesar das variações interanuais de magnitude, se reproduzem a cada evento de El Niño e de La Niña. Entre eles, destacam-se: maiores volumes de chuva em anos de El Niño e menores volumes em anos de La Niña; maior nebulosidade em anos de El Niño e menor nebulosidade em anos de La Niña; maiores níveis de radiação solar e maior duração do brilho solar em anos de La Niña, em comparação aos anos de El Niño; temperaturas do ar geralmente mais amenas em anos de La Niña; e maior frequência de eventos de chuva intensa em anos de El Niño.

O fenômeno ENOS, caracterizado pela recorrência de suas fases — quente (El Niño) e fria (La Niña) — em ciclos que podem variar de dois a sete anos, bem como pela elevada incerteza associada aos seus impactos, permite que sejam extraídas lições dos eventos passados. Essas experiências contribuem para aprimorar nossa capacidade de lidar com a variabilidade climática inerente às fases extremas do fenômeno.

Atualmente, não cabem dúvidas de que sabemos mais sobre o ENOS, tanto em termos de capacidade preditiva quanto de compreensão de seus impactos, do que sabíamos na década de 1980. Naquele período, boa parte do mundo foi tomada de surpresa ao ouvir falar, pela primeira vez, do fenômeno El Niño, em 11 razão da ampla repercussão alcançada pelo evento de 1982/83, conhecido como "El Niño do século". Essa denominação também seria posteriormente atribuída ao evento de 1997/98, em função da magnitude de seus impactos globais.

Tudo indica que o El Niño, já confirmado pela NOAA para 2026/2027, deverá se intensificar no segundo semestre de 2026. Portanto, é essencial que os diferentes setores da sociedade estejam preparados para enfrentar seus potenciais impactos.

2. Ações de curto e médio prazo recomendadas para a mitigação dos efeitos do El Niño 2026/2027 em diferentes culturas agrícolas

2.1. Recomendações gerais

Amitigação dos impactos causados pelo fenômeno El Niño ou, paralelamente, o melhor aproveitamento das condições ambientais quando favoráveis exigem que sejam postas em prática estratégias integradas de gestão de riscos climáticos na agricultura. Essas estratégias passam, necessariamente, por ações voltadas à prevenção, à mitigação e à transferência de riscos. Em síntese, destacam-se como imprescindíveis:

- Respeitar os períodos de semeadura preconizados pelo Zoneamento Agrícola de Risco Climático (Zarc) para cada cultura, cultivar e tipo de solo;
- Identificar os impactos potenciais da variabilidade climática extrema associada com El Niño para as culturas economicamente importantes no Sul do Brasil;
- Planejar os gastos com insumos considerando as expectativas de rendimento para o cultivo específico em anos de El Niño e os preços de mercado esperados, de modo que a atividade mantenha uma margem de contribuição positiva;

- Adotar padrão tecnológico compatível com a expectativa realista de rendimento em anos de El Niño;
- Implementar boas práticas de manejo dos cultivos;
- Tomar decisões baseadas em previsões climáticas associadas ao fenômeno El Niño, utilizando como referências fontes oficiais de informação. No caso do Brasil, consultar o Inmet e o Cptec/INPE como referenciais primários;
- Adotar práticas de manejo do solo e da cultura que minimizem os impactos decorrentes da ocorrência de adversidades climáticas, como, por exemplo, o escalonamento da época de semeadura, o uso de cultivares de ciclos diferentes e a semeadura em contorno (curvas de nível) para amenizar escoamento superficial; formação de boa palhada sob o solo (reduz o impacto das gotas de chuva, diminui escoamento e melhora a infiltração);
- Seguir, da forma mais fiel possível, as indicações do Zoneamento Agrícola de Risco Climático (ZARC), uma vez que os cálculos de risco consideram séries históricas diárias de precipitação e temperatura com, no mínimo, 30 anos de duração, contemplando os impactos observados em anos de El Niño e La Niña;
- Aderir a algum programa de seguridade rural, público ou privado.

2.2 Recomendações específicas

2.2.1 Grãos

2.2.1.1 Safra inverno 2026

Especificamente para os cultivos de grãos, com destaque para os cereais de inverno (trigo, triticale, cevada, aveias e centeio), algumas práticas de manejo voltadas à minimização de riscos e ao melhor aproveitamento dos recursos ambientais devem ser adotadas durante a safra de inverno de 2026 em cenário de El Niño. Considerando as restrições econômicas e climáticas atualmente observadas no período pré-safra, destacam-se as seguintes recomendações:

- Acompanhar as previsões oficiais do fenômeno ENOS e os possíveis impactos climáticos regionais, baseando-se em informações técnicas e científicas, afastando-se de visões negacionistas e/ou catastróficas;
- Evitar investimentos vultosos com o objetivo de alcançar rendimentos recordes de grãos tomando como referência a safra de melhor desempenho produtivo já obtida;
- Realizar investimentos em insumos com base no potencial de rendimento definido pelas condições ambientais locais e pelas características do ano agrícola, considerando que a oferta ambiental para os cultivos de inverno em anos de El Niño tende a ser inferior à observada em anos de La Niña;
- Adotar cultivares com maior resistência genética a doenças, especialmente a manchas foliares, ao mosaico-comum e doenças de espiga (giberela e brusone);
- Utilizar cultivares com maior tolerância à germinação pré-colheita e realizar a colheita assim que esses cereais atingirem o grau de maturação dos grãos que permita a execução da operação mecanizada no campo. Não descartar a possibilidade de colheita com maior teor de umidade dos grãos, com posterior secagem artificial, diante de previsões de chuvas intensas e recorrentes no curto prazo;
- Utilizar culturas intercalares no período outonal como estratégia de cobertura do solo e reciclagem de nutrientes, visando reduzir a dose de nitrogênio (N), dependendo da espécie utilizada, necessária para obter o mesmo nível de rendimento de grãos nos cereais de inverno;

- Adotar a prática da rotação de culturas. No caso do trigo, recomenda-se semear esse cereal em áreas que não receberam trigo, triticale, cevada ou centeio no inverno anterior, o que permite, entre outros benefícios, a redução da incidência de manchas foliares e podridões radiculares;
- Avaliar a possibilidade de redução da adubação de semeadura (especialmente de P e K) em função da disponibilidade de nutrientes no solo. Destaca-se que são fundamentais a análise de solo e a observação de parâmetros técnicos, com apoio da assistência técnica;
- Escalonar a época de semeadura, utilizando diferentes combinações de cultivares e épocas, respeitando o Zoneamento Agrícola de Risco Climático (ZARC) específico para cada cereal de inverno.
- Realizar o parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura quando forem utilizadas doses elevadas, com o objetivo de reduzir o risco de perdas por lixiviação;
- Adotar estratégia racional de controle químico que considere as necessidades de cada espécie e cultivar, com monitoramento da lavoura e aplicações somente quando necessárias, descartando o uso de calendários de aplicação predefinidos;
- Monitorar o teor de micotoxinas nos grãos colhidos, a fim de evitar ou mitigar o problema e realizar a destinação para o uso final de acordo com a legislação vigente;
- Monitorar as condições meteorológicas de curto prazo (nível elevado de acerto) para a realização de práticas de manejo, como aplicação de nitrogênio (N), controle fitossanitário e operações de colheita;
- Aderir a programas públicos ou privados de segurança rural;

- Colocar em prática uma estratégia de gestão integrada dos riscos climáticos, adotando medidas de prevenção (escape e diluição de riscos), de mitigação de impactos adversos (boas práticas de manejo dos cultivos) e de transferência de riscos (seguridade agrícola).
- Monitorar as condições meteorológicas de curto prazo (nível elevado de acerto) para a realização de práticas de manejo, como aplicação de nitrogênio (N), controle fitossanitário e operações de colheita;
- Aderir a programas públicos ou privados de seguridade rural;
- Colocar em prática uma estratégia de gestão integrada dos riscos climáticos, adotando medidas de prevenção (escape e diluição de riscos), de mitigação de impactos adversos (boas práticas de manejo dos cultivos) e de transferência de riscos (seguridade agrícola).

2.2.1.2 Safra verão 2026/2027

Arroz irrigado: cultivado predominantemente por inundação do solo na metade sul do RS e de SC, os anos de El Niño costumam impor desafios à produtividade, em razão da maior nebulosidade e do menor aporte de radiação solar ao longo do ciclo — fator que limita o enchimento de grãos e prejudica sua qualidade, sobretudo quando a fase reprodutiva coincide com períodos de maior cobertura de nuvens. Diante desse cenário, recomendam-se:

- Escalonar e, quando possível, ajustar a época de semeadura dentro do Zoneamento Agrícola de Risco Climático (ZARC), buscando fazer a fase reprodutiva coincidir com os períodos de maior disponibilidade de radiação;
- Preferir cultivares com arquitetura adaptada à menor oferta de radiação e com boa resistência ao acamamento, uma vez que chuvas intensas e ventos fortes são mais frequentes em anos de El Niño;
- Ajustar a densidade de semeadura e a adubação nitrogenada à expectativa realista de rendimento, evitando excesso de nitrogênio (N), que, sob baixa radiação, aumenta o risco de acamamento e favorece a ocorrência de doenças;
- Apoiar o planejamento da safra utilizando o aplicativo PlanejArroz (para Android e iOS), que auxilia na definição da época de semeadura, no monitoramento da cultura e na indicação dos momentos de aplicação do nitrogênio, ajudando a ajustar o manejo à oferta de radiação durante o período de cultivo;
- Reforçar o manejo fitossanitário, com atenção especial à brusone (favorecida pela alta umidade e pelo molhamento foliar prolongado), com monitoramento da lavoura e aplicações de fungicidas conforme a necessidade;
- Aproveitar a maior oferta hídrica do período para compor a lâmina de irrigação: em anos de El Niño, a água das chuvas pode ser aproveitada na inundação dos quadros, representando uma oportunidade concreta de redução dos custos com bombeamento — atenção que se torna ainda mais relevante numa safra cuja perspectiva de produtividade está sob risco em função do clima, exigindo rigor no controle dos custos operacionais;

- Planejar antecipadamente a logística de colheita e a secagem diante da previsão de chuvas frequentes na maturação, reduzindo perdas no campo e a degradação da qualidade dos grãos;
- Garantir a capacidade de drenagem rápida dos quadros diante de chuvas intensas e recorrentes, prevenindo dificuldades no aproveitamento da área após a colheita do arroz;

Soja e Milho: Os anos com altos volumes de chuva e maior frequência de dias nublados na primavera-verão impõem desafios no manejo da soja e do milho. As orientações a seguir visam reduzir riscos e preservar o potencial produtivo das lavouras nessas condições.

a) Considerar que a probabilidade de perda de solos por erosão e pela formação de voçorocas é maior em anos de El Niño do que nos anos secos. Por isso, a primeira orientação é dedicar atenção especial à formação da cobertura vegetal ainda no inverno, garantindo a proteção do solo na primavera-verão. Nesse contexto, a adubação de pastagens e plantas de cobertura é fator decisivo, podendo determinar se o solo chegará protegido ou não à época das chuvas. Em áreas de integração lavoura-pecuária, deve-se evitar o excesso de lotação e impedir que os bovinos consumam toda a massa de pastagem disponível, preservando palhada suficiente para cobrir o solo. Em um ano com expectativa de chuvas abundantes, proteger o solo é essencial para manter o potencial produtivo ao longo do tempo.

b) Utilizar de média a baixa densidade de semeadura, dentro da população de plantas recomendadas para cada respectivo cultivar, em particular no caso da soja. Essa medida visa evitar o estiolamento de plantas - cujo crescimento já é favorecido pela abundância de água - prevenindo o acamamento. Essa medida também busca diminuir o tempo de molhamento das folhas, permitindo que o ar

seque as mesmas, o que irá atenuar a ocorrência de doenças e facilitar a penetração dos tratamentos químicos (defensivos) no dossel da cultura.

c) Respeitar as épocas de semeadura, seguindo à risca as indicações do Zoneamento Agrícola (ZARC) para cada município.

d) No caso do milho, parcelar (em 2 ou 3 vezes, se possível) a adubação nitrogenada de cobertura, aproveitando as janelas secas, já que chuva intensa aumenta perdas por lixiviação e volatilização do nitrogênio.

e) Antecipar e intensificar o monitoramento de doenças, uma vez que o molhamento prolongado favorece doenças como ferrugem.

asiática, mofo-branco (esclerotínia), mancha-alvo, antracnose e doenças de final de ciclo na soja; e no milho, a cercosporiose, mancha-branca, helmintosporioses e podridões.

f) Garantir condições adequadas de drenagem superficial, com atenção a terraços, canais escoadouros (valetas) e áreas de acúmulo de água, para reduzir o encharcamento, a asfixia radicular e as perdas por morte de plantas nas baixadas.

g) Antecipar a manutenção e o planejamento de uso do maquinário de colheita, secagem e armazenagem, já que chuvas no final do ciclo elevam o risco de perda de qualidade de grãos, grãos ardidos e desenvolvimento de micotoxinas.

2.3 Fruticultura

Como cada grupo de frutas tem suas particularidades, como sistemas de cultivo, ciclos vegetativo e produtivo, necessidades de frio e disponibilidade de cultivares para uso comercial. São considerados nesta nota técnica os aspectos de inverno, primavera e verão que normalmente ocorrem e interferem em cada um desses grupos de frutas, bem como suas relações com anos de eventos climáticos extremos. Dessa forma, serão apresentadas ações relativas a cada grupo de frutas cultivadas no Sul do Brasil.

2.3.1 Frutas de caroço: as plantas frutíferas de caroço (pessegueiro, nectarineira e ameixeira japonesa) são caducifólias (perdem as folhas no inverno) e, quando acumulam o frio necessário para a superação da dormência (que é inerente a cada cultivar e pode variar de 150 a 500 horas de frio $\leq 7,2^{\circ}\text{C}$ por ano), iniciam o florescimento e a brotação. Com a disponibilidade de diversas cultivares desenvolvidas pelos programas de melhoramento genético brasileiros, o período de floração dessas espécies na região Sul se estende de junho ao início de setembro, a depender da cultivar e das condições microclimáticas. O período de colheita começa no início de outubro e se estende até o início de fevereiro, o que classifica as cultivares em precoces (colhidas de outubro a meados de novembro), de meia-estação (de meados de novembro a meados de dezembro) e tardias (após meados de dezembro).

Na metade sul do Rio Grande do Sul, predomina o cultivo do pessegueiro do tipo indústria, em sistema a campo, desprovido de telas antigranizo e no qual sistemas de irrigação raramente são adotados. Já na Serra Gaúcha, em Santa Catarina e no Paraná, a produção de pêssegos é praticamente toda voltada ao mercado *in natura*, além de nectarinas e ameixas japonesas. O uso da irrigação é adotado em boa parte dos pomares e, na Serra Gaúcha, diversos pomares são cobertos com telas antigranizo.

2.3.1.1 Possíveis riscos:

- **Floração e brotação anormais das plantas:**

as previsões climáticas indicam ocorrência de temperaturas do ar acima da média durante o inverno, além da redução do acúmulo de frio em algumas microrregiões produtoras do Sul do Brasil. Como a aplicação exógena de reguladores de crescimento para superação da dormência é pouco usual em frutíferas de caroço nessa região, a brotação e a floração são totalmente dependentes das condições climáticas, sobretudo do acúmulo de horas

de frio e de sua uniformidade (sem flutuações bruscas de temperatura) ao longo do inverno. Se concretizado o cenário previsto, as cultivares podem florescer e brotar de forma insatisfatória, o que pode ocasionar redução do potencial produtivo desta safra e também da próxima. As cultivares mais exigentes em frio serão as mais afetadas.

- **Erosão e encharcamento do solo:** pomares da metade sul do Rio Grande do Sul são tipicamente cultivados em Argissolos, os quais são rasos, arenosos na camada superficial, com baixos teores de matéria orgânica (<2%) e com relevo variando de suave a bastante declivoso. O excesso de chuvas em períodos curtos de tempo normalmente provoca grandes escorrimentos superficiais e formação de sulcos de erosão. Em relevos relativamente planos ou suaves, ou em áreas onde não houve adequado planejamento do pomar, o risco é de encharcamento do solo, o que provoca redução do oxigênio no sistema radicular e danos irreversíveis às raízes, podendo levar à morte das plantas.
- **Lixiviação e arrastode nutrientes:** o escorrimento superficial da água leva consigo os nutrientes aplicados em cobertura, aumentando a eutrofização dos cursos d'água (sangas e arroios). Além dos danos ambientais, os prejuízos econômicos aos fruticultores normalmente são expressivos, principalmente nos pomares com pouca vegetação cultivada ou espontânea nas linhas e entrelinhas de plantio. Alguns fruticultores ainda realizam a aração (animal ou tratorizada) das linhas de plantio no outono (prática não mais recomendada pela pesquisa), o que potencializa os riscos de erosão e lixiviação de nutrientes.
- **Aumento da pressão por pragas, doenças e plantas daninhas:** com o início da brotação e formação dos frutos, os cultivos ficam mais propensos ao ataque de pragas e à ocorrência de doenças em condições de elevada umidade relativa do ar, longos períodos nublados e chuvas excessivas.

No solo, as plantas daninhas se beneficiam da umidade e dos nutrientes aplicados em cobertura, competindo com as plantas cultivadas.

- **Dificuldades operacionais nos pomares:** o excesso de umidade no solo dificulta e até impossibilita a circulação de tratores nos pomares para a realização dos tratos culturais e da colheita. Quando realizadas, essas operações aumentam a compactação do solo, alterando sua estrutura e formando sulcos.
- **Perdas da produção e qualidade das frutas:** o excesso de umidade relativa e a umidade relativa do ar e as chuvas excessivas potencializam a queda da produção, em função do apodrecimento de flores e/ou frutos.
- **Ações de prevenção: “Sistema de Alerta da Mosca das Frutas”:** um importante projeto de prevenção e antecipação de problemas para as plantas frutíferas de caroço é o Sistema de Alerta da Mosca das Frutas, em funcionamento desde 2011. Idealizado pela Embrapa Clima Temperado, em parceria com a Emater/RS-Ascar, Universidade Federal de Pelotas (UFPeL), Sindocopel (Sindicato da Indústria de Conservas), prefeituras municipais, organizações de produtores e demais instituições da cadeia produtiva do pêssego, seu objetivo é disponibilizar informações

sobre adubação, práticas fitotécnicas e formas de controle de pragas e doenças, entre outros. Os boletins são veiculados em diferentes meios de comunicação, incluindo o site e o Canal Terra Sul da Embrapa, grupos de WhatsApp e versões impressas. Criado para auxiliar os produtores no enfrentamento dos prejuízos causados pela mosca-das-frutas, o Sistema de Alerta promove o uso de práticas sustentáveis de manejo integrado e estimula a tomada de decisões baseadas no monitoramento da praga e das condições climáticas. Ao longo de seus 15 anos de funcionamento, consolidou-se como uma importante ferramenta de transferência de tecnologia, contribuindo para a redução de perdas, a qualificação da produção e o fortalecimento da sustentabilidade da cadeia produtiva do pêssego. Nesse período, foram emitidos 247 boletins do Sistema de Alerta, com média anual de 16 a 17 edições.

2.3.2 Pequenas frutas: neste grupo, cita-se o cultivo do morangueiro, da amoreira-preta, do mirtilheiro e da framboeseira. À exceção do cultivo do morango, que é anual e cultivado no solo sobre canteiros, as demais espécies são perenes. Embora o cultivo de morango também possa ser suspenso em abrigos que protegem as plantas de chuvas diretas, a perenidade se dá pela estrutura associada à longevidade produtiva da cultivar/muda implantada, podendo durar vários anos consecutivos de ciclo produtivo.

2.3.2.1 Possíveis riscos: o encharcamento prolongado do solo pode aumentar a incidência de doenças radiculares, reduzindo o potencial produtivo das culturas e podendo levar à morte de plantas jovens. Períodos prolongados de alta umidade relativa do ar e nebulosidade favorecem a proliferação de fungos, como *Botrytis cinerea*, causador do “mofo cinzento”, tanto nas flores quanto nos frutos em formação, especialmente em períodos de maior ocorrência de chuvas na região.

2.3.3 Oliveira e nogueira-pecã: a oliveira é uma planta de folhas persistentes (não perde as folhas no outono e inverno), adaptada a solos alcalinos com baixa disponibilidade de água, tipicamente encontrados na Bacia do Mediterrâneo. Com importância econômica no Sul do Brasil nos últimos 25 anos, a oliveira normalmente tem encontrado condições edafoclimáticas adversas, o que tem exigido esforços da pesquisa e da extensão rural no sentido de adaptar as diferentes cultivares de oliveira aos microclimas existentes na região. A nogueira-pecã é uma espécie caducifólia de elevada importância econômica crescente na região Sul do Brasil. O seu desempenho produtivo está diretamente relacionado às condições edafoclimáticas, sendo particularmente sensível ao excesso hídrico e à elevada umidade relativa do ar. Entretanto, o estresse hídrico também vem causando prejuízos em anos de pouca precipitação, principalmente nos meses de janeiro a abril (verão).

2.3.3.1 Possíveis riscos: no Brasil, especialmente na região Sul, os solos destinados ao cultivo de espécies frutíferas como a oliveira e a nogueira-pecã são, em sua maioria, naturalmente ácidos e necessitam de bom preparo na implantação para evitar danos na fase de produção. Nessas condições, as correções químicas da acidez e da fertilidade nem sempre são realizadas de forma adequada ou suficiente, o que limita o desenvolvimento do sistema radicular, reduz a capacidade de absorção de água e nutrientes e compromete a ancoragem das plantas. Além disso, é comum a ocorrência de solos rasos, em algumas situações compactados, com drenagem deficiente e suscetíveis ao encharcamento durante o inverno, período caracterizado por elevada frequência de chuvas e baixa evapotranspiração. Essas condições favorecem a hipóxia radicular, podendo levar à redução do vigor, queda de produtividade e, em situações mais severas, à morte de plantas — processo que pode ocorrer de forma lenta.

No caso da oliveira, espécie adaptada a ambientes de clima mediterrâneo, com solos bem drenados e baixa disponibilidade hídrica, essas condições

edafoclimáticas representam um importante fator de limitação, exigindo esforços contínuos de adaptação de cultivares aos diferentes microclimas do Sul do Brasil. Já para a noqueira-pecã, embora apresente maior adaptação às condições locais, o excesso hídrico, especialmente na primavera, constitui um dos principais fatores de risco, afetando diretamente o desenvolvimento da árvore e apolinização, além de favorecer o desenvolvimento de doenças. Os ventos frequentes, característicos do bioma Pampa, também representam um desafio para ambas as culturas, podendo provocar o tombamento de plantas jovens, principalmente nos primeiros anos após o plantio, quando o sistema radicular ainda está em formação. Adicionalmente, a elevada umidade relativa do ar e a ocorrência de chuvas durante a primavera coincidem com o período de floração e início do desenvolvimento dos frutos. Na oliveira, essas condições dificultam a polinização cruzada, que depende da ação do vento e de insetos, enquanto na noqueira-pecã comprometem a eficiência da polinização anemófila (ação do vento) e favorecem a incidência de doenças fúngicas, com destaque para a sarna e antracnose.

Outro aspecto relevante em ambas as culturas é a alternância de produção, caracterizada por safras com elevada carga seguidas de anos de baixa produtividade, fenômeno que pode ser intensificado por condições ambientais adversas. No período de verão, por sua vez, são comuns condições de elevada evapotranspiração. Para a oliveira, isso pode acentuar o estresse hídrico, prejudicando o crescimento e provocando a desidratação dos frutos. Na noqueira-pecã, déficits hídricos nesse período podem comprometer o enchimento das amêndoas e reduzir a qualidade final da produção, além de prejudicar a diferenciação floral para a próxima safra. Dessa forma, a interação entre limitações físicas e químicas do solo, excesso hídrico no inverno e na primavera, elevada umidade relativa do ar, pressão de doenças, ventos intensos e eventuais déficits hídricos no verão configura um conjunto de desafios para a sustentabilidade produtiva da oliveira e da noqueira-pecã

Sul do Brasil, demandando estratégias integradas de manejo e adaptação às condições edafoclimáticas regionais.

2.3.4 Recomendações gerais para pomares já estabelecidos

- Limpeza e desobstrução de valetas, desaguadouros e curvas de nível, que possam comprometer o escoamento do excesso das águas da chuva;
- Em pomares com plantas de cobertura (aveia, ervilhaca, azevém, trevos e milho) cultivadas nas entrelinhas, realizar apenas o acamamento da massa verde (rolo-faca ou arraste de pneus), no início da brotação das frutíferas e, posteriormente, sempre que necessário;
- Nas plantas frutíferas de caroço, a realização correta dos tratamentos de inverno (com calda bordalesa e calda sulfocálcica de qualidade) é fundamental para a limpeza das plantas e eliminação de fontes de inóculo antes de a planta iniciar novo ciclo de floração e vegetação. Com a evolução do ciclo vegetativo e produtivo das plantas, tratamentos fitossanitários realizados antes da ocorrência de chuvas são sempre mais eficientes quando comparados aos realizados após chuvas, o que reduz as perdas por doenças, principalmente a podridão-parda;
- Nas plantas frutíferas de caroço, realizar a poda verde em dois momentos:
a) no raleio manual dos frutos; b) 15 a 20 dias antes do início da maturação. A poda verde tem por objetivo facilitar a penetração da radiação solar na planta, promover a aeração e a redução do tempo de molhamento foliar, o que reduz riscos de doenças e aumenta a eficiência dos produtos fitossanitários;

- Para a noqueira-pecã, dar ênfase ao controle preventivo de doenças (sarna e antracnose) e ao manejo da copa, com podas que favoreçam a entrada de luz e a circulação de ar, reduzindo o tempo de molhamento foliar;
- Nos pomares de noqueira-pecã, em áreas com solos compactados, realizar a descompactação mecânica (subsolagem ou escarificação) em condições adequadas de umidade do solo, preferencialmente antes da implantação ou em entrelinhas de pomares já estabelecidos. Sempre que possível, associar essa prática ao uso de plantas de cobertura com sistema radicular agressivo, visando a descompactação biológica, melhoria da infiltração de água e aumento da aeração do solo. Evitar operações mecanizadas em condições de solo úmido, a fim de prevenir a recompactação;

2.3.5 Recomendações gerais para o planejamento e estabelecimento de novos pomares

- É necessária a atuação de profissionais (engenheiros agrônomos ou técnicos agrícolas) junto aos fruticultores, como responsáveis técnicos. Cada um desses profissionais, vinculado a uma indústria de conserva, associação de fruticultores ou sociedade de fruticultores, atuará em todas as etapas de elaboração de um projeto frutícola (levantamento planialtimétrico e das características físicas, químicas e biológicas dos diferentes talhões das propriedades rurais), incluindo a projeção das vias de trânsito internas, curvas de nível, desaguadouros, construção de barragens de contenção, açudes, preservação de matas ciliares, correção da acidez e da fertilidade do solo, estabelecimento de quebra-ventos e preparo inicial do solo (escarificação, subsolagem e aração). O adequado planejamento de um pomar é fundamental para mitigar os danos causados por eventos climáticos extremos.

- Uso de mudas com padrão genético, morfológico e sanitário, produzidas pelos métodos de propagação recomendados pela pesquisa e de acordo com a espécie, e adquiridas somente de viveiristas cadastrados no MAPA como “produtores de mudas”, devidamente licenciados pelos detentores das cultivares protegidas, quando for o caso.
- Para o plantio das mudas, seguir as recomendações da pesquisa quanto ao espaçamento entre plantas, densidade e orientação de plantio, práticas conservacionistas do solo e da água (tais como cultivo mínimo, cobertura verde e seu manejo e consórcio de plantas), irrigação e adubação, de acordo com o sistema de produção de cada espécie e com o sistema de condução de plantas projetado para cada pomar.
- Para pomares de nogueira-pecã e de oliveira, diante dos diagnósticos obtidos na fase de implantação, torna-se preponderante que novos empreendimentos sejam conduzidos com planejamento criterioso desde o início. Nesse contexto, o adequado preparo do solo assume papel central, especialmente no que se refere à correção da acidez e aos níveis de fósforo. Ressalta-se que essas correções devem ser realizadas de forma homogênea em toda a área do pomar, e não apenas em faixas ou no berço de plantio. Essa abordagem garante melhores condições para o desenvolvimento radicular, maior eficiência na absorção de nutrientes e maior uniformidade no crescimento das árvores, refletindo diretamente na longevidade e produtividade do pomar, além de maior resiliência às adversidades climáticas.

2.3.6 Viticultura e Pomicultura: na viticultura e na pomicultura, os impactos do El Niño vão muito além do aumento das precipitações. O excesso de umidade favorece o desenvolvimento de doenças, reduz as janelas adequadas para a realização de operações agrícolas, dificulta a polinização e a

fecundação quando coincidente com períodos de floração, compromete a qualidade dos frutos e intensifica processos de degradação do solo e da infraestrutura rural. Em muitos casos, as maiores perdas econômicas não resultam apenas da incidência de doenças, mas da interação entre condições climáticas adversas, limitações de acesso às áreas de produção, redução da eficiência das pulverizações, atrasos nas práticas de manejo e dificuldades para realizar a colheita no momento ideal.

2.3.6.1. Possíveis Riscos:

Redução de produtividade: o menor acúmulo de frio hibernar pode comprometer a superação da dormência, resultando em brotação desuniforme, atraso fenológico e redução da fertilidade de gemas em determinadas cultivares de videira e macieira. Na macieira, também podem ocorrer problemas de sincronização entre cultivares polinizadoras, reduzindo a fecundação e o pegamento de frutos. Em situações específicas, a antecipação da brotação decorrente de temperaturas elevadas no final do inverno pode aumentar a exposição das plantas aos danos provocados por geadas tardias.

Alta pressão fitossanitária: o aumento da precipitação e da umidade relativa do ar durante a primavera e o verão favorece significativamente a ocorrência de doenças. Na videira, destacam-se o míldio, a antracnose, a escoriose e as podridões de cacho. Na macieira, aumentam os riscos associados à sarna, manchas foliares, cancrios, podridões de frutos e doenças pós-colheita. Em ambas as culturas, períodos prolongados de saturação hídrica podem favorecer patógenos associados ao sistema radicular, especialmente em áreas com drenagem deficiente. Durante a floração da macieira, períodos prolongados de chuva, ventos intensos e baixa insolação podem reduzir a atividade dos polinizadores, comprometendo a fecundação e a frutificação. Na videira, a maior incidência de bagas rachadas, frutos danificados e podridões pode favorecer a ocorrência de insetos associados a frutos em decomposição e ampliar os riscos fitossanitários próximos à colheita.

Menor qualidade da produção: chuvas frequentes durante a maturação podem provocar rachaduras, redução do teor de sólidos solúveis, aumento da incidência de podridões e comprometimento da qualidade dos frutos. Na videira destinada à elaboração de vinhos e sucos, o excesso de chuva pode reduzir a concentração de açúcares, compostos fenólicos e precursores aromáticos, afetando o potencial enológico e industrial da matéria-prima. Na macieira, chuvas excessivas próximas à colheita podem favorecer rachaduras, redução da firmeza dos frutos, aumento da incidência de podridões, prejuízos à coloração e diminuição do potencial de armazenamento.

Menor eficiência operacional: menor eficiência operacional: o excesso de chuvas reduz as janelas adequadas para pulverizações, manejo do dossel, roçadas, raleios e colheitas, especialmente em períodos críticos do ciclo produtivo. A elevada umidade do solo dificulta a trafegabilidade de máquinas e equipamentos, aumenta o risco de compactação e reduz a eficiência das operações agrícolas. Além disso, a lavagem de fungicidas e outros produtos fitossanitários pela chuva pode comprometer a eficácia dos tratamentos e elevar os custos de produção. Eventos extremos, como enxurradas, granizo e ventos intensos, também podem causar danos à infraestrutura, intensificar processos erosivos e provocar perdas diretas de produção.

2.3.7. Recomendações para viticultura e pomicultura

Revisar a drenagem e identificar áreas críticas: mapear locais sujeitos a encharcamento, enxurradas e erosão dentro dos vinhedos e pomares, realizando correções preventivas em canais de drenagem, saídas d'água, estradas internas e demais pontos de concentração de fluxo superficial.

Manter a cobertura vegetal e proteger o solo: planejar o manejo da vegetação das entrelinhas, evitando a exposição do solo antes do período de maior precipitação. Em áreas declivosas, reforçar práticas conservacionistas para reduzir erosão, compactação e perdas de nutrientes, além de favorecer a infiltração de água e diminuir o escoamento superficial.

Adotar uma nutrição controlada: na videira, evitar adubações excessivas de nitrogênio, que favorecem o vigor vegetativo, o sombreamento e a formação de microclimas mais úmidos no interior do dossel. Também devem ser evitadas aplicações excessivas de potássio em áreas já supridas, especialmente em vinhedos destinados à elaboração de vinhos, devido aos potenciais impactos sobre a composição do mosto. Tanto para a videira como para a macieira, recomenda-se evitar aplicações de fertilizantes imediatamente antes de eventos de chuva intensa, reduzindo perdas por escoamento superficial e lixiviação.

Revisar preventivamente a estratégia fitossanitária: avaliar antecipadamente a disponibilidade de equipamentos, produtos fitossanitários e mão de obra, ajustando programas de manejo para cenários de maior pressão de doenças. Em videiras e macieiras, o posicionamento preventivo dos tratamentos e a rápida resposta aos períodos favoráveis às infecções serão fundamentais para reduzir perdas de produção e qualidade.

Organizar o monitoramento climático e fitossanitário: revisar ou instalar sistemas de monitoramento meteorológico, acompanhar previsões climáticas, alertas fitossanitários e modelos de previsão de doenças. Manter registros sistemáticos das operações agrícolas, ocorrências fitossanitárias e eventos climáticos extremos, utilizando essas informações para apoiar a tomada de decisão em um cenário de elevada instabilidade climática. Em regiões ou cultivares com risco de insuficiência de frio hibernar, recomenda-se acompanhar o acúmulo de frio ao longo do inverno e planejar antecipadamente estratégias de superação de dormência, conforme as recomendações técnicas para cada espécie e cultivar.

Planejar o manejo fitossanitário e a logística operacional: revisar os programas fitossanitários, verificar antecipadamente a disponibilidade de insumos, equipamentos e mão de obra e identificar cultivares e talhões mais suscetíveis a doenças ou dificuldades operacionais. A redução das janelas de trabalho torna o planejamento prévio ainda mais importante. Sempre que possível, antecipar as pulverizações antes de períodos críticos de chuva, assegurando adequada cobertura dos alvos e correta calibração dos equipamentos. Avaliar o uso de adjuvantes compatíveis com a tecnologia de aplicação e com os produtos utilizados. Rotacionar mecanismos de ação para reduzir o risco de seleção de fungos resistentes e avaliar a necessidade de reaplicações em função do ingrediente ativo empregado, do volume precipitado e do intervalo transcorrido após a aplicação. Em cultivares suscetíveis às podridões de cacho, atenção especial deve ser dada às aplicações realizadas antes do fechamento dos cachos, visando proteger estruturas que posteriormente se tornam de difícil acesso aos tratamentos fitossanitários.

Cuidar do manejo do dossel e da carga de frutos: na videira, realizar desbrota, desponte e desfolha para reduzir o sombreamento, favorecer a aeração do dossel e acelerar a secagem dos cachos após eventos de chuva. Em cultivares com cachos compactos, realizar o raleio quando tecnicamente recomendado, retirando bagas e cachos mumificados ou com sintomas de doenças. Na macieira, ajustar o manejo da carga de frutos de acordo com as condições de frutificação observadas durante a safra, evitando intervenções que possam comprometer excessivamente a produtividade.

Preparar a floração e a polinização dos pomares: em macieira, planejar antecipadamente a disponibilidade e a distribuição de colmeias, preservar recursos florais para os polinizadores e monitorar as condições climáticas

durante a floração. Também é importante verificar a adequada sincronização entre cultivares produtoras e polinizadoras, reduzindo os riscos de falhas na fecundação e no pegamento de frutos.

Planejar a colheita e a proteção da produção: intensificar o monitoramento da maturação dos frutos e escalonar a colheita, priorizando talhões mais suscetíveis a podridões ou perdas de qualidade. Na videira destinada ao processamento, alinhar a retirada da produção com a capacidade de recebimento das vinícolas. Em sistemas de produção de uva de mesa e outras situações que envolvem produtos de elevado valor agregado, a utilização de coberturas plásticas pode contribuir para reduzir danos causados pelo excesso de chuvas e preservar a qualidade dos frutos. Também é recomendável revisar previamente as coberturas de seguro agrícola e manter registros atualizados das operações e ocorrências climáticas, facilitando a gestão de riscos e eventual comprovação de perdas.

2.3.8 Medidas de adaptação e boas práticas para o manejo de riscos

O monitoramento contínuo das condições meteorológicas deve orientar a tomada de decisão ao longo de todo o ciclo produtivo. A utilização de previsões climáticas, estações meteorológicas locais, sistemas de alerta fitossanitário e registros das operações agrícolas permite antecipar riscos e aumentar a eficiência das estratégias de manejo em anos de elevada instabilidade climática.

A conservação do solo e a manutenção da infraestrutura das propriedades são fundamentais para aumentar a resiliência dos sistemas produtivos. A manutenção de cobertura vegetal permanente, associada a práticas conservacionistas, como terraços e sistemas adequados de drenagem, contribui para reduzir erosão, compactação, perdas de nutrientes e problemas de encharcamento. Da mesma forma, a estrutura viária, incluindo sarjetas,

deve ser revisada e ajustada para evitar o fluxo da água da chuva para os talhões de produção, minimizando danos provocados por chuvas intensas ou enxurradas. Os impactos de ventos intensos e granizo também devem ser considerados no planejamento das propriedades, exigindo atenção a quebra-ventos, manutenção de postes, arames, sistemas de condução, estruturas de proteção e estratégias de gestão de risco.

Em novos plantios, a escolha adequada da área deve considerar fatores como drenagem natural, declividade, risco de geadas, histórico de encharcamento, acessibilidade e potencial de mecanização. Sempre que possível, deve-se considerar também a diversificação de cultivares com diferentes épocas de brotação, floração e maturação, reduzindo a exposição simultânea de fases fenológicas críticas aos eventos climáticos adversos. Devem ser evitadas áreas de convergência hídrica em relevos de encosta, onde a concentração do escoamento superficial aumenta os riscos de enxurradas e danos às plantas. Ferramentas como mapas de declividade, imagens de satélite e dados locais podem auxiliar na identificação de áreas de risco e no planejamento adequado de novas áreas, com maior resiliência.

2.4 Silvicultura

O uso de previsões meteorológicas e de sistemas de alerta para eventos extremos é, assim como na agricultura, fundamental para orientar ajustes nos cronogramas de trabalho, no planejamento do manejo e na gestão de riscos na silvicultura. Diante da previsão atual de condições climáticas atípicas ou potencialmente adversas, recomenda-se reforço imediato, junto às equipes de campo, sobre as diretrizes técnicas de segurança nas diferentes atividades florestais. Essa preparação prévia contribui para a redução da exposição dos trabalhadores a situações de risco e para a tomada de decisões mais seguras e eficientes, especialmente em condições emergenciais.

A Tabela 1, não exaustiva, apresenta alguns aspectos essenciais a serem considerados no planejamento, gestão e preparo de equipes e da logística para situações contingenciais. Contempla-se nessa lista a prevenção aos incêndios, embora a ocorrência de focos de calor e áreas queimadas no contexto rural sul-brasileiro esteja associada a períodos de baixa precipitação, menor umidade relativa do ar e ventos mais intensos, mais associadas aos anos sob efeito do La Niña. É, todavia, fundamental que produtores rurais e empresas florestais mantenham e reforcem suas estratégias de prevenção e combate ao fogo no atual contexto de incerteza climática. Eventos severos, como tempestades com descargas elétricas atmosféricas (raios), podem também atuar como gatilhos para incêndios imediatos, ainda que fora de períodos de estiagem prolongada. Além da proteção direta aos povoamentos florestais, o planejamento de curto prazo deve estender a proteção às infraestruturas físicas de apoio e armazenamento, como pátios e barracões destinados ao estoque de produtos madeireiros e não madeireiros, como erva-mate (*Ilex paraguariensis*) e palmito (*Euterpe edulis* e *Bactris gasipaes*), que concentram alto valor agregado e representam zonas de significativa vulnerabilidade.

A salvaguarda operacional de combate ao fogo pode ser assegurada pela revisão periódica e pela manutenção atualizada dos planos de prevenção e resposta a eventuais emergências. Entre as medidas prioritárias destacam-se a manutenção permanente da rede de aceiros, o manejo da carga de combustível em áreas críticas, a inspeção e a manutenção dos equipamentos de combate, bem como a revisão periódica dos planos de prevenção e resposta a emergências. Recomendase ainda a capacitação contínua das brigadas de incêndio, por meio de treinamentos e simulados regulares que contemplem cenários compatíveis com condições meteorológicas extremas, contribuindo para aumentar a eficiência das ações de prevenção, detecção e combate aos incêndios. Recomendamos, adicionalmente, a revisão das recomendações específicas à segurança dos trabalhadores e à eficiência das operações, com destaque para orientações disponibilizadas pela Organização Internacional do Trabalho (OIT), com me-

didadas preventivas para diferentes atividades da cadeia florestal, como operações de escalada e derrubada de árvores e riscos associados às operações de remoção e corte de árvores danificadas por eventos atípicos. Lembra-se que o Gerenciamento de Riscos Ocupacionais (GRO) constitui um conjunto de estratégias inseridas em um conceito dinâmico de gestão, envolvendo planejamento, execução, verificação e ações corretivas em todas as fases do gerenciamento de riscos ocupacionais.

Tabela 1. Diretrizes de planejamento e gestão de risco climáticos na silvicultura

	Prática silvicultural	Mecanismo de ação e Benefício esperado
a	Levantamento da qualidade da malha viária e operacionalização das melhorias necessárias	Minimizar danos à infraestrutura e logística em eventos extremos de chuva; assegurar escoamento dos produtos.
b	Gestão da qualidade na mecanização (preparo do solo e colheita florestal), com ajustes na intensidade das operações silviculturais e acompanhamento da sincronia com condições climáticas.	Estabilidade física, capacidade de infiltração da água no solo, reduzir impactos de chuvas intensas, redução de perdas de solo por escoamento.
c	Alinhamento das práticas silviculturais as técnicas de conservação do solo.	Ex.: uso de cobertura morta ofertada pelo controle da matocompetição.
d	Adequação do calendário de plantio em sincronia com alertas climáticos com previsão de precipitação irregular ou excessiva (por ex.).	
e	Postergar intervenções em caso de previsão de chuvas muito acima da média.	Exemplo: operações de escalada e derrubada de árvores, não recomendados sob condições de baixa visibilidade ou du-

		rante intempéries, especialmente em situações de ventos fortes, chuvas intensas ou tempestades elétricas.
f.	Planejamento do manejo de pragas antes e após estresse climático.	Excesso de chuva combinado com calor pode criar condições microclimáticas para a proliferação de doenças fúngicas e pragas. Recomendação: intensificar as vistorias fitossanitárias logo após eventos atípicos, como semanas consecutivas de chuvas intensas.
g.	Planejamento de contingência de recursos e suprimentos.	Dimensionamento de estoques de insumos e planejamento da retenção de mudas no viveiro sob necessidade de adiamento de plantio.
h.	Gestão de ociosidade.	Planejamento prévio de atividades alternativas para dias de chuva extrema
i.	Manter atualizado o Plano de Prevenção e Combate a Incêndios Florestais	Planejamento de rotas de vigilância, redimensionamento de equipes de pronta-resposta a incêndios e suspensão programada de atividades de risco.

2.4.1 Qualidade e estabilidade dos povoamentos

No Sul do Brasil, episódios de El Niño estão associados a condições atmosféricas favoráveis à ocorrência de sistemas convectivos e tempestades severas (Pscheidt; Grimm, 2009; Moraes; Marengo, 2022). Essas tempestades

podem estar acompanhadas de ventos intensos, granizo e chuvas volumosas, elevando o potencial de danos às atividades agrícolas e florestais. Aspectos como o bom ancoramento das árvores e o desenvolvimento global da estabilidade mecânica reduzem a suscetibilidade de espécies arbóreas à quebra e ao tombamento. Algumas medidas aplicáveis em diferentes estágios do povoamento estão apresentadas nas Tabelas 2 e 3. Nessas, também foram apontados procedimentos que devem ser analisados caso a caso, considerando-se a idade do povoamento e o espaçamento.

Tabela 2. Práticas silviculturais para aumentar a estabilidade do povoamento florestal: pré-plantio.

	Prática silvicultural	Mecanismo de ação e Benefício esperado
	Antes do Plantio	
a.	Estimular a produção de mudas de alta qualidade nos viveiros: mais vigorosas e melhores condições a enfrentar estresses bióticos (pragas e doenças) e abióticos.	Disponibilização de mudas com maior qualidade e sobrevivência em campo.
b.	Planejamento da orientação dos talhões	Minimizar exposição aos ventos dominantes e diminuir a carga mecânica sobre as árvores.
b.	Escolha de espécies ou materiais genéticos com sistema radicular profundo e robusto, e adaptadas o regime hidro climático local	Favorece raízes pivotantes e raízes laterais estruturais. Adaptabilidade.
c.	Composição de populações mistas quanto aplicável, primando por espécies com arquiteturas radiculares.	Diversificar a ocupação do perfil do solo.
d.	Amostragem do solo representativa do talhão para amostragem de fertilidade.	Orientar uma adubação equilibrada.
	Preparo do solo para plantio de mudas	
e.	Manutenção dos resíduos da colheita	
f.	Correção de impedimentos físicos do solo, subsolagem profunda e homogênea	Eliminar camadas compactadas e facilita crescimento de raízes estruturais em profundidade

g.	Evitar preparo excessivo do solo que destrua a sua estrutura	Preserva continuidade dos macroporos e a resistência mecânica; melhorar a ancoragem radicular
h.	Correção do solo em tempo da reação do solo + fornecimento de cálcio.	Ca ⁺² : importante para a formação de tecidos estruturais.
i	Planejar operação de adubação de arranque com uso de P na cova ou no sulco de plantio	Adequação à pouca mobilidade do fósforo e o tropismo radicular, favorecendo a exploração do perfil do solo pelas raízes.
j.	Sincronizar o calendário de plantio a condições climáticas favoráveis.	Evitar períodos secos, com temperaturas muito altas ou, de modo oposto, com ocorrência de geadas; procurar períodos de boa distribuição de chuvas (evitar mortalidade/falhas).

Tabela 3. Práticas aplicadas a qualidade e estabilidade do povoamento florestal: plantio e pós-plantio

	Prática silvicultural	Mecanismo de ação e Benefício esperado
a.	Proteção física da muda, quando necessário	Uso de protetores individuais para a redução da velocidade do vento próximo ao solo, ou pisoteio das mudas por animais herbívoros.
b.	Controle da matocompetição	Evitar competição excessiva por água e nutrientes nos primeiros anos, favorecendo o crescimento regular das árvores.
c.	Cautela no manejo nutricional	
	c1. Adubação nitrogenada	Evitar doses acima da capacidade de assimilação da cultura, impedindo o crescimento excessivo da copa em relação

		às raízes, e mantendo-se adequada relação raiz/parte aérea.
	c ₂ . Adubação potássica	Realizar adubação sob umidade favorável, a fim de prevenir a queima das mudas por estresse salino.
	c ₃ . Fertilização orgânica com resíduos maturados, e condicionada a proporções compatíveis com a demanda de nutrientes.	Estímulo à agregação e atividade biológica do solo. Deve-se evitar aplicação de N acima da demanda da cultura, o que é comum em biofertilizantes desbalanceados
	d. Uso de coberturas vegetais permanentes	Favorece infiltração e estruturação do solo.
	e. Monitoramento e mitigação de pragas e doenças radiculares	Evita perda de resistência mecânica das raízes.
	f. Cautela nos tratos culturais complementares: povoamentos jovens e adultos ¹	
	f1.Desrama artificial	Atenção deve ser dada à intensidade e período ideal para a aplicação do trato. Evitar desrama intensa ou repetida, que pode aumentar o risco de falhas mecânicas e doenças, comprometendo a resiliência de povoamentos florestais ao longo do tempo.
	f2. Desbaste	Evitar desbastes excessivos e a formação de bordas altamente expostas, que podem favorecer exposição súbita, com aumento do risco de quebras de fustes e arranquios.

¹ A desrama consiste na remoção dos galhos secos ou vivos da parte inferior do tronco, realizada manualmente com ferramentas de corte, visando acelerar a produção de madeira (Ahrens, s.d.). Já o desbaste consiste na remoção de árvores competidoras, defeituosas ou mal formadas, para “favorecer o crescimento das árvores remanescentes e se obter toras de diâmetros elevados ao final da rotação” (Bellote; Silva, s.d.).

Embora o agrupamento de medidas tenha inspiração na organização silvicultural de espécies exóticas produtoras de madeira, algumas medidas são adaptáveis a sistemas de produção de produtos florestais não madeireiros (PFNM), predominantemente de base familiar, os quais adotam, muitas vezes, sistemas mistos, com particularidades que podem favorecer a resiliência a estresses climáticos, como, por exemplo, a adoção de cercas vivas e quebra-ventos. Adaptações voltadas à arquitetura das espécies, como a morfologia das raízes (exemplo do sistema fasciculado das espécies de palmito) e a dominância lateral para a produção de material foliar da erva-mate, muitas vezes cultivada em sistemas consorciados com espécies perenes mais altas e formadoras de sombra, como a araucária, que também atua como quebra-vento natural.

Deve-se lembrar, por fim, da disponibilidade de aplicativos e softwares de livre acesso na página da Embrapa Florestas, voltados ao manejo de espécies florestais comerciais, oferecendo suporte adicional ao planejamento dos plantios, à seleção de espécies ou materiais genéticos, à adubação, ao armazenamento de carbono, ao controle de pragas e à avaliação de outros riscos, agregando informações para a construção de resiliência dos povoamentos em campo.

2.5 Horticultura

Os efeitos das mudanças climáticas sobre as hortaliças devem ocorrer de forma diferenciada entre as espécies, tendo em vista que as características das espécies que compõem esse grupamento são muito diversas. De maneira geral, o aumento das temperaturas médias e o aumento das precipitações e da umidade do ar e do solo tendem a aumentar a incidência de doenças nas hortaliças. Além disso, por serem, em sua maioria, culturas com alta fragilidade quanto ao manejo, tendem a sofrer danos físicos pela incidência direta das precipitações.

O aumento das temperaturas tende ainda a afetar o desenvolvimento de muitas espécies, haja vista que muitas delas são originárias de climas amenos, o que afetaria seu desenvolvimento fisiológico. A cultura da alface teria seu desenvolvimento vegetativo comprometido com temperaturas acima de 22 °C e fotoperíodo longo; aumentos de temperatura tenderiam a reduzir a tuberação em batatas, entre outros efeitos. Nesse sentido, poderiam haver deslocamentos de áreas tradicionais de cultivo para outras, havendo ainda a necessidade de se trabalhar com sistemas de cultivo protegido, o que aumentaria os custos de produção.

Estratégias a serem adotadas para enfrentamento:

1. Cultivo protegido;
2. Seleção e adaptação de espécies e cultivares;
3. Sistemas biodiversos de cultivo (consórcio de plantas, diversificação das espécies, rotação de culturas, Sistemas Agroflorestais - SAF);
4. Plantio direto de hortaliças sobre a palha;
5. Manejo da irrigação e da drenagem das áreas de cultivo;
6. Manejo do solo com plantas de cobertura e adubações orgânicas;
7. Cultivo orgânico de hortaliças

2.6 Pastagens e plantas de cobertura

O clima desafiador do Rio Grande do Sul, em termos de amplitude térmica ao longo do ano, já serviu de motivador para o uso de pastagens mais diversas do que em outras regiões do país, visto que uma ou poucas espécies não conseguem produzir significativamente tanto no período frio quanto no quente do ano. Esse fator se mostra como um facilitador para a adaptação às mudanças climáticas.

Nesse sentido, a Embrapa vem qualificando o posicionamento estratégico das cultivares forrageiras BRS em sistemas de produção com pecuária, na perspectiva de um planejamento forrageiro que proporcione a produção de pasto o ano inteiro, o que foi denominado “Pasto 365”. Como estratégia de ampliação da adoção desses conceitos, vêm-se intensificando a interação com técnicos e produtores, especialmente organizados em redes de cooperação, com o objetivo não apenas de demonstrar o potencial de cada cultivar em desempenhar funções ecossistêmicas, mas também de construir propostas de uso com mesclas de diferentes cultivares, complementando as curvas de produção da pastagem ao longo do ano.

Desse conjunto de ações, podem ser destacados alguns pontos a serem trabalhados com maior objetividade no sentido de melhor preparar esses sistemas de produção para os possíveis efeitos do El Niño:

- Trabalhar com carga animal menor sobre as pastagens durante o período de inverno, permitindo bom desenvolvimento vegetativo e principalmente de raízes, que auxiliam na estruturação do solo para enfrentar momentos de intensa precipitação com menos propensão à erosão;
- Inserir diversidade de espécies nas pastagens e coberturas, permitindo maior diversidade de sistemas radiculares que auxiliarão na estruturação do solo e maior taxa de infiltração de água;
- Inserir diversidade de espécies forrageiras nas pastagens, com ciclos diferentes, de modo a permitir uma transição mais suave entre a estação fria e a estação quente do ano, permitindo cobertura de solo por mais tempo;
- Utilizar o sistema “Pasto Sobre Pasto”, desenvolvido pela Embrapa, dando preferência para sobressemeadura de espécies forrageiras de verão sobre pastagens de inverno ainda em produção, sem dessecação ou preparo de solo, visando a manutenção da cobertura do solo no período de primavera, onde se estimam os maiores volumes de precipitação;

- Utilizar sementes de alta qualidade e adubação de base na implantação das pastagens de verão, visando seu mais rápido estabelecimento e cobertura do solo;
- Se possível, trabalhar com conservação de forragem para uso estratégico em momentos de menor disponibilidade das pastagens, evitando cargas animais incompatíveis com a capacidade de suporte dessas pastagens, principalmente em períodos mais chuvosos.

3. Planejamento ambiental voltado à mitigação dos efeitos do El Niño

3.1. Governança e gestão por microbacias hidrográficas

As divisões político-administrativas dos municípios não coincidem com as leis da hidrodinâmica. O planejamento deve adotar a microbacia como a célula geométrica de intervenção. Isso permite cruzar de forma direta as variáveis de relevo, rocha, solo, uso do solo e hidrografia com a malha rodoviária vicinal.

As decisões devem ser coordenadas de modo que as práticas agrícolas e florestais de conservação de solo executadas a montante (nas partes altas da bacia) sejam desenhadas especificamente para reduzir a frequência e a energia das inundações que fustigam os centros urbanos instalados a jusante (nas partes baixas). O mapeamento de suscetibilidade e vulnerabilidade a inundações e movimentos de massa deve consolidar-se como instrumento estratégico e norteador no planejamento ambiental por bacias hidrográficas aplicado à atividade agropecuária, integrando de forma articulada as ações do produtor rural, as diretrizes dos Planos Diretores municipais e as políticas estaduais de fomento à produção agropecuária e de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA).

Sob essa ótica, a identificação de déficits em Áreas de Preservação Permanente (APP) e a delimitação de banhados assumem papel central, atuando diretamente na regulação hidrológica, no amortecimento de cheias e na estabilização geotécnica de encostas, convertendo o passivo ambiental em ativo de resiliência climática.

3.2. Zoneamento hidrogeológico de resposta rápida

Diante da premência temporal do biênio 2026–2027, não há margem para a elaboração de planos de ordenamento complexos que demandem anos de maturação. Recomenda-se a elaboração de zoneamentos expeditos e pragmáticos por meio do processamento de dados geoespaciais e bases públicas consolidadas (como os dados geométricos das propriedades validadas no Cadastro Ambiental Rural – CAR).

Devem ser mapeados e integrados com urgência em plataformas municipais as planícies de inundação naturais, as encostas com inclinação crítica propensas a rastejos e deslizamentos, os talvegues secos que funcionam como rotas preferenciais de enxurradas e os pontos críticos de estradas de terra que sofrem erosão severa ou colapso estrutural recorrente.

3.3. Delimitação de áreas de amortecimento de cheias

A engenharia contemporânea reconhece a inviabilidade financeira de conter fisicamente cheias de recorrência centenária. A governança territorial deve, portanto, planejar e delimitar zonas de sacrifício controlado na paisagem. Banhados, várzeas originais e planícies aluviais devem ter sua integridade biofísica rigorosamente preservada para atuar como pulmões hidrológicos temporários.

Para garantir a viabilidade socioeconômica no curto prazo, essas áreas de amortecimento podem e devem ser integradas à atividade agropecuária por meio de usos compatíveis e de baixo impacto patrimonial — como a pecuária de corte sazonal em pastagens naturais ou cultivos anuais de ciclo ultra-rápido —, vedando-se terminantemente a construção de sedes, silos, estruturas residenciais ou eixos logísticos estratégicos nessas cotas inundáveis.

3.4 Recuperação funcional da infraestrutura natural

A restauração ecológica de Áreas de Preservação Permanente (APPs) deve abandonar o caráter puramente burocrático ou punitivo, focando na sua função de geoengenharia de proteção civil. A recomposição florestal de matas ciliares e nascentes deve ser direcionada prioritariamente para os rios de cabeceira e encostas instáveis.

A presença da estrutura radicular profunda das espécies nativas atua de forma tripla: fixa mecanicamente o solo das margens contra o processo de solapamento, funciona como uma barreira física rugosa que diminui a velocidade da água em direção à calha principal e atua como um filtro biológico que retém os sedimentos, minimizando o assoreamento acelerado dos rios e reservatórios da bacia.

3.5. Boas práticas agropecuárias para resiliência em cenários extremos

O setor agropecuário é a linha de frente do impacto econômico e, ao mesmo tempo, o maior espaço disponível para a implementação de Soluções Baseadas na Natureza (SBN). A resiliência do agronegócio depende da transformação das fazendas em "esponjas" capazes de estocar água na estiagem e infiltrar o excesso durante as macrocheias (Figura 1). As intervenções estruturais estão divididas em três grandes eixos práticos de difusão imediata pelas agências de extensão rural:

3.5.1 Manejo conservacionista e dinâmica de cultivo

Evolução do sistema plantio direto (SPD): superar o plantio direto simplificado (que realiza apenas o não revolvimento do solo) e implementar o SPD sistêmico de base ecológica. Isso exige a rotação intensiva de culturas com espécies de alta produção de biomassa e plantas de cobertura com sistemas radiculares agressivos (como braquiárias e nabos forrageiros), garantindo uma palhada permanente e espessa capaz de dissipar a energia cinética das gotas de chuva intensa;

Aumento do carbono orgânico e descompactação biológica: o incremento da matéria orgânica do solo melhora a estabilidade dos agregados, impedindo o selamento superficial (formação de uma crosta impermeável após a primeira chuva). A descompactação biológica promovida pelas raízes de plantas de cobertura cria macro e microporosidades estáveis, que elevam substancialmente a taxa de infiltração de água por hora em profundidade.

3.5.2 Engenharia hidrológica da paisagem rural

Redimensionamento de terraços agrícolas: ajustar o cálculo técnico de espaçamento e altura dos terraços em nível, balizando-os pelas novas curvas de intensidade-duração-frequência (IDF) climáticas atuais, mitigando o risco de transbordamento e rompimento dessas estruturas, o que gera o efeito “dominó” de erosão nas encostas;

Manejo hidrológico de estradas vicinais (rurais): as estradas rurais mal manejadas atuam como os principais condutos forçados de enxurradas, acelerando a água e promovendo a perda de solo nas propriedades. É urgente a implementação de canais de desvio associados a bacias de retenção (barraginhas) nas faixas de domínio das estradas, retendo a água nas margens e induzindo a sua infiltração local;

Proteção de talvegues com faixas vegetadas: nos eixos de escoamento natural das lavouras, deve-se evitar o plantio de culturas anuais de ciclo curto e implantar canais gramados permanentes ou faixas de retenção arbustiva, reduzindo drasticamente a velocidade do fluxo e forçando a deposição de sedimentos antes que eles atinjam os rios.

3.5.3 Diversificação produtiva e matrizes ecológicas

Sistemas integrados (SAF/ILPF): Fomentar a transição de monoculturas para Sistemas Agroflorestais ou de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta. A combinação de cultivos agrícolas com componentes arbóreos nativos ou exóticos, ou ainda pastagens perenes com renques de árvores, pereniza a cobertura do solo, melhora o balanço hídrico por meio de taxas elevadas de evapotranspiração e diversifica o portfólio econômico do produtor rural;

Genética adaptativa e ajuste de janelas climáticas: utilizar os dados atualizados do Zoneamento Agrícola de Risco Climático (ZARC) para selecionar cultivares dotadas de maior tolerância à hipóxia (encharcamento do sistema radicular) e escalonar as janelas de semeadura para evitar o período de floração e colheita nas quinzenas de maior probabilidade de bloqueios atmosféricos úmidos.



Figura 1. Boas práticas agropecuárias propostas.

4. Recomendações de ações de transferência de tecnologia da Plataforma Colaborativa Sul relacionadas à mitigação dos efeitos das mudanças climáticas na agricultura da Região Sul

- Implementar programa de treinamento para extensão rural visando à construção de resiliência climática em agricultura;
- Produção de conteúdo para orientar produtores rurais e extensionistas rurais na construção da capacidade de enfrentamento de adversidades climáticas associadas ao El Niño, com aptidão para rodar em diferentes plataformas de mídias sociais (YouTube, Instagram, grupos de WhatsApp e sites da internet);
- Implementar campanhas de comunicação orientadas para a gestão integrada de riscos climáticos, com foco nos impactos extremos do fenômeno El Niño no Sul do Brasil;