

Boletim Agronômico - Agro Extensão

O Boletim Agronômico do projeto de extensão universitária “Agro Extensão”, traz na sua quarta edição a discussão sobre informações sobre os desafios e oportunidades para o cultivo de trigo. Além disso, são apresentadas novas alternativas para as culturas de terras baixas, do ponto de vista do milho e da atualização das recomendações de adubação para a cultura do arroz.

Outro assunto muito importante abordado nesta edição, é como podemos aumentar a eficiência da mecanização agrícola em nossa agricultura atual.

Por fim, dedicamos uma parte desta edição para relembrar a história do programa de melhoramento genético de aveia branca do desenvolvido na UFRGS ao longo dos últimos anos, que rendeu o lançamento de inúmeras cultivares de aveia para a agricultura brasileira.

Desejamos uma boa leitura a todos!

**Sejam bem-vindos ao Agro Extensão –
Produzindo e levando conhecimento para o
campo!**

Editores e conteúdo

Editor

André Luis Vian

Professor Dr. Departamento de Plantas de Lavoura
da Faculdade de Agronomia - UFRGS.

Editor (a) Assistente

Isabela Seffrin Rodrigues

Thaís Martins Mariano

Saul Souza Pompermajer

Estudante graduandos em Agronomia na Faculdade
de Agronomia – UFRGS.

**Faculdade de Agronomia da Universidade
Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS**

Conteúdo

1. Trigo safra 2023: desafios e oportunidades no sul do Brasil.....PG.2
2. Milho irrigado: nova alternativa para a diversificação de culturas em terras baixas no RS.....PG.8
3. Novas recomendações de adubação para o arroz irrigado para o Sul do Brasil.....PG.16
4. Eficiência em mecanização agrícola.....PG.25
5. A aveia para produção de grãos nos ambientes subtropicais do Brasil.....PG.28

"O conteúdo dos textos é de responsabilidade exclusiva dos(as) autores(as). Permitida a reprodução, desde que citada a fonte."

Trigo safra 2023: desafios e oportunidades no sul do Brasil

Gilberto Rocca da Cunha¹ & João Leonardo Fernandes Pires²

Introdução

Nunca houve uma safra como a de 2022 para a triticultura brasileira, dirão alguns. De fato, o Brasil, na safra passada, produziu 9.767.400 t de trigo, com destaque para o Rio Grande do Sul, que contabilizou 4.945.600 t (51% da produção nacional), em uma área cultivada de 1.454.600 ha no RS e 3.086.200 ha no País (Conab, 2023). Esse resultado deve ser creditado a um conjunto de fatores que vem impulsionando o cultivo de trigo nos últimos anos: a valorização do trigo no mercado internacional; as condições climáticas que, pela atuação do fenômeno La Niña, têm sido favoráveis no sul do Brasil; o uso de tecnologias específicas para as diferentes regiões de cultivo; o surgimento de novas oportunidades de mercado, com destaque para o uso forrageiro, quer seja trigo pastejado diretamente pelos animais ou para produção de pré-secado e silagem ou dos grãos em formulações de ração; o aprimoramento da capacidade gerencial dos produtores rurais; a melhoria da qualificação dos profissionais de assistência técnica; a ampliação da rede de fornecedores de insumos e de compradores, a exemplo de cerealistas, tradings e sistema cooperativo; além da abertura de novos mercados para exportação e as possibilidades vislumbradas para o atendimento de futuras plantas de bioetanol.

A cada início de safra de inverno, não raro, surge o questionamento: semear ou não semear trigo? Essa dúvida, que já foi motivo de acirradas polêmicas, no passado, não parece, na atualidade, ter a mesma relevância que outra teve. A resposta,

na maioria das vezes que a questão foi posta, quase sempre em meio a interesses velados, sob a alegação de baixa rentabilidade da cultura e/ou pelo risco climático elevado, variou desde não semear ou apostar, com a devida cautela, no cereal, mas com o mínimo de investimento, até cultivar trigo sempre, sem importar com os cenários traçados.

Na véspera da safra 2023, surgiram duas tendências que, no primeiro momento, são merecedoras da atenção dos tricultores, especialmente do sul do Brasil. Analistas de mercado, por ocasião do Fórum do Trigo, realizado em Não-Me-Toque, RS, como parte da programação da Expodireto Cotrijal 2023, sinalizaram uma possível tendência baixista de preços do trigo no mundo, apesar das incertezas do Mar Negro, pelo conflito Rússia x Ucrânia, e, em 9 de março de 2023, o anúncio, pelo Climate Prediction Center/NCEP/NWS dos EUA, do final do atual episódio La Niña, e, adicionalmente, aventando a chance (elevada) de volta do El Niño, no segundo semestre deste ano.

Indiscutivelmente, a cultura de inverno mais importante, no sul do Brasil, é o trigo. Também não há margem para qualquer dúvida que a tecnologia de produção de trigo, atualmente disponível, é capaz de permitir a minimização de riscos climáticos e a maximização da rentabilidade, quando bem empregada, frise-se. Não obstante, por que os tricultores do sul do Brasil temem tanto El Niño? Há razões para isso? Devem temer ou respeitar? O que fazer e o que não fazer nos chamados anos de El Niño? E quanto às incertezas do mercado? Que podem os produtores de trigo fazer?

¹Pesquisador da Embrapa Trigo na área de Agrometeorologia. E-mail: gilberto.cunha@embrapa.br

²Pesquisador da Embrapa Trigo na área de Sistemas de Produção. E-mail: joao.pires@embrapa.br

Diante do cenário posto, ainda que não se possa ignorar o benefício deixado pelo trigo no inverno para os cultivos de verão, o ajuste dos custos de produção aos preços praticados pelo mercado internacional, atualmente comandado pela Rússia, merece especial atenção dos produtores rurais. E, diante da perspectiva de volta do El Niño, reiterada pelo boletim do Climate Prediction Center/NCEP/NWS dos EUA, edição de 13 de abril de 2023 (CPC, 2023), que colocou o rótulo e alerta/vigilância para esse fenômeno, há, na situação atual, coisas importantes que deveriam ser levadas em consideração.

Iniciando-se pelo que é, efetivamente, conhecido sobre os impactos das fases do fenômeno El Niño – Oscilação Sul (ENOS) – El Niño, Neutra e La Niña – sobre a variabilidade climática regional. Não há margem para dúvidas que, na maioria das vezes, chove mais nos anos de El Niño e menos nos anos de La Niña, em especial na primavera. E, assim, na maioria dos anos, configura-se, nos anos de La Niña, um ambiente mais adequado para a produção de cereais de inverno, seja pela maior densidade de fluxo de

radiação solar, pelas temperaturas mais amenas e, acima tudo, pela condição ambiental, menos úmida, que não favorece epidemias de doenças de difícil controle nesses cultivos e nem afeta, negativamente, a qualidade tecnológica dos grãos no momento da colheita. O inverso, ainda que não se possa considerar tal qual uma imagem de espelho, entre um evento e o outro, ocorre nos anos de El Niño. Mas, nada pode assegurar que os anos de El Niño, antecipadamente, fazem por merecer os rotulados de tragédias anunciadas para a produção de trigo (e de outros cereais de inverno) no sul do Brasil. Especialmente quando se adota, de forma correta, o que há de melhor em tecnologia de produção de trigo e estratégias de gestão integrada de riscos são postas em prática.

Na análise do que, potencialmente, pode acontecer, em termos de clima, durante a safra de inverno 2023, é fundamental que o produtor de trigo e de outros cereais de inverno fique atento para o que fazer (o certo) e o que não fazer (o errado), que são sintetizados na Tabela 1.

Tabela 1. Pontos a considerar no acompanhamento climático da safra de inverno 2023.

O que fazer (certo)	O que não fazer (errado)
Procurar se informar sobre o que é o fenômeno El Niño	Ignorar El Niño
Saber quando ele ocorreu nos últimos anos	Entrar em pânico e achar que não há solução e que não deve cultivar trigo ou outro cereal de inverno
Tomar conhecimento sobre os tipos de condições climáticas e eventos meteorológicos extremos que ocorreram na sua região durante os eventos El Niño anteriores	Acompanhar o monitoramento do El Niño de forma quase obsessiva, todos os dias
Ter clareza como foi afetado pelos últimos El Niño	Acreditar em tudo que ouve falar sobre El Niño e, acima de tudo, atribuir todos os males e todas as falhas de manejo dos cultivos a El Niño
Discutir com colegas de atividade ou de profissão os possíveis impactos climáticos do El Niño nas diferentes estações (épocas) do ano	
Dominar as alternativas de resposta para os possíveis impactos climáticos levantados	

Continuidade.....	
O que fazer (certo)	O que não fazer (errado)
Identificar as alternativas de reação que pode fazer com os recursos próprios	
Listar as alternativas de reação para as quais depende de terceiros (privado ou governamental)	
Esperar, sempre, por atualizações futuras (escala mensal) do progresso do El Niño, baseadas em informações do serviço meteorológico oficial. No Brasil: boletins do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Na esfera internacional: NOAA/Climate Prediction Center/NCEP/NWS dos EUA, do Bureau of Meteorology da Austrália ou da ECMWF, a Agência Europeia, entre outras fontes	

A diversificação das possibilidades de uso de cereais de inverno, especialmente do trigo, ganhou destaque nos últimos anos. Algumas, tradicionalmente, estão relacionadas ao uso do grão, panificação, biscoito, ração, etanol, etc, e outras, mais recentes, são decorrentes de mudanças, pela genética das novas cultivares e pelo aperfeiçoamento dos sistemas de produção. Por exemplo, produzir trigo para exportação visando aos mercados da Ásia e África e o cultivo de trigo para pastejo, silagem ou duplo-propósito (forragem e grãos) requer que sejam usadas cultivares específicas e ajustes no manejo, em conformidade com o genótipo e a região de cultivo. Por mais que essas alternativas exijam em capacitação e adaptação por parte do produtor e da organização do complexo agroindustrial, deve-se considerar que criam oportunidades de liquidez para os empreendimentos rurais, geração de renda adicional e, acima de tudo, diluição de riscos (incluídos os do ambiente), que, invariavelmente, estão associados à atividade.

Um exemplo bem-sucedido de aproveitamento do ambiente e diluição de riscos

envolve o uso de cereais de inverno em sistemas de integração lavoura-pecuária. O uso de trigo para pastejo, fenação, pré-secado, silagem e duplo-propósito, permite a “colheita de carne ou leite” desde o início da estação de crescimento e ajuste de manejo das culturas conforme o andamento das condições produtivas da safra. Por exemplo, quando possível, explorar mais o componente pastejo ou, em determinando momento, retirar os animais para privilegiar o potencial produtivo de grãos. Esse caso, especificamente, remete a uma reflexão sobre a importância de podermos modificar o rumo do manejo da lavoura conforme as condições ambientais e de mercado (valores de insumos e dos produtos gerados) no transcorrer da safra. Além das possibilidades citadas referentes a tecnologias para integração lavoura pecuária, é fundamental a realização de planejamento e acompanhamento das lavouras destinadas para grãos (maior parte da área cultivada de trigo no Brasil) durante todo o ciclo. A aquisição de “pacotes” fechados de insumos para a safra não parece ser o caminho mais adequado para todas as situações, apesar de ser a estratégia adotada por parte dos produtores. Por mais assertiva que seja a

previsão climática sobre a safra, existe um grau considerável de incerteza e de diversidades regionais que tornam o manejo específico uma oportunidade imprescindível em muitas situações. Ajustes na adubação nitrogenada em cobertura (dose e estratégia de aplicação), no uso ou não de reguladores de crescimento, nas estratégias de proteção de plantas (produtos, número e periodicidade de aplicação, entre outros), na estratégia de colheita, são algumas das possibilidades de variação do manejo que precisam ser levadas em consideração pelos assistentes técnicos e produtores rurais. Uma vez que várias dessas decisões envolvem custos de produção e impacto no potencial produtivo das lavouras, estão diretamente relacionadas com a rentabilidade da cultura. Não podemos investir pensando em um potencial de 5.000 kg/ha (83 sacas/ha) se as condições ambientais permitirem somente 3.000 kg/ha (50 sacas/ha), sendo o contrário também verdadeiro. Por mais complexas que sejam essas decisões, atualmente, a disponibilidade de informação a serviço de assistentes técnicos e produtores rurais é vasta. A consulta a fontes abalizadas pode garantir maior chance de acerto nas escolhas.

Aqueles produtores rurais que, nessa safra, estão ingressando na triticultura ou os que estavam a muito tempo sem cultivar trigo podem aprimorar o manejo das lavouras por meio de informações específicas sobre a região, cultivares e manejo associado.

Alguns exemplos das possibilidades de manejo para gestão de riscos na triticultura são elencados na sequência:

- Semear trigo em sistema de **rotação de culturas**, ou seja, que tenham utilizado espécies não hospedeiras de doenças do trigo no inverno anterior;

- **Intensificar o uso do inverno**, com planejamento das áreas que permita cobertura do solo o ano todo, por meio, por exemplo, de culturas como o nabo forrageiro entre o cultivo de verão e

o trigo, permitindo ciclagem de nutrientes, redução da erosão e maximização do rendimento de grãos e rentabilidade do cereal de inverno;

- Respeitar os períodos de semeadura, em cada região, conforme definidos pelo **Zoneamento Agrícola de Riscos Climáticos (ZARC)**. Esses podem ser consultados, em escala municipal, pelo aplicativo Zarc Plantio Certo (Figura 2);

- Utilizar **cultivares de ciclos diferentes** semeadas em uma mesma época (dentro do calendário ZARC) para evitar que os estádios críticos da cultura ocorram no mesmo momento em todos os talhões/lavouras;

- No caso do uso de somente uma cultivar (ou cultivares com mesmo ciclo), fazer o **escalonamento de épocas de semeadura** para evitar que os estádios críticos ocorram no mesmo momento em todos os talhões/lavouras;

- Evitar fazer a semeadura em solo excessivamente úmido, para **reduzir o risco de ocorrência do mosaico-comum do trigo**, dando preferência a cultivares com maior nível de resistência a essa virose e áreas sem histórico da doença;

- Escolher cultivares com boa **resistência geral a doenças e à germinação em pré-colheita**;

- Fazer o acompanhamento das **previsões meteorológicas de curto prazo** (maior nível de acerto) para tomada de decisões de manejo, como semeadura, aplicação de insumos e proteção de plantas nos momentos mais adequados;

- Fazer a **divisão da dose de nitrogênio** em cobertura para maximizar o aproveitamento desse nutriente e reduzir perdas por lixiviação e/ou escorrimento superficial;

- Realizar o **monitoramento de doenças**, com atenção especial para giberela, fazendo o acompanhamento da fenologia e das condições ambientais e a aplicação de fungicidas para

proteção da espiga quando necessária (produtos e tecnologia de aplicação apropriados);

- Fazer a **colheita tão logo seja possível**, evitando a perda de qualidade tecnológica em

função de chuvas possivelmente mais frequentes na primavera; e

- Contratação de **seguro agrícola**.

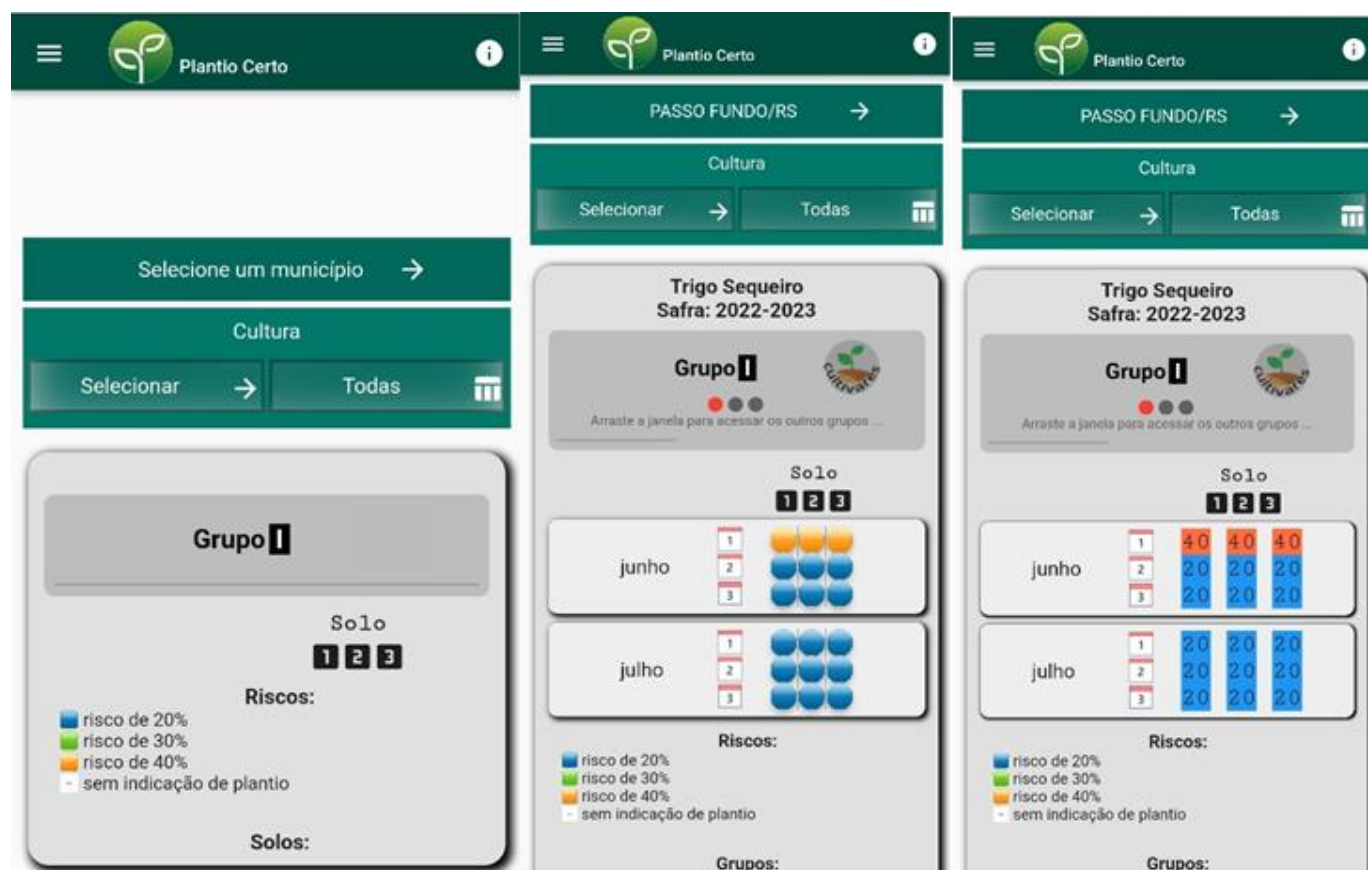


Figura 2. Telas do aplicativo Zarc Plantio Certo para consulta das janelas de semeadura (por decêndio) estabelecidas para cultivo de trigo em cada município (exemplo Passo Fundo, RS). *O aplicativo está disponível, de forma gratuita, para sistemas operacionais Andoid (Google) e iOS (Apple).

Considerações finais

O entendimento dos ambientes de produção, dos desafios e das oportunidades de cultivo de trigo no Brasil são fundamentais para a consolidação de uma triticultura nacional competitiva e sustentável.

Tecnologias apropriadas para cada ambiente de produção, nas diferentes regiões do País onde é possível o cultivo de trigo, têm sido desenvolvidas

por empresas públicas e privadas. Eis a razão de terem ficado no passado as médias de rendimento de grãos inferiores a 1.000 – 1.500 kg/ha, mesmo em anos rotulados como de safras frustradas.

Não se pode pensar em retroceder e sim em continuar avançando na qualificação do manejo aplicado ao trigo, com racionalidade no uso de insumos, no aproveitamento dos recursos do ambiente e na adoção de boas práticas agrícolas.

Apesar da configuração do evento El Niño, com chances elevadas de estabelecimento no segundo semestre de 2023, precisamos lidar com essa realidade sem pânico. O importante é buscar informações para acompanhar o evento, saber quais situações meteorológicas extremas podem ocorrer em cada região (rememorar safras anteriores com presença de El Niño e implementar

alternativas de resposta para os possíveis impactos adversos). A natureza da atividade agrícola, realizada geralmente a céu aberto, assume sempre um nível de risco não controlável, mas que pode ser minimizado com planejamento e escolhas apropriadas.



Figura 3. Lavoura de trigo na fase de maturação em Passo Fundo (RS) (Fonte: João Leonardo Fernandes Pires).

Literatura Consultada e Recomendada

CONAB. Séries históricas das safras. Acesso em: 10 abri. 2023. Disponível em: < <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras/itemlist/category/913-trigo>>.

CPC. El Niño/Southern Oscillation (ENSO) Diagnostico Discussion. Acesso em: 4 mai. 2023. Disponível em: < https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/enso_advisory/ensodisc.shtml>

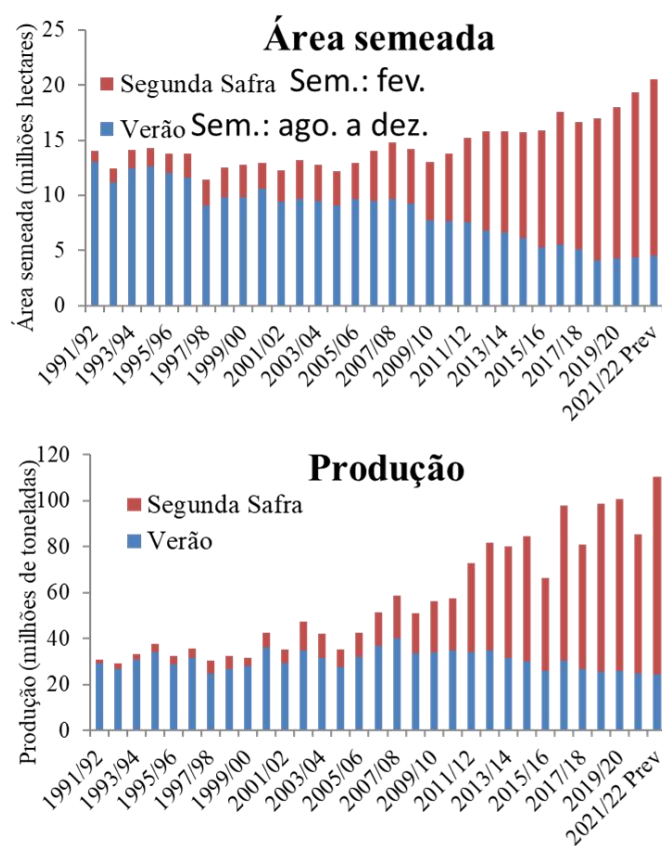
Milho irrigado: nova alternativa para a diversificação de culturas em terras baixas no RS

Paulo Regis Ferreira da Silva¹, Enio Marchesan²,
Ibanor Anghinoni³, Mara Grohs⁴

1. Situação da cultura do milho no Brasil e no RS

No Brasil, a área cultivada e a produção obtida com a cultura do milho vêm aumentando ao longo dos últimos anos (Figura 1). Isto se deve principalmente ao aumento da área do milho da segunda safra, em sucessão à soja, principalmente

nas regiões Centro-Oeste e Norte. Por outro lado, a área de cultivo e a produção obtidas com o cultivo do milho na safra, na região Sul do Brasil, vem diminuindo nos últimos anos.



CONAB (2022)

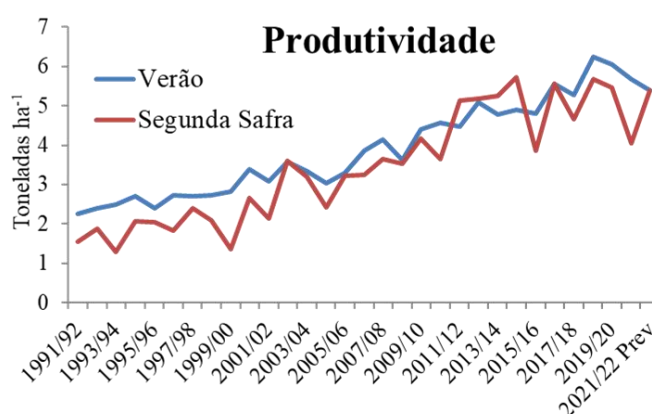


Figura 1. Milho no Brasil: área, produção e produtividade nos últimos 30 anos (1991/92-2021/22).

¹ Ph.D., Consultor Técnico do Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA) e Professor Aposentado do Departamento de Plantas de Lavoura, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). E-mail: paulo.silva@ufrgs.br.

² Dr., Professor Titular do Departamento de Fitotecnia, da Universidade Federal de Santa Maria. E-mail: eniomarchesan@gmail.com

³ Ph.D., Consultor Técnico do IRGA e Professor Aposentado do Departamento de Solos, da UFRGS. E-mail: ibanghi@gmail.com

⁴ Dra., Pesquisadora do Irga, Estação Regional de Pesquisa de Cachoeira do Sul. E-mail: grohs.mara@gmail.com

No estado do Rio Grande do Sul (RS), tem-se observado uma redução contínua na área de cultivo e na produção de milho nos últimos 44 anos (Figura 2). Na década de 1970, foram cultivados cerca de dois milhões de hectares, enquanto na safra 2020/21 a área cultivada foi de 0,8 milhão de hectares. Isto se deve principalmente ao avanço da área da soja, devido a três fatores principais: menores custos de produção, instabilidade nos preços de venda e sensibilidade à deficiência

hídrica. Apenas 10% da área cultivada com milho em terras altas é irrigada, quando necessário. Além disto, tem-se verificado maior instabilidade nos preços de venda do milho ao longo dos anos em relação aos da soja. Em decorrência disto, o RS tem sido, ao longo dos últimos anos, um importador de milho de outros estados brasileiros ou de outros países (Figura 3).

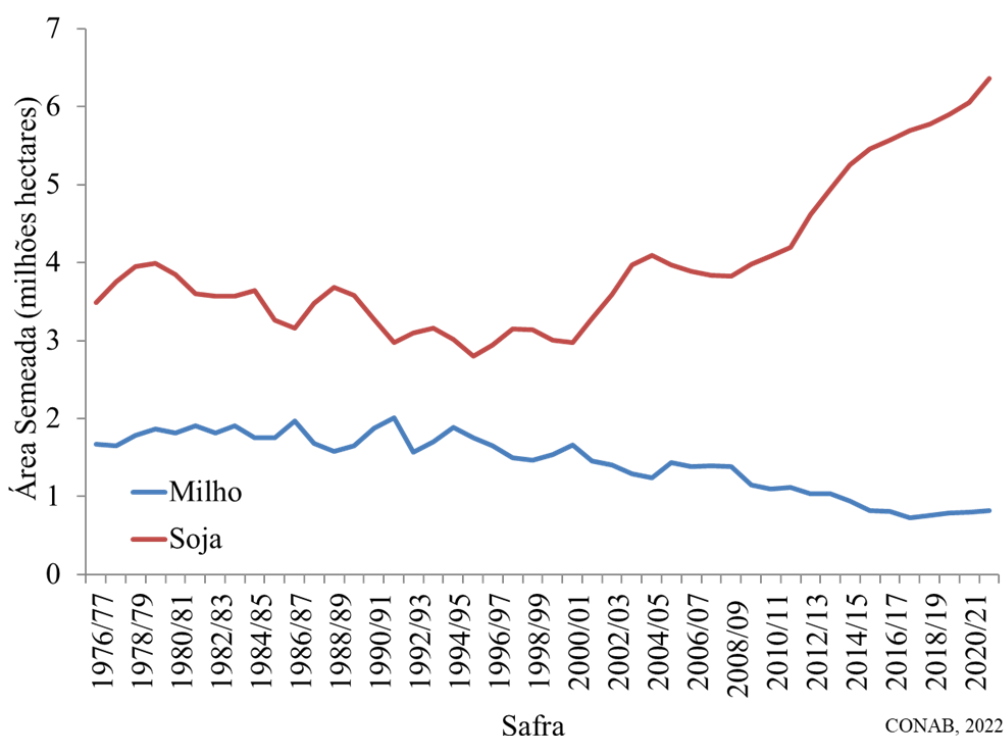


Figura 2. Milho e soja em terras altas no RS: evolução da área nos últimos 44 anos (1976/77-2020/21) *Safra 2022/23: SO: 6,5 milhões de ha; MI: 0,8 milhão de ha.

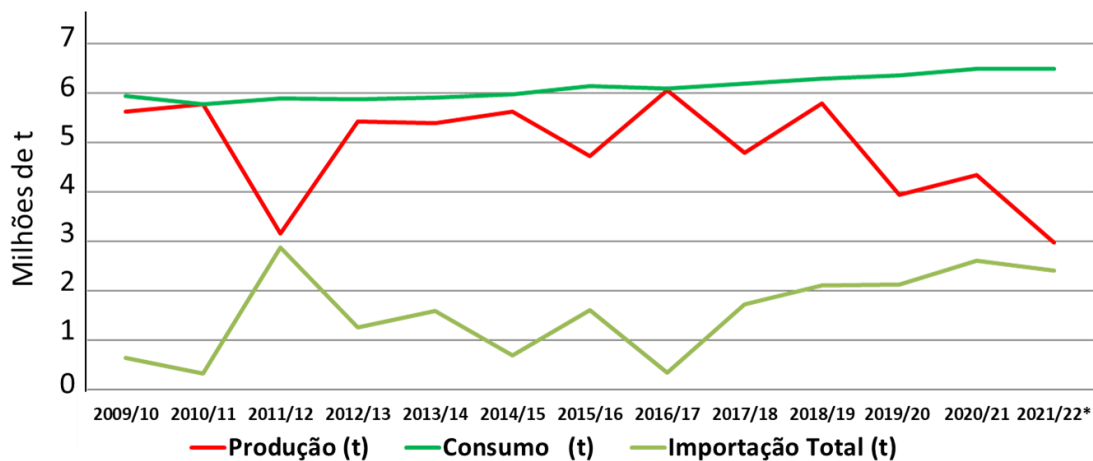


Figura 3. Produção e demanda por milho no RS nos últimos 13 anos (2009/10-2021/22).

A produtividade de grãos de milho no RS, na média das últimas cinco safras (2017/18 a 2021/22), foi de 5,32 t/ha (EMATER-RS). Ela é considerada baixa, pois em condições experimentais têm sido obtidas produtividades superiores a 18,00 t/ha, seja em terras altas ou em terras baixas (Figura 4). Com baixa produtividade,

há aumento do custo de produção por unidade produzida, já que a maioria dos custos fixos não muda significativamente se a produtividade for baixa ou alta. Neste sentido, é importante a adoção de práticas de manejo para obtenção de altas produtividades, obtendo-se, com isso, maior eficiência de uso dos recursos naturais.

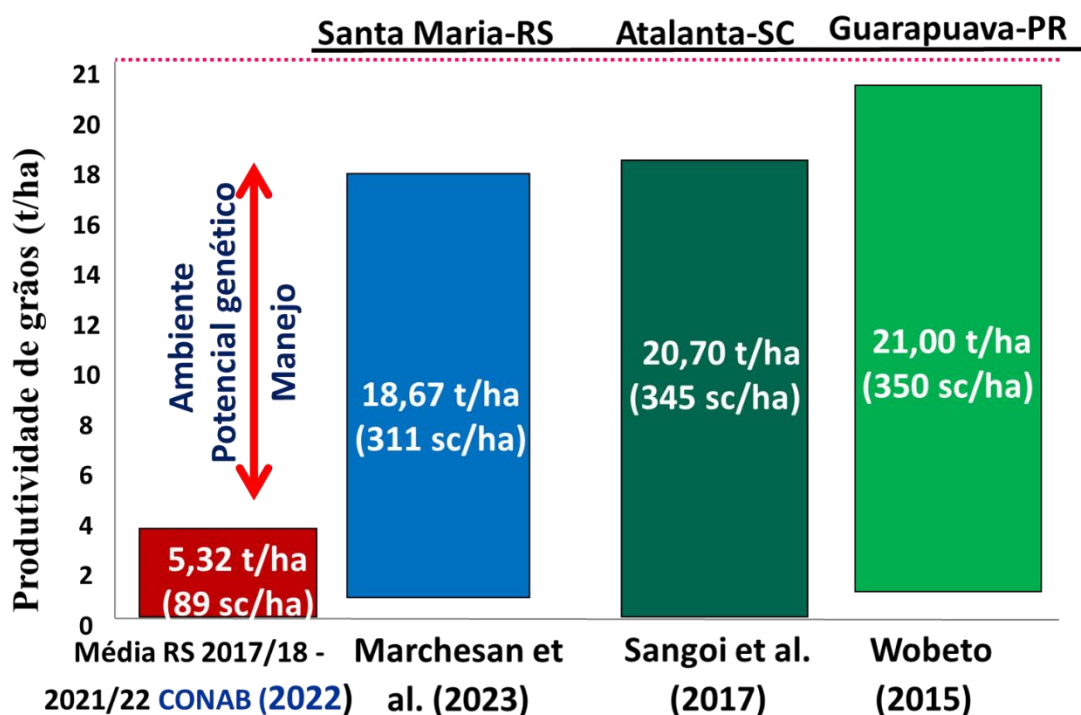


Figura 4. Lacuna de produtividade do milho.

2. Diversificação de culturas: uma nova realidade na Metade Sul do RS

As constantes oscilações de mercado, a falta de diversificação de culturas, o uso crescente de insumos, aumentando os custos de produção, e as dificuldades no controle das principais espécies de plantas daninhas fazem com que haja o comprometimento da renda, para uma parcela grande dos orizicultores gaúchos. Em função disto, tem sido enfatizada a necessidade de adoção de sistemas diversificados de produção, com rotação e sucessão de culturas, em áreas de arroz irrigado.

Nesse sentido, observa-se, nos últimos 13 anos, rápida expansão do cultivo da soja nessas áreas, passando de pouco mais de 10.000 hectares, na safra 2009/10, para 506.000 hectares, na safra 2022/23 (IRGA, 2023), o que representa 58% da área cultivada com arroz nesta safra. Além da soja, mais recentemente tem havido interesse em outras culturas de sequeiro na primavera-verão, como o milho, e no outono-inverno (trigo, pastagens, espécies de cobertura de solo) (Figura 5).



Figura 5. Diversificação de culturas em terras baixas: uma nova realidade.

Pesquisas sobre o cultivo de milho em áreas de arroz irrigado vêm sendo realizadas a longo tempo por diferentes instituições, com o intuito de gerar alternativas para uso mais eficiente dessas áreas. No entanto, atualmente, a área de milho na Metade Sul do RS ainda é inexpressiva. A partir da safra 2020/21 tem-se observado grande interesse dos produtores pelo seu cultivo nessas áreas, sendo cultivados, na safra 2021/22, ao redor de 13.000 ha (IRGA, 2023). O cultivo do milho em rotação com arroz irrigado justifica-se por aspectos técnicos, econômicos e ambientais.

A razão determinante da diversificação de culturas com o arroz irrigado é a necessidade de controle de arroz vermelho e demais espécies de plantas daninhas com difícil controle, devido às resistências aos grupos de herbicidas usualmente utilizados. O uso de sistemas de rotação e sucessão de culturas tem propiciado que áreas onde o cultivo de arroz foi inviabilizado por alta infestação, possam novamente ser cultivadas com esse cereal. A grande vantagem do cultivo do milho nessas áreas se relaciona à possibilidade de se usar outras moléculas de herbicidas, que controlam eficientemente essas espécies de plantas daninhas. No RS, em adição à adoção do sistema Clearfield® na cultura do arroz irrigado, a rotação com cultivares de milho resistentes ao herbicida glifosato e o uso de novos herbicidas pré-emergentes são ferramentas eficientes para controle de plantas daninhas.

Outra vantagem técnica do cultivo do milho em terras baixas é a possibilidade de uso da infraestrutura de irrigação já disponível para o arroz (Figura 6), garantindo produtividades altas e estáveis e, em consequência, maior competitividade em períodos de deficiência hídrica (Figura 7).



Figura 6. A irrigação complementar é um fator de estabilização da produtividade de milho em terras baixas.



Figura 7. A planta de milho é muito sensível à deficiência (sintomas acima) e ao excesso hídrico. Foto: Cleiton Ramão.

Associado a isso, a Metade Sul do RS é a região com maior potencial de irrigação de culturas de sequeiro (Figura 8). Além disto, a cultura do milho tem múltiplos usos na propriedade, seja para utilização como silagem, de planta inteira ou de grãos úmidos, ou de grãos, para alimentação de animais.

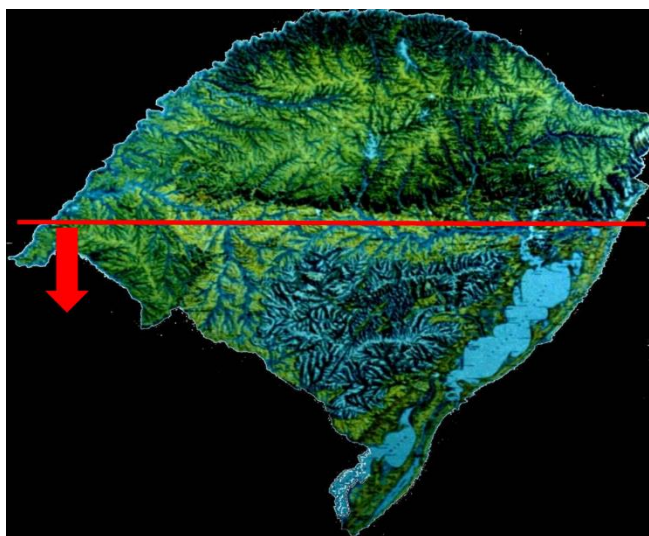


Figura 8. A Metade Sul do RS tem o maior potencial para irrigação.

O cultivo do milho nessas áreas proporciona a ciclagem de nutrientes, devida ao elevado aporte de resíduos remanescentes e seus efeitos positivos na fertilidade do solo. Para uma produtividade de 10 t/ha de grãos, são depositadas no solo 10 t/ha de palha. O uso de sistemas baseados em princípios conservacionistas, focados em promover a qualidade do solo e reduzir a perda de nutrientes, resulta em vários benefícios para o arroz em rotação. Um dos principais relaciona-se à melhoria da fertilidade do solo, pelo incremento no teor de matéria orgânica.

Além disso, nas regiões orizícolas mais quentes da Metade Sul do RS (Fronteira Oeste, Região Central e as Planícies Costeira Interna e Externa) é possível realizar a sucessão milho-soja numa mesma estação de crescimento. Para tanto, deve-se semear um híbrido de milho de ciclo hiperprecoce bem no cedo (agosto), para possibilitar a colheita em dezembro (silagem) ou em meados de janeiro (grãos), com imediata semeadura da soja em sucessão.

Do ponto de vista econômico, o grande benefício da rotação e sucessão de culturas em áreas de arroz irrigado é a entrada de diferentes fontes de renda, que determina uma melhor gestão de riscos climáticos e de preços. A inserção do milho em área de arroz irrigado é benéfica pela possibilidade de atração de investimentos para uso de grãos na criação de aves e suínos e de grãos e silagem de planta inteira nas pecuárias de corte e de leite, quando em sistemas de produção agropecuária na Metade Sul do RS. O milho tem potencial para produção de grande quantidade de alimento por unidade de área no próprio local, eliminando os altos custos com transporte. Além disso, a lavoura de milho pode contribuir para otimizar o uso de máquinas e mão-de-obra na propriedade. Na última safra (2022/23), o preço pago ao produtor no RS, nos meses de março/abril de 2023, foi bem atrativo, variando de R\$ 85,00 a R\$ 102,00/sc de 60 kg. Nesse sentido, considerando os custos de produção e o retorno proporcionado pelas culturas do milho e da soja, quando a relação de troca soja/milho é ao menos 2,3, a semeadura da soja é favorável em relação à do milho, abaixo deste valor o milho ganha competitividade (MISOSUL, 2020).

No aspecto ambiental, a implantação do milho em rotação com arroz irrigado contribui para aumentar a eficiência de uso de insumos agrícolas e diminuir o uso de agrotóxicos para controle de plantas daninhas, pragas e doenças, reduzindo, dessa forma, o custo de produção e o risco de contaminação de alimentos e do ambiente.

O Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA), a Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) e a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) retomaram as pesquisas com milho irrigado em terras baixas na safra 2013/14, com obtenção de altas produtividades (10,00 a 18,00 t/ha) em condições experimentais. Na presente safra (2022/23), o IRGA está conduzindo pesquisas com híbridos de milho em duas épocas de semeadura, em dois locais (Estações Regionais de Camaquã e de Uruguaiiana), sob dois níveis de manejo (Estação Experimental do Arroz, em Cachoeirinha, e na Estação Regional de Pesquisa

de Santa Vitória do Palmar) e sob condições de irrigação por aspersão (Estação Regional de Pesquisa de Cachoeira do Sul). Além disto, 25 unidades demonstrativas (UD's) estão sendo conduzidas em propriedades que cultivam arroz irrigado, nas seis regiões orizícolas do RS, sob a supervisão de seus extensionistas, com realização de roteiros técnicos. Por sua vez, a UFSM, há duas safras, vem testando a implantação de híbridos de milho de ciclo hiperprecoce no cedo (agosto), para posterior semeadura da soja em sucessão em janeiro, viabilizando, assim, a implantação de duas culturas na mesma estação de crescimento (Marchesan et al., 2022). Presentemente, tem-se observado um crescente interesse por parte dos produtores no cultivo do milho, tendo em vista a diversificação de cultura. Com uso da irrigação, estes produtores têm atingido altas produtividades de grãos (>10,00 t/ha), em condições de lavoura.

3. Principais desafios do cultivo do milho irrigado na Metade Sul do RS

Para se atingir altas produtividades de milho (10,00-12,00 t/ha ou 167-200 sc/ha), há a necessidade de se dominar, de forma integrada, os fatores que definem a “construção” e a “manutenção” de altas produtividades. Assim, a produtividade é determinada a) pela adequação da área e seu manejo; b) pelos fatores relacionados à planta e c) pelo manejo integrado de plantas daninhas, pragas e doenças, para sua manutenção.

Embora todas as perspectivas favoráveis, ainda há muitos entraves culturais, técnicos e econômicos a serem equacionados para viabilizar

o cultivo do milho em terras baixas. O maior desafio é, provavelmente, a mudança de atitude na gestão do negócio arroz para um sistema de produção mais complexo e diversificado. É necessário que os produtores e as pessoas envolvidas no processo sejam sensibilizados quanto à necessidade de realizar a atividade de forma tecnicamente recomendável, sendo decisivo o conhecimento das exigências de cada cultura em suas diferentes fases de desenvolvimento. Um grande desafio de gestão das propriedades que hoje cultivam arroz e soja na mesma safra, é compatibilizar as atividades operacionais de ambas as lavouras. Assim, há a necessidade de capacitação de todos os envolvidos no seu manejo. Atenção também deve ser dada ao desenvolvimento de logística para armazenamento de grãos de milho na própria propriedade.

O principal desafio técnico para a inserção de milho em áreas orizícolas é a adequação da área de cultivo e seu manejo (Circular Técnica No. 006/junho/2020), do IRGA), que compreende diversas ações: a) dotá-la com eficiente sistema de drenagem; b) mitigar possíveis efeitos de compactação do solo, de ocorrência muito comum em solos arrozeiros, c) correção da acidez de solo, d) adubação compatível para se atingir altas produtividades e e) estabelecimento de logística para efetuar irrigação complementar, quando necessária (Figura 7). Além disto, a planta de milho é mais sensível que a de soja aos resíduos de herbicidas aplicados no arroz (Figura 9). Assim, após o cultivo intensivo de arroz, recomenda-se fazer primeiro a rotação com soja, para posterior implantação do milho.



Figura 9. Lavoura de milho com plantas com sintomas de fitotoxicidade de resíduo do herbicida Kifix® aplicado na cultura do arroz irrigado no ano anterior, em São Lourenço-RS. Foto: Marcelo Ely.

Além da adequação da área, é importante para se atingir altas produtividades a escolha correta do híbrido (s) a ser (em) utilizado (s), da época de semeadura e do arranjo de plantas, especialmente a densidade, o espaçamento entrelinhas e a distribuição uniforme de plantas na linha (Circular Técnica No. 008/novembro/2020, do IRGA).

Do ponto de vista econômico, o principal desafio para cultivo do milho no RS em terras baixas é o seu maior custo de produção em relação ao da soja. A não utilização da tecnologia disponível resulta em menores produtividades e maiores riscos de insucesso no negócio.

4. Considerações finais

A correta implantação do milho em áreas de arroz irrigado otimiza sua utilização, reduz a incidência de plantas daninhas, melhora diversos atributos físicos, químicos e biológicos do solo e diversifica a renda na propriedade.

O maior desafio para a inserção do milho nessas áreas é, provavelmente, a mudança de atitude na gestão do negócio arroz para um sistema de produção mais complexo e diversificado.

Seu principal desafio técnico é a adequação da área de cultivo e seu manejo, compreendendo as seguintes ações: a) implantação de sistemas de drenagem eficientes; b) mitigação de possíveis efeitos de compactação do solo; c) correção da acidez do solo; d) adubação compatível para obtenção de altas produtividades e e) disponibilidade de irrigação, quando necessária. Além da adequação da área, atenção deve ser dada aos fatores relacionados à planta, como escolha correta do híbrido, da época de semeadura e do

arranjo de plantas, e a integração de todas as práticas de manejo, tendo em vista a sustentabilidade da atividade orizícola no estado do RS.

Literatura Consultada e Recomendada

Boletim de Resultados das Lavouras de Arroz Irrigado e de Soja em Rotação em Terras Baixas no RS. 14p. Disponível em: <https://irga.rs.gov.br/upload/arquivos/202209/26133439-relatorio-irga-safra-2021-22.pdf>. Acesso em: 14 abril 23.

MISOSUL. **Informações técnicas para o cultivo do milho e sorgo na região subtropical do Brasil: safras 2019/20 e 2020/21** / editores técnicos Ebersson Diedrich Eicholz, Christian Bredemeier, Felipe Bermudez, Jane Rodrigues de Assis Machado, Marcos Garrafa, Noryam Bervian Bispo, Rogério Ferreira Aires. – Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2020.

SILVA, P.R.F. da; MARCHESAN, E.; ANGHINONI, I. **Milho no contexto da lavoura arrozeira: potencialidades, desafios e avanços.** Circular Técnica do IRGA, No. 006/junho/2020. 12p.

SILVA, P.R.F. da; ANGHINONI, I.; GROHS, M.; MARCHESAN, E. **Milho no contexto da lavoura arrozeira: manejo dos fatores relacionados à planta e viabilidade financeira.** Circular Técnica do IRGA, No. 008/novembro/2020. 8p.

ZANANDRA, Z. T.; MARCHESAN, E.; SILVA, P.R.F. da; GIACOMELI, R.; PFEIFER, J.; KARSBURG, A.; WEISE, T. **Produtividade de milho cultivado em áreas de terras baixas em função da época de semeadura e irrigação.** CBAI, XII, 26-29 julho de 2022. Santa Maria, RS.

Novas recomendações de adubação para o arroz irrigado para o Sul do Brasil

Ibanor Anghinoni¹, Marcelo Ferreira Ely, Pablo Gerzon Badinelli, Paulo Regis Ferreira da Silva

1. Necessidade de alteração das recomendações de adubação

A partir de 2010, ano da última atualização das recomendações de adubação para o arroz irrigado para o Sul do Brasil (SOSBAI, 2010), a produtividade evoluiu progressivamente no âmbito no RS e SC, passando de 6,84 t/ha, na média das safras 2007/10, a 8,58 t/ha, na média das safras 2019/22 (SOSBAI, 2022) e ao teto de 9,10 t/ha na safra 2020/21 no RS (IRGA, 2022). A produção gaúcha dessa cultura evoluiu proporcionalmente à produtividade, uma vez que a área cultivada permaneceu sem alterações significativas. Esse aumento de produtividade decorreu do lançamento de cultivares de alto potencial produtivo, acompanhado da melhoria do manejo do solo e do cultivo e do nível tecnológico da propriedade. Entretanto, os aumentos recentes dos custos dos fertilizantes no mercado internacional e dos custos da lavoura não têm sido acompanhados por aumentos no preço do arroz no mercado brasileiro. Esse cenário levou à necessidade de alterações nas recomendações de adubação para essa cultura, que foram aprovadas na Reunião da Comissão Técnica do Arroz Irrigado da Sociedade Sul-Brasileira do Arroz

Irrigado (CTAR/SOSBAI) ocorrida em meados do ano passado (SOSBAI, 2022).

2. Estratégia das recomendações de adubação

A estratégia para as recomendações de adubação para o arroz irrigado é a adubação de cultura com base no estado de fertilidade do solo (análise química do solo) e expectativa de resposta à adubação. Ela foi adotada em 2010, para diferentes expectativas de resposta: Média, Alta e Muito alta, determinadas pela adequação aos fatores que influenciam na produtividade, a começar pelo potencial genético da cultivar, seguido pelo manejo (solo, planta, irrigação, plantas daninhas, doenças e insetos fitófagos) e pelas condições socioeconômicas do produtor, sob a influência das condições meteorológicas. Essa estratégia, mesmo sem definição de faixas de produtividade para as respectivas expectativas mostrou-se adequada e está consolidada.

3. Suporte da pesquisa e critérios para as novas recomendações

O suporte para as novas recomendações resultou na análise dos resultados de quase uma centena de experimentos de resposta do arroz irrigado à adubação predominantemente no sistema arroz/pousio, sendo 51 % deles à adubação nitrogenada, 10 % à adubação fosfatada e 39 % à adubação potássica, conduzidos

¹Ph.D., Consultor Técnico do IRGA e Professor Aposentado do Departamento de Solos, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. E-mail: ibanghi@gmail.com

²MSc., Extensionista do IRGA, 3º. NATE, Camaquã. E-mail: marcelo-ely@irga.rs.gov.br

³MSc., Pesquisador do IRGA, Estação Experimental do Arroz, Cachoeirinha do Sul. E-mail: pablo-badinelli@irga.rs.gov.br

⁴Ph.D., Consultor Técnico do Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA) e Professor Aposentado do Departamento de Plantas de Lavoura, da UFRGS. E-mail: paolo.silva@ufrgs.br

predominantemente pelo IRGA, especialmente, UFSM e UFPEL. Para o estabelecimento das expectativas de resposta à adubação, tomou-se como referência a produtividade média das últimas três safras nos estados do RS e SC como 8,50 t/ha

incluindo a faixa de 7,60 a 9,50 t/ha para expectativa Média, a produtividade média de 10,50 t/ha a faixa de 9,60 a 11,50 t/ha, para expectativa Alta e a produtividade média de 12,50 t/ha para produtividade > 11,50 t/ha (Tabela 1).

Tabela 1. Produtividade do arroz irrigado em função da expectativa de resposta à adubação nitrogenada.

Expectativa de resposta à adubação	Produtividade	
	Média	Faixa
	----- t/ha -----	
Média	8,50	7,60 – 9,50
Alta	10,50	9,60 – 11,50
Muito alta	12,50	>11,50

Fonte: SOSBAI (2022).

Para a definição das recomendações organizou-se, para cada nutriente, as produtividades e as respectivas doses em ordem crescente, separando-os nas respectivas faixas, com posterior ajuste das doses para o centro da faixa. Como subsídios adicionais, considerou-se as quantidades de nitrogênio, fósforo e potássio absorvidas pela planta e exportadas pelos grãos e possíveis perdas no sistema.

4. Recomendação de adubação nitrogenada

O nitrogênio é nutriente que mais tem recebido atenção da pesquisa no Sul do Brasil em virtude da complexidade dos fatores que afetam o seu aproveitamento pelas plantas, por ser o nutriente de maior aporte na lavoura, o de maior resposta em produtividade pelo arroz e, também, o de maior custo. Até recentemente, as respostas do arroz irrigado ao nitrogênio eram muito variáveis em função do porte e arquitetura das cultivares, do manejo da lavoura e dos fatores meteorológicos. Entretanto, atualmente as respostas a esse nutriente têm sido consistentes em solos com baixa matéria orgânica (menor suprimento), pelo uso de

cultivares do tipo moderno como, também, pela melhoria do manejo do solo, da planta e do nível de tecnologia da lavoura.

No caso desse nutriente, foram inicialmente determinadas, para cada expectativa de resposta (Média, Alta e Muito alta), as doses de máxima eficiência técnica (DMET) para a faixa de 0 – 2,5 % de matéria orgânica a partir das equações de regressão das curvas de resposta. Para as demais faixas de matéria orgânica (2,6 - 5,0 e >5,0%), como os experimentos eram pouco numerosos e os resultados pouco consistentes, o procedimento foi seguir o padrão das recomendações anteriores (SOSBAI, 2018), com uma diminuição de 10% da dose para cada faixa de aumento de matéria orgânica para as três expectativas de resposta. Como a adubação nitrogenada não possui efeito residual direto, as recomendações foram ajustadas para as doses de máxima eficiência econômica (DMEE), historicamente em torno de 90 % da DMET (Tabela 2), com a possibilidade de seu cálculo a partir das equações de resposta (regressão) da cultivar utilizada e dos preços atualizados dos adubos nitrogenados e do arroz. O aumento das doses recomendadas em relação às anteriores (Tabela 2) está em consonância com a expectativa de maior de produtividade do arroz).

Tabela 2. Recomendações de adubação nitrogenada, anterior e atual, para o sistema arroz/pousio para diferentes expectativas de resposta à adubação.

Matéria orgânica	Expectativa de resposta à adubação					
	Recomendação anterior (2010)			Recomendação atual (2022)		
	Média	Alta	Muito alta	Média	Alta	Muito alta
%	----- kg N/ha -----					
0 – 2,5	90	120	150	110	135	165
2,6 – 5,0	80	110	140	100	120	150
> 5,0	≤70	≤100	≤130	≤90	≤110	≤135

Fonte: SOSBAI (2018, 2022).

A utilização de plantas de cobertura na entressafra vem se expandindo bastante no contexto da lavoura arrozeira do RS. Elas são relevantes para a proteção do solo como também para a ciclagem de nutrientes da biomassa residual, especialmente de leguminosas (fixação biológica), tendo em vista seu potencial suprimento (Tabela 3). Dentre as espécies mais adaptadas às condições de alta umidade e, mesmo em períodos curtos de encharcamento do solo, o azevém, dentre as gramíneas, e os trevos, especialmente o trevo-

persa, dentre as leguminosas, têm se mostrado as mais viáveis. Em função disso, as recomendações foram ajustadas: em sucessão a leguminosas hibernais com biomassa residual > 3,0 t/ha, a dose de nitrogênio pode ser reduzida em 15 %, mesmo em área proveniente de cultivo de soja na safra anterior. Em sucessão a gramíneas hibernais, aumentar a dose na semeadura até 30 kg N/ha, de forma proporcional à biomassa residual, sem alterar a dose total recomendada.

Tabela 3. Conteúdo de nutrientes na biomassa residual de plantas de cobertura na entressafra do arroz irrigado no RS.

Planta de cobertura	Biomassa residual	Conteúdo de nutrientes		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
	t/ha	----- kg/ha -----		
Trevo-persa	3,0	70	8	27
Serradela	3,0	112	23	67
Azevém	3,0	29	13	46
Resteva	1,0	18	9	26

Fonte: Adaptado de vários autores por Anghinoni et al. (2020).

5. Recomendação de adubação fosfatada

A base para as atuais recomendações (SOSBAI, 2022) foi proveniente de trabalho cujo objetivo era de classificar cultivares quanto à expectativa de resposta à adubação fosfatada em diferentes locais e safras (Grohs et al., 2019). Para a tomada da decisão das doses a recomendar, foram também consideradas as perdas no sistema

(10%) e as quantidades de fósforo exportadas pelos grãos para as respectivas expectativas de resposta (Tabela 4). Como as doses da adubação foram embasadas na classe Média de disponibilidade de fósforo no solo, elas foram ajustadas para as classes: Muito baixo, Baixo, Alto e Muito alto, utilizando os mesmo critérios das recomendações anteriores (SOSBAI, 2018).

Tabela 4. Recomendação de adubação fosfatada, anterior (2010) e atual (2022), para o arroz irrigado para diferentes expectativas de resposta em produtividade.

Interpretação do teor de P no solo	Expectativa de resposta à adubação					
	Recomendação 2010			Recomendação 2022		
	Média	Alta	Muito alta	Média	Alta	Muito alta
Classe	----- kg P ₂ O ₅ /ha -----					
Muito baixo	60	70	80	70	85	100
Baixo	50	60	70	60	75	90
Médio	40	50	60	50	65	80
Alto	30	40	50	40	55	70
Muito alta	≤30	≤40	≤50	≤40	≤55	≤70

Fonte: SOSBAI (2018, 2022).

Na comparação com as recomendações anteriores (Tabela 4), as recomendações atuais, embasadas na expectativa de Média de resposta, são um pouco superiores com aumento proporcional à medida que a classe de disponibilidade diminui e que aumenta a expectativa de resposta. Ressalta-se que a maior dose (100 kg P₂O₅/ha), recomendada para a classe Muito baixo (0 – 2,0 mg P/dm⁻³) e expectativa de resposta Muito alta é de baixa ocorrência nos solos cultivados com arroz irrigado no RS.

6. Recomendação de adubação potássica

No agrupamento dos dados de pesquisa que deram suporte as recomendações introduzidas em 2010 (SOSBAI, 2010) em conjunto com os de validação dessas recomendações (Grohs et al., 2019) e de novos experimentos (Martins Fo. et al., 2022), predominantemente na classe Médio, foram acrescidas de perdas do sistema de 25 % (CQFS RS/SC, 2016) e resultaram nas recomendações da Tabela 5. As doses indicadas, também um pouco superiores às recomendações anteriores, estão relacionadas a maiores expectativas de produtividade. Essas doses são menores do que as quantidades absorvidas e maiores dos que as

exportadas nos grãos. O ajuste para as demais classes de disponibilidade, para mais nas classes Muito baixo e Baixo e para menos nas classes Alto e Muito alto, seguiu como adotado para a adubação

nitrogenada e fosfatada, o critério da proporcionalidade.

Tabela 5. Recomendação de adubação potássica, anterior (2010) e atual (2022), para o arroz irrigado para diferentes expectativas de resposta em produtividade.

Interpretação do teor de K no solo	Expectativa de resposta à potássica					
	Recomendação 2010			Recomendação 2022		
	Média	Alta	Muito alta	Média	Alta	Muito alta
Classe	----- kg K ₂ O/ha -----					
Muito baixo	95	110	125	100	120	140
Baixo	75	90	105	80	100	120
Médio	55	70	85	60	80	100
Alto	35	50	65	40	60	80
Muito alta	≤35	≤50	≤ 65	≤40	≤60	≤80

Fonte: SOSBAI (2018, 2022).

7. Relações econométricas e recomendações de adubação nitrogenada

As doses dos nutrientes a aplicar na estratégia de adubação de cultura, como o arroz irrigado, são determinadas a partir das curvas de resposta por classe de disponibilidade do nutriente no solo, que são descritas por equações quadráticas do tipo: $Y = a + bx - cx^2$ e seu ajuste e significância estatística (valor de R^2). Para a definição da dose a aplicar, duas são as alternativas: a dose de máxima eficiência técnica (DMET), quando o objetivo é a maior produtividade, ou a dose de máxima eficiência econômica (DMEE), quando o objetivo é o maior lucro (receita marginal). A DMET é obtida pela derivada da função de produção, enquanto que a DMEE e a respectiva receita marginal são determinadas pela derivada da função do lucro, que leva em conta o preço do fertilizante e do produto e os custos de produção.

No caso do arroz irrigado, somente se dispõe de curvas de resposta à adubação nitrogenada, que é o nutriente de maior custo e de maior resposta (55 – 60%). Para exemplificar os respectivos cálculos, foram utilizadas as equações das curvas de resposta das três cultivares mais cultivadas no RS obtidas em Santa Vitória do Palmar (Wolter et al., 2019):

IRGA 424 RI

$$Y = 9.436 + 32,07X - 0,080X^2; R^2 = 0,97^{**}$$

IRGA 431 CL

$$Y = 7.002 + 32,63X - 0,073X^2; R^2 = 0,95^{**}$$

Guri INTA CL

$$Y = 7.916 + 32,58X - 0,100X^2; R^2 = 0,97^{**}$$

Para o cálculo das DMEEs e os respectivos lucros, foram utilizados os preços da uréia (R\$ 1.800/t), do arroz (R\$ 75,00/saco de 50 kg) e os demais custos da lavoura (R\$ 11.568,00/ha), referentes à safra 2020/21 (IRGA, 2021), cujos resultados se encontram na Tabela 6. A relação DMEE/DMET foi de 0,92 para a cultivar IRGA 424 RI, e 0,91 para a IRGA 431 CL e 0,92 para Guri INTA CL. Essas relações estão dentro da amplitude histórica, que varia de 0,85 a 0,95, o que dá pleno suporte à utilização da relação 0,90 para o ajuste das recomendações de adubação nitrogenada (Tabela 2).

As doses, as produtividades e os lucros variam entre as cultivares; daí a importância de sua escolha. O maior lucro obtido com a cultivar IRGA 424 RI resulta de sua maior capacidade produtiva e maior resposta à adubação nitrogenada em relação às demais. As diferenças entre as DMEEs e DMETs são proporcionalmente maiores em relação às respectivas produtividades e, como esperado, sempre houve maior lucro (receita marginal) pelo uso da DMEE em relação à DMET (Tabela 6), pela redução do custo da adubação nitrogenada.

Tabela 6. Doses de máxima eficiência técnica (DMET) e de máxima eficiência econômica (DMEE) e respectivas produtividades e lucros de diferentes cultivares de arroz irrigado⁽¹⁾ em função dos custos de ureia e do arroz⁽³⁾ e dos demais custos da lavoura na safra 2021/22.

Cultivar ⁽²⁾	DMET	Produtividade	Lucro	DMEE	Produtividade	Lucro	DMEE /DMET
	kg N/ha	t/ha	R\$/ha	kg N/ha	t/ha	R\$/ha	
IRGA 424 RI	200	12,65	6,606	184	12,53	6.637	0,92
IRGA431 CL	223	10,58	3.481	204	10,62	3.524	0,91
Guri INTA CL	163	10,57	3.628	150	10,55	3.661	0,92

⁽¹⁾Determinados a partir das equações descritivas das curvas de resposta em função de doses crescentes de nitrogênio;

⁽²⁾Preço: ureia, R\$ 1.800/t e arroz, R\$ 75,00/saco de 50 kg; ⁽³⁾Demais custos da lavoura: R\$ 11.568/ha, Safra 2020/21 (IRGA 2021).

O recente aumento nos preços dos fertilizantes no mercado internacional e dos custos de produção de um lado e os preços estáveis do arroz, mas relativamente baixos de outro, levaram ao questionamento sobre as recomendações de adubação, que tem um peso muito relevante nos custos de produção. Além do aumento dos fertilizantes, os custos da lavoura de arroz também aumentaram consideravelmente. Na comparação da safra 2019/20 com a safra 2021/22, enquanto os custos da lavoura aumentaram em 50%, os custos com fertilizantes aumentaram bem mais, em 140%. Disto, resulta que a participação dos custos

dos fertilizantes é uma parte importante dos custos da lavoura, sendo de 13,27 % dos custos totais e 16,12 % dos custos operacionais (IRGA 2022).

Em função da variabilidade dos preços da ureia e do arroz, foram efetuados cálculos da DMET e das DMEEs e respectivas produtividades e lucros considerando a variação recente (2021 a 2023) dos preços da ureia e do arroz e o custo operacional da lavoura da safra 2021/22, tomando como base a curva de resposta consolidada (espaço e tempo) da cultivar IRGA 424 RI: $Y = 8.331 + 29,30X - 0,08X^2$; $R^2 = 0,98$ (Tabela 7).

Tabela 7. Equações de regressão da resposta de cultivares de arroz irrigado à adubação nitrogenada no RS e doses de máxima eficiência técnica (DMET) e respectivas produtividades em experimentos conduzidos pelo IRGA.

Cultivar	Região Orizícola	Equação de regressão (ajuste)	DMET	Produtividade
			kg N/ha	t/ha
IRGA 424 RI	⁽¹⁾ Plan. Cost. Ext. (2)	$Y = 8.725 + 20,00X - 0,05X^2$; $R^2 = 0,94$	200	10,72
	⁽²⁾ Plan. Cost. Int. (2)	$Y = 8.005 + 34,00X - 0,08X^2$; $R^2 = 0,99$	212	11,62
	⁽³⁾ Região Central (2)	$Y = 7.725 + 27,50X - 0,08X^2$; $R^2 = 0,98$	172	10,09
	⁽⁴⁾ Zona Sul (2)	$Y = 9.565 + 34,00X - 0,10X^2$; $R^2 = 0,99$	170	12,46
	⁽⁵⁾ Fronteira Oeste (1)	$Y = 6.940 + 33,00X - 0,08X^2$; $R^2 = 0,98$	206	10,34
	Média (9)	$Y = 8.331 + 29,30X - 0,08X^2$; $R^2 = 0,98$	183	11,01
IRGA 431 CL	Plan. Cost. Ext.(2)	$Y = 7.040 + 32,00X - 0,09X^2$; $R^2 = 0,96$	178	9,88
	Plan. Cost. Int. (3)	$Y = 7.039 + 32,70X - 0,09X^2$; $R^2 = 0,98$	182	10,01
	Região Central (1)	$Y = 6.990 + 31,00X - 0,10X^2$; $R^2 = 0,99$	155	9,39
	Zona Sul (2)	$Y = 8.775 + 42,50X - 0,10X^2$; $R^2 = 0,95$	212	13,29
	Média (8)	$Y = 7.467 + 34,70X - 0,09X^2$; $R^2 = 0,94$	193	10,81
IRGA 426 CL	Plan. Cost. Ext. (1)	$Y = 8.567 + 20,71X - 0,05X^2$; $R^2 = 0,94$	207	10,71
	Plan. Cost. Int. (1)	$Y = 8.092 + 14,88X - 0,05X^2$; $R^2 = 0,75$	149	9,20
	Zona Sul (1)	$Y = 9.204 + 19,00X - 0,04X^2$; $R^2 = 0,88$	238	10,48
	Média	$Y = 8.621 + 18,20X - 0,05X^2$; $R^2 = 0,86$	182	10,28
Guri INTA CL	Zona Sul (2)	$Y = 8.120 + 32,60X - 0,10X^2$; $R^2 = 0,89$	190	10,70
Memby Porã	Zona Sul (1)	$Y = 8.330 + 44,00X - 0,10X^2$; $R^2 = 0,96$	220	13,16
BRS Pampa CL	Zona Sul (1)	$Y = 8.770 + 36,00X - 0,10X^2$; $R^2 = 0,96$	180	12,01

Local das Estações Experimentais: Nome dos responsáveis pelos experimentos: ⁽¹⁾Cachoeirinha: Glaciele B. Valente; ⁽²⁾Camaquã: Marcelo F. Ely; ⁽³⁾Cachoeira do Sul e Agudo: Mara Grohs; ⁽⁴⁾Santa Vitória do Palmar: Roberto D. Wolter; ⁽⁵⁾Uruguaiana: Cleiton J. Ramão.

Todos os parâmetros avaliados variaram consideravelmente em função das das cultivares, safras e locais (Tabela 8). Considerando o preço do arroz vigente na época (R\$ 75,00/saco), o efeito do aumento do custo da ureia (R\$ 1.800 para R\$ 4.800/t) se reflete em diminuição da DMEE (166 para 139 kg N/ha), da relação DMEE/DMET (0,91 para 0,80), com reflexo na diminuição da produtividade (10,99 para 10,86 t/ha) e do lucro (R\$ 3089 para 2970 R\$/ha) em virtude do uso de menor dose do adubo. Por outro lado, considerando o preço vigente da ureia (R\$ 1.800/ha), o aumento do preço do arroz (R\$ 75,00

para R\$ 95,00), pouco afeta a relação DMEE/DMET (0,91 para 0,93), a produtividade (10,99 para 11,00 t/ha), mas aumenta consideravelmente o lucro (R\$ 3.067/ha para R\$ 7.464/ha). Por fim, o aumento conjunto do preço da ureia (R\$ 1.800 para R\$ 4.000/ha) e do arroz (R\$ 75,00 para R\$ 95,00/saco) resulta em diminuição da DMEE (166 para 148 kg N/ha), da relação DMEE/DMET (0,91 para 0,81), da produtividade (10,99 para 9,34 t/ha) e aumenta substancialmente o lucro (R\$ 3.057 para R\$ 6.247/ha).

Tabela 8. Doses de máxima eficiência técnica (DMET) e econômica (DMEE) de nitrogênio e respectivas produtividades e lucros para a cultivar IRGA 424 RI em função da variação dos preços da ureia e do arroz no RS.

Condição	Custo ureia	Preço arroz	DMEE	DMEE/DMET	Prod. DMEE	Lucro DMEE	Lucro DMET
	R\$/t	R\$/saco	kg N/ha	----	t/ha	-----R\$/ha -----	
1	1.800	75,00	166	0,91	10,99	3.089	3.057
2	4.800	75,00	139	0,80	10,86	2.970	1.838
3	1.800	95,00	170	0,93	11,00	7.539	7.464
4	4.800	95,00	148	0,81	9,34	6.529	6.243

DMET: 183 kg N/ha; Produtividade com a DMET = 11,01 t/ha; Custo operacional da lavoura – safra 2021/22 = R\$ 12.731

(IRGA 2022).

As informações aqui apresentadas são de utilidade para a tomada de decisão sobre a adubação nitrogenada pois, a partir das curvas de resposta da cultivar, pode-se calcular as doses de maior eficiência econômica e respectivo lucro (receita marginal) a partir do preço atualizado do arroz e dos respectivos custos do fertilizante nitrogenado e da lavoura. Infelizmente não se dispõe das curvas consolidadas de resposta dessa cultura para a adubação fosfatada e potássica. Neste caso, como visto, a recomendação é para se atingir as diferentes expectativas de produtividade (Média, Alta e Muito alta) para as diferentes classes de disponibilidade de fósforo e potássio no solo (Tabelas 4 e 5).

8. Considerações finais

A estratégia das recomendações de adubação para o arroz irrigado no Sul do Brasil, baseadas em análise do solo para diferentes expectativas de resposta à adubação em uso desde 2010 é adequada e está consolidada, pois possui robusta base experimental e resultantes consistentes em lavoura. Entretanto, necessitavam de ajustes em função do aumento recente da produtividade do arroz decorrente do uso de cultivares mais produtivas, do manejo integrado, do nível tecnológico, da logística da propriedade e dos

novos custos da lavoura, em especial dos fertilizantes. Isto, pela existência dos subsídios para estabelecer faixas de produtividade para as respectivas expectativas de resposta à adubação para os diferentes níveis de fertilidade do solo.

As novas recomendações de adubação nitrogenada em uso a partir de 2022 foram ajustadas para 90% da dose de máxima eficiência técnica (DMET), com a possibilidade de seu cálculo a partir das equações de resposta das cultivares e dos preços atualizados do arroz e do adubo nitrogenado. As novas recomendações de adubação fosfatada e potássica também visam diferentes expectativas de resposta em produtividade, com o sistema se ajustando em função da análise do solo antecedendo cada cultivo de arroz. O aumento das quantidades recomendadas em relação às recomendações anteriores, consideram expectativas de produtividades mais altas, com maior demanda e exportação de nutrientes.

A lavoura de arroz no RS atingiu um nível de tecnologia que não mais admite a utilização de quantidades fixas de fórmulas-padrão, que têm funcionado com relativo sucesso pela predominância de solos de baixa fertilidade, mas se tornam demasiadas à medida que a fertilidade do solo aumenta em função do nível tecnológico da propriedade.

9. Referências bibliográficas

ANGHINONI, I.; PORTELA, E.; DIEL, R.; ZANG, M. **Fundamentos, manejo e perspectivas da produção de arroz irrigado de base ecológica no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: GGAA/IRGA, 2020. 77 p. (Boletim Técnico)

CQFS/RS-SC - COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO. **Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Núcleo Regional Sul/SBCS, 2016. 376 p

GROHS, M.; SILVEIRA, R. M.; BREDOW, A. A.; DORNELES, A. B.; NEU, G. R. F. **Resposta à expectativa de adubação das cultivares de arroz irrigado**. Balneário Camboriu; XI Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado/SOSBAI, 2019. 4 p. (Resumo Expandido)

IRGA – Instituto Rio Grandense do Arroz. **Custo de produção médio ponderado – arroz irrigado, safra 2020/21**. Seção de Política Setorial/Departamento Comercial e Industrial. Porto Alegre, 2021. <https://admin.irga.rs.gov.br/upload/arquivos/202106/10125554-custo-de-producao-2020-21.pdf>

IRGA – Instituto Rio Grandense do Arroz. **Custo de produção médio ponderado – arroz irrigado, safra 2021/22**. Seção de Política Setorial/Departamento Comercial e Industrial. Porto Alegre, 2022. <https://admin.irga.rs.gov.br/upload/arquivos/202207/19145145-custo-de-producao-2021-22.pdf>

MARTINS FILHO, E. M. S.; REIS, R. B.; BARBOSA, V. B.; WEINERT, C. ELY, M. F.; SOUSA, R. O.; CARLOS, F. S. **Relação potássio e nitrogênio na produtividade na cultura do arroz irrigado**. XII Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado, 2022. (Resumo expandido)

SOSBAI – Sociedade Sul-Brasileira do Arroz Irrigado. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. 28. Reunião Técnica da Cultura do Arroz Irrigado. Porto Alegre: SOSBAI, 2010. 188 p.

SOSBAI – Sociedade Sul-Brasileira do Arroz Irrigado. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. 32. Reunião Técnica do Arroz Irrigado. Cachoeirinha: SOSBAI, 2018. 205 p.

SOSBAI – Sociedade Sul-Brasileira do Arroz Irrigado. **Arroz irrigado - Recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. 33. Reunião Técnica do Arroz Irrigado. Itajai: SOSBAI, 2022. 219 p. (Em impressão)

WOLTER, R. C. D.; BERGMANN, C.; NEVES, G.; CORRÊA, M. C.; VALENTE, G. B. **Resposta a nitrogênio para as cultivares de arroz irrigado Guri INTA CL, IRGA 431 CL e IRGA 424 RI**. XI Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado. Balneário Camboriu, 2019. (Resumo Expandido)

Mecanização Agrícola

A agropecuária brasileira, ano após ano, bate novos recordes de produção de grãos, carnes, cana, frutas, hortigranjeiros, tubérculos, etc.

Baseado em dados da CONAB, IBGE, MAPA, associações de criadores e produtores pode-se calcular a quantidade por habitante por dia de alguns produtos produzidos no Brasil chegando a 9.000 g de cana-de-açúcar; 1.750 g de soja; 1.260 g de milho; 95 g de trigo; 40 g de feijões; 310 g de carne bovina; 170 g de carne de frango; 50 g de carne suína; 330 g de leite; 40 g de café; 90 g de banana; 230 g de laranja, 25 g de uva.

Dessas quantidades, muito é exportado. Mas pode-se inferir que, caso uma camada considerável da população brasileira tivesse um maior poder aquisitivo, toda a produção de alguns dos itens citados e outros não levantados no exemplo anterior, poderiam faltar ou serem escassos no Brasil. Exemplos disso são as produções atuais de trigo, feijão e de leite, consumidos diariamente pela população.

Grande parte desses produtos é produzida com emprego de mecanização parcial ou total. Como total destaca-se a soja, hoje uma cultura 100% mecanizada. Outros, como na produção de hortifrutigranjeiros, tabaco, tubérculos se estima que a mecanização dos processos ainda não chega a 40%.

Alguns produtos como feijão, mandioca e amendoim tiveram incremento significativo em área e produção após uso da mecanização, pelo menos nas operações mais trabalhosas, como preparo do solo, semeadura ou plantio, tratamentos culturais e colheita.

Tomando-se como exemplo os feijões (preto e de cores), verifica-se que a produção gira em

torno de 3 milhões de toneladas desde a safra 2002/2003. Era uma cultura praticamente 100% cultivada em áreas de agricultura familiar, com baixo índice de mecanização. Mas isso vem mudando rapidamente nestes últimos 20 anos. Há cada vez menos áreas de lavouras com feijões que ainda empregam preparo convencional do solo efetuado por tração animal, semeadura manual com saraquá, tratamentos culturais (capinas) com cultivadores à tração animal, enxadas ou aplicação de produtos com pulverizador costal, colheita e trilha também manual (Figura 1a) ou em trilhadoras ou batedoras (Figura 1b).

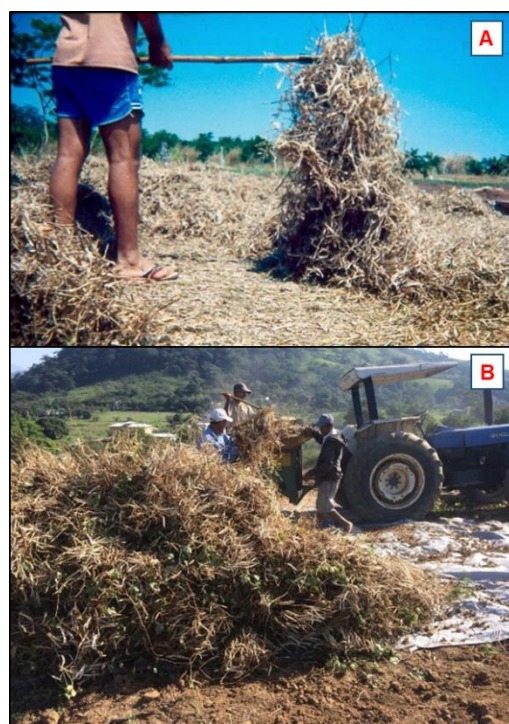


Figura 1. Trilha de feijão manual (a – Fonte: feis.Unesp) e com batedora (b – Fonte: Prefeitura Rio das Ostras).

Há ainda uma área significativa onde a colheita é semi-mecanizada, sendo as plantas arrancadas e enleiradas manualmente para depois serem recolhidas e trilhadas por colhedora

¹Professor Aposentado do Departamento de Solos da Faculdade de Agronomia - UFRGS.

específica (Figura 2a). No entanto, está aumentando a proporção da área cultivada com feijões em que todas as operações são efetuadas de forma mecanizada, inclusive a sua colheita (Figura 2b).

Tomando como exemplo o caso dos feijões, pode-se questionar por que a área (3 milhões de ha) e também a produção total (3 milhões de t) do Brasil se mantêm constante nos últimos 20 anos, com uma produtividade tão baixa (1.000 kg/ha).

O mesmo questionamento pode ser feito em relação à soja, cultura 100% mecanizada, que vem mantendo uma produtividade média nacional em torno de 3 t/ha nos últimos 20 anos. Podemos inferir que somente mecanizar os cultivos não necessariamente aumenta a produtividade.

A produtividade é afetada por um conjunto de fatores de manejo, dentre os quais a mecanização é apenas um componente. Na Figura 3 verifica-se que há tecnologias e processos que permitem melhorar significativamente a produtividade das culturas, como ilustrado para o caso da soja, quando se compara a produtividade

média do Brasil com a produtividade de lavouras mais tecnificadas.



Figura 2. Colheita semi mecanizada (a – Fonte: Indústria Colombo) e totalmente mecanizada (b – Fonte: Correio do Povo PR) de feijão.

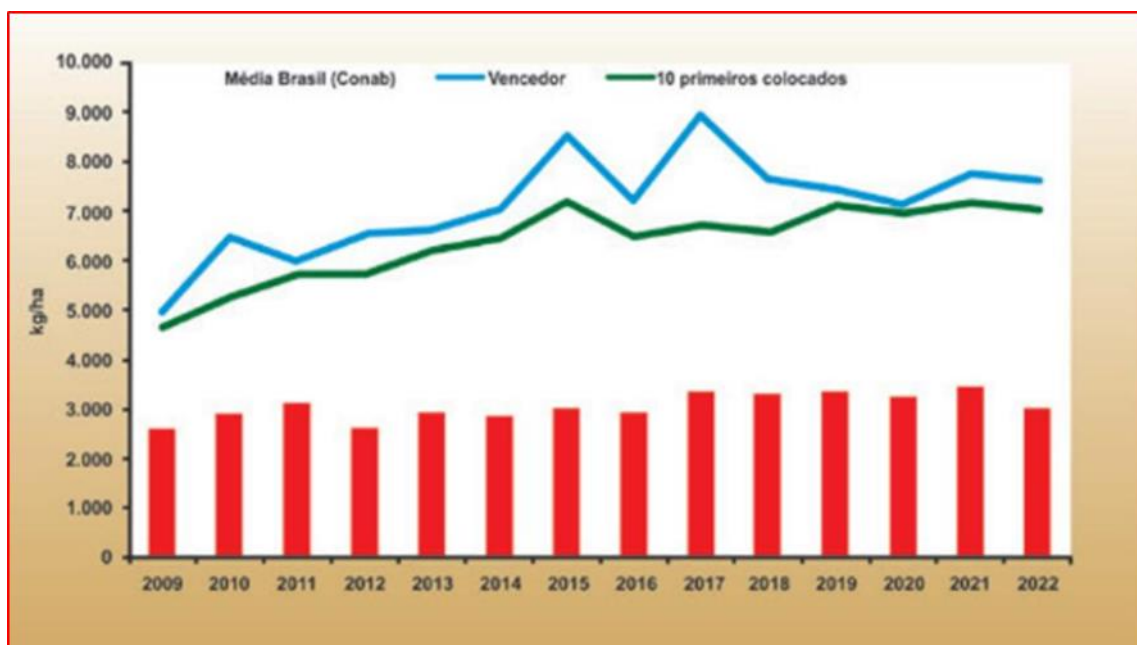


Figura 3. Evolução da produtividade de soja no Brasil desde safra 2019 a 2022 (Fonte: EMBRAPA).

A população denominada de rural decresce a cada ano, saindo de 64% em 1990 para menos de 8% em 2021. No entanto, deve-se considerar que nestes números (20 milhões de rurais) estão inclusos menores de 18 anos e idosos com mais de 65 anos, aposentados.

Além disso, crescem a cada ano as exigências legais para trabalho no campo, com demandas trabalhistas cada vez mais intensas, mesmo sabendo que as atividades da agropecuária em geral são realizadas a céu aberto, incluindo tarefas que necessitam serem realizadas, em dias de chuva, com calor de mais de 35°C ou com frio de menos de 5°C, em dias de vento, com utilização de produtos tóxicos, em áreas sujeitas à presença de animais bravios e peçonhentos, etc. Muitas tarefas ainda são realizadas de forma manual ou mesmo com emprego de animais, como é o caso da pecuária de corte.

Em função disso, nos últimos anos, a preocupação com segurança, ergonomia, conforto e trabalhabilidade das máquinas tem tido destaque, como por exemplo, a obrigatoriedade de EPCC, proteção de cardã, TDA nos tratores, TTA nas colheitadeiras, pneus pareados e radiais, piloto automático, câmbio automático, monitores de colheita, rastreabilidade, controle remoto, automação. Os objetivos são melhorar e facilitar o desempenho dos operadores e dos conjuntos mecanizados, atender demandas operacionais recentes e disponibilizar novas ferramentas para remodelação e ou automação de sistemas produtivos.

Assim, além de aspectos técnicos que independem do “tamanho”, os conjuntos mecanizados devem ser compatíveis em termos mecânicos e eletrônicos, em requerimento de força de tração ou de torque e atender a capacidade de campo efetiva (ha/h) requerida pelas diferentes operações agrícolas.

Nesse sentido, um aspecto a considerar é a qualidade da mão-de-obra que atua com mecanização. As vezes o salário de um operador de máquinas pode ser considerado alto, pois pode variar de R\$ 3.500,00 a R\$ 12.000,00 mensais ao empregador, já incluso os benefícios sociais

exigidos por lei. Porém, um bom operador de máquinas pode aumentar a vida útil do equipamento, reduzir sua depreciação, as despesas com manutenção, reparos e peças e o consumo de combustível por área trabalhada (L/ha). Tudo isso resulta em menor custo horário de utilização do maquinário (R\$/h) e o custo da mecanização por área trabalhada (R\$/ha), além de menos paradas por quebra das máquinas.

Esse raciocínio vale também para os operadores “proprietários”, que igualmente devem buscar reciclagem em cursos competentes.

As Universidades devem também preparar cada vez melhor os seus egressos quanto a essa nova demanda em termos de mecanização, cada vez mais tecnológica e que já é o item de despesa com maior percentual no custo total de muitas lavouras, merecendo assim uma atenção tão relevante como a dispensada aos custos tradicionais, como arrendamento da terra, corretivos e fertilizantes, sementes, produtos para tratamentos culturais, etc.

Entender o passado para melhorar o presente e planejar o futuro é essencial para qualquer profissional que trabalha com a agropecuária. Assim, tratores, equipamentos de preparo de solo, semeadoras, plantadoras, transplantadoras, pulverizadores, colhedoras das mais variadas funções, máquinas de transporte, combinados com suporte tecnológico que possibilite atuar no seu direcionamento automático, reguladores de vazão, monitores para mapeamento da plantabilidade e da produtividade, rastreamento remoto de desempenho, etc, são ferramentas fundamentais para viabilizar os mais variados sistemas produtivos. Isso também auxilia na manutenção do produtor no campo ou constitui um atrativo para novos produtores e pessoas com disponibilidade de recursos para aplicar no segmento agropecuário.

A aveia para produção de grãos nos ambientes subtropicais do Brasil

Luiz Carlos Federizzi & Marcelo Teixeira Pacheco

1. Introdução

A aveia (*Avena sativa* L.), como produtora de grãos, desempenha um importante papel nos sistemas agrícolas utilizados pelos produtores do Sul do Brasil. A área plantada com aveia para a produção de grãos de qualidade cresceu de forma sustentada nos últimos anos (Figura 1) (CONAB 2023). A partir de 2006, a área cultivada com aveia

aumentou consideravelmente e pela primeira vez, em 2021, o Brasil produziu mais de um milhão de toneladas e passou a ser um dos principais produtores mundiais de grãos de aveia (Tabela 1). Os aumentos na produção foram devidos aos aumentos de área (154 %) e principalmente no incremento da produtividade (203 %).

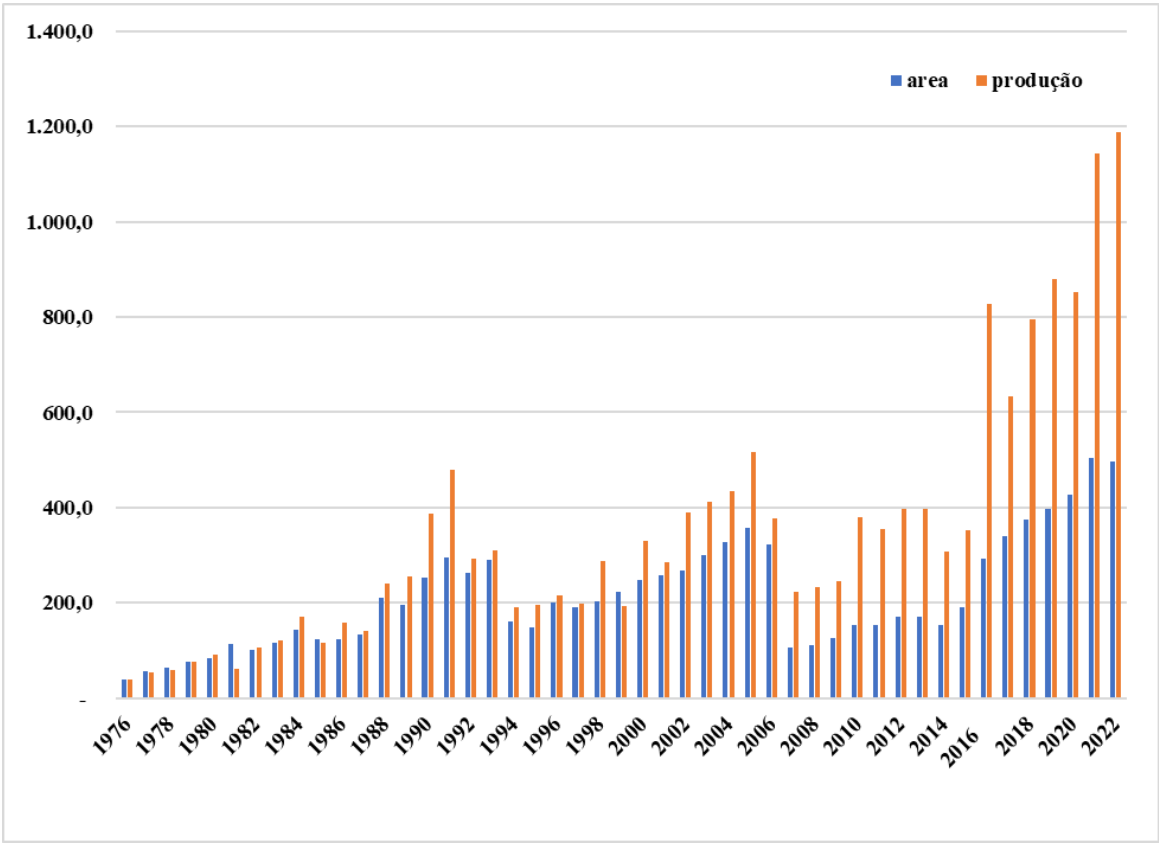


Figura 1. Área colhida (em mil ha) e produção de grãos (mil toneladas) de aveia no Brasil de 2016 a 2021 (Fonte: Conab 2023).

¹ Professor Aposentado do Departamento de Plantas de Lavoura da Faculdade de Agronomia - UFRGS.

² Professor do Departamento de Plantas de Lavoura da Faculdade de Agronomia - UFRGS.

Na região Sul do Brasil, as culturas de verão, como soja e milho, assumem um papel principal na cadeia produtiva. No entanto, o cultivo de inverno não deve ser considerado menos importante, uma vez que o mesmo permite ao produtor a obtenção de uma segunda fonte de

renda dentro de um mesmo ano agrícola. Além disso, o cultivo de inverno integra o sistema de rotação e sucessão de culturas e proporciona o estabelecimento e manutenção do sistema de plantio direto. Os cultivos de verão estão muito bem estabelecidos e tem proporcionado ganhos significativos aos produtores. Já no cultivo de inverno, os agricultores enfrentam grandes problemas de oscilações na produção e na comercialização dos grãos. Por outro lado, o cultivo de inverno é importante porque ajuda a manter a área coberta, diminuindo as perdas de solo com as chuvas frequentes neste período, auxilia a diluir os custos das máquinas e

equipamentos agrícolas que são utilizados tanto no inverno como no verão e permite que o agricultor tenha renda, diluindo assim os custos de produção de todo o sistema.

A aveia pelas qualidades agronômicas e pela qualidade de seus grãos pode ser uma excelente alternativa, pois o cultivo de aveia é realizado com a finalidade de produção de grãos, forragem verde, feno, silagem e cobertura verde/morta de solo no inverno, antecedendo a implantação de culturas de verão, especialmente pelo sistema de semeadura direta.

Tabela 1. Área cultivada, rendimento médio de grãos e produção total de aveia nos diferentes países nos anos de 2020 e 2021.

Ano/ País	Área plantada (Milhões hectares)		Rendimento de grãos (mil kg ha)		Produção (milhões de toneladas)	
	20/21	21/22	20/21	21/22	20/21	21/22
Estados Unidos	0.41	0.26	2.34	2.2	0.95	0.58
União Europeia	2.56	2.56	3.31	2.95	8.47	7.53
Rússia	2.33	2.17	1.77	1.72	4.13	3.73
Canadá	1.31	1.21	3.48	2.39	4.58	2.9
Argentina	0.24	0.35	2.13	2.07	0.51	0.73
Brasil	0.43	0.5	2	2.27	0.85	1.14
Chile	0.11	0.12	4.65	4.7	0.53	0.58
Austrália	1.07	0.84	1.77	2.06	1.9	1.74
China	0.41	0.41	1.48	1.48	0.6	0.6
Reino Unido	0.21	0.21	4.91	5.62	1.03	1.12

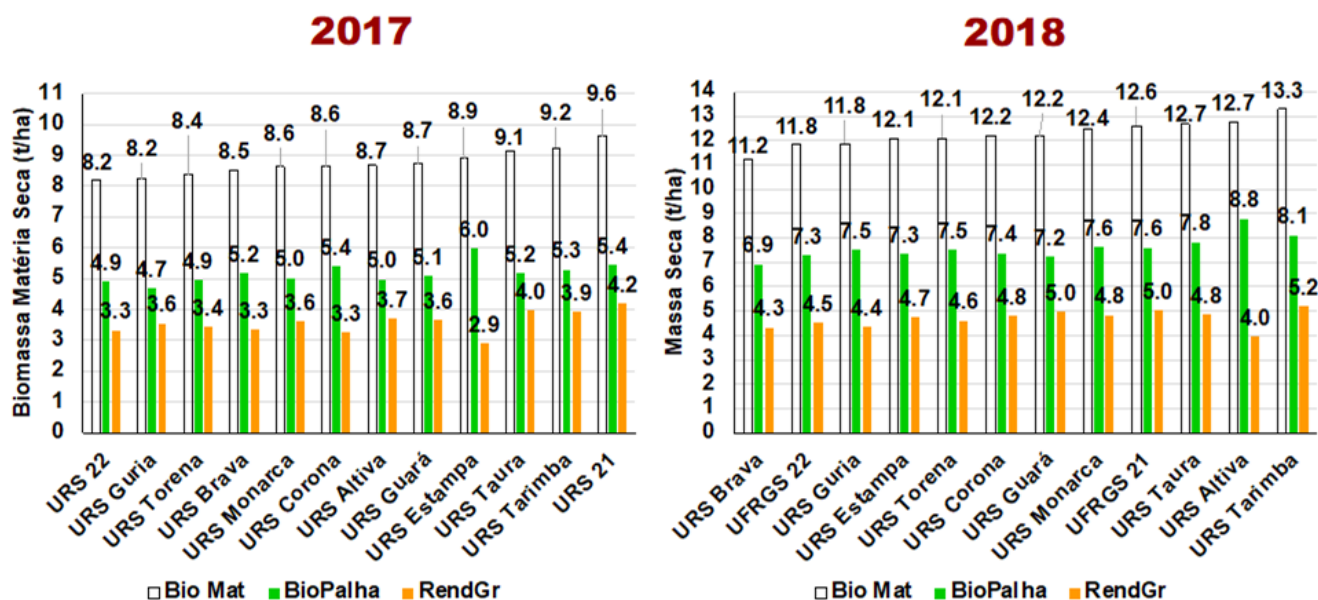
Fonte: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/downloads>

Estes avanços foram conseguidos graças à criação de novas cultivares com melhor adaptação aos ambientes subtropicais e nas melhorias do manejo técnico da cultura adotado pelos produtores. A aveia como cultura de inverno participa do sistema de produção aportando mais biomassa ao sistema, com isso sequestrando mais

carbono e trazendo diversidade à rotação e sucessão de cultivos (Pacheco e Federizzi, 2020). Mesmo na Estação Experimental Agrônômica da UFRGS, localizada no Município de Eldorado do Sul, com estação de crescimento mais quente e menos favorável à cultura da aveia, as cultivares apresentam uma grande produção de biomassa

após a retirada dos grãos, em anos médios como 2017 mais de 5 toneladas, e em anos com primaveras melhores como 2018 com produção de massa seca superior a 7 toneladas (Figura 2), aportando dessa forma quantidades de biomassa

para que o plantio direto e sistema de produção possa funcionar em sua plenitude (Musa 2019).



Musa, F.A. (2019)

Figura 2. Biomassa total, Biomassa de palha e rendimento de grãos na maturação de diferentes cultivares de aveia nos anos de 2017 e 2018 na Estação Experimental Agrônômica da UFRGS.

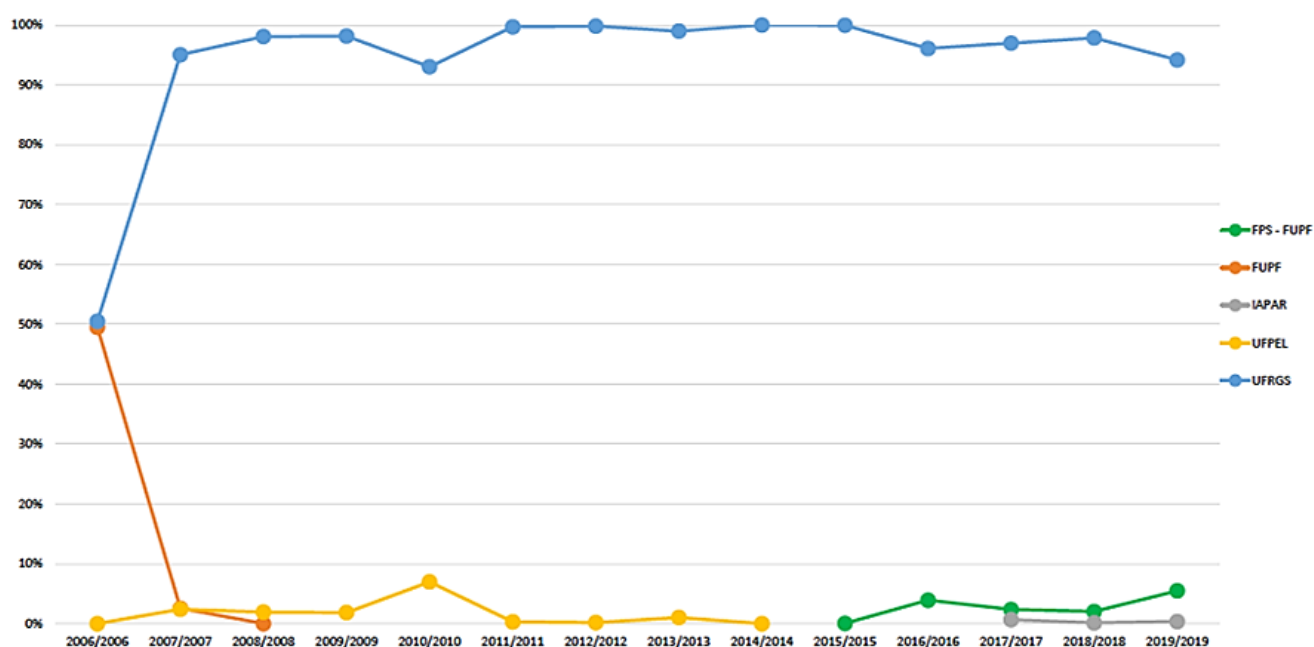
O programa de melhoramento genético de aveia da UFRGS desenvolve cultivares de aveia com ampla adaptação, alto rendimento e qualidade dos grãos desde 1982, quando foram lançadas comercialmente as três primeiras cultivares. Uma cultivar leva de 12 a 15 anos para ser criada, a parte de melhoramento genético leva de 5 a 6 anos, a etapa de testes em diferentes anos e locais 4 a 5 anos, e mais 2 a 3 anos para a multiplicação de sementes para depois chegar aos produtores. As culturas de inverno no Sul do Brasil têm que preencher o espaço disponível na estação de crescimento que é delimitado pelo início do plantio de soja em meados de outubro. Assim, uma cultivar de sucesso tem que ter ciclo precoce ser plantada em maio-junho e colhida no início de outubro, apresentar alto rendimento de grãos nos mais variados tipos de solo e de técnicas culturais empregadas, ter qualidade de grãos para que a indústria possa processá-los, apresentar resistência

às principais doenças que atacam a aveia e ter boa resistência ao acamamento.

Uma das principais características das cultivares da UFRGS é a precocidade, que é um dos principais objetivos do programa, que foi rapidamente alcançada retirando das cultivares brasileiras os principais genes de resposta ao fotoperíodo presentes nas cultivares do hemisfério norte. Estes genes de resposta ao fotoperíodo fazem com que as cultivares floresçam em dias longos que, no sul do Brasil, acontecem no fim de setembro início de outubro, tornando as cultivares bastante tardias e invadindo a melhor época de plantio da soja em sucessão, inviabilizando seu cultivo. O trabalho continuado de seleção de genótipos precoces teve grande sucesso e hoje cultivares desenvolvidas na UFRGS são cultivados em vários países (Argentina, Uruguai, Estados Unidos, Índia) e o germoplasma mais precoce de aveia no mundo é o da UFRGS (Nava

et al, 2016; Zimmer et al. 2018). Com a introdução do plantio direto e a colheita cada vez mais cedo da soja, com a possibilidade de colher a aveia e plantar a soja no mesmo dia, existe agora a oportunidade de ter cultivares com um ciclo um pouco mais longo, o que permitiria aproveitar toda a estação de crescimento com aumentos no rendimento de grãos. A qualidade física dos grãos determinada pelo rendimento industrial também é importante para que uma cultivar tenha sucesso no mercado. As características físicas dos grãos de aveia variam de cultivar a cultivar e são fundamentais para que os grãos possam ser utilizados pela indústria. A facilidade da remoção

da casca, percentagem de grãos inteiros, percentagem de casca e percentagem de grãos não descascados são parâmetros importantes e decisivos para o uso da cultivar pela indústria. A uniformidade dos grãos e o peso do hectolitro (PH) também são fatores relevante, pois tem correlação com a percentagem de grãos inteiros. O programa da UFRGS já há muitos anos não lança no mercado cultivares que não tenham excelente rendimento industrial e juntamente com o rendimento de grãos são os principais fatores de sucesso das atuais cultivares da UFRGS no mercado (Figura 3).



Fonte : <https://www.apassul.com.br/sementes>

Figura 3. Participação de mercado no RS por licença no decorrer das safras. (Adaptado de Apassul).

A busca da resistência às principais doenças da aveia é outra importante etapa do programa de melhoramento de aveia. No sub-tropical, as condições são ideais para o desenvolvimento das doenças, pois não tem meses com neve ou mesmo cadeia de montanhas separando os países. Além disso, chove e tem sol o ano inteiro, o que permite que plantas sobrevivam o ano todo. Assim, no cone sul das Américas, existem plantas de aveia vivas nos campos ou cercas ao longo do ano o que permite uma ponte verde para que os fungos e insetos se propagarem o ano inteiro, aumentando

em muito a severidade das doenças e a variabilidade nas populações de patógenos e insetos, dificultando o desenvolvimento de cultivares resistentes e com resistência duradoura. Portanto, a resistência é na maioria das vezes pouco duradoura devido às variações nas populações de insetos e fungos. A estratégia do programa é trazer os principais genes de resistência existentes no mundo e incorporar no material brasileiro, criando assim cultivares resistentes, que pelo menos no seu lançamento apresentam resistência às principais moléstias. O

desenvolvimento de cultivares com resistência duradoura também é possível, embora bem mais difícil. Um exemplo foi a cultivar UFRGS 21 e cultivares dela derivados como URS BRAVA que mantiveram resistência a ferrugem da folha por muitos anos. As cultivares URS OLADA, URS ALTANERA e URS POENTE lançadas recentemente apresentam resistência à ferrugem da folha. As cultivares da UFRGS apresentam excelente resistência ao vírus do nanismo amarelo da cevada (BYDV) transmitido pelo pulgão. Com o uso do plantio direto, houve um aumento bastante relevante das manchas das folhas causadas pelo fungo *Pyrenophora avenae* que, por ser uma doença recente, as cultivares anteriores tem pouca resistência. Entretanto, as cultivares modernas tem excelente resistência as manchas dos grãos causados por este fungo.

As principais cultivares no mercado

URS TAURA

Lançada comercialmente em 2010, possui ampla adaptação (não só no Brasil, licenciada nos Estados Unidos e na Índia), excelente rendimento e facilidade de descasque dos grãos, porte baixo, não acama e é preferida pela indústria processadora dos grãos de aveia, por ocasião do lançamento possuía resistência à ferrugem da folha.

URS CORONA

Lançada comercialmente em 2012, possuiu excelente adaptação, produz grande quantidade de biomassa, alto rendimento, boa qualidade dos grãos e tem sido utilizada na produção de forragem de alta qualidade, porte alto e tem problema de acamamento. Por ocasião do lançamento, possuía resistência à ferrugem da folha.

URS BRAVA

Lançada comercialmente em 2014, com resistência parcial à ferrugem da folha, com ampla adaptação, excelente produtora de biomassa, alto rendimento e qualidade dos grãos. É atualmente

bastante plantada no Uruguai, vem perdendo a resistência à ferrugem da folha, mas continua uma excelente opção para cultivo.

URS ALTIVA

Lançada em 2018 tem ciclo bem precoce é de porte alto, mas resistente ao acamamento, com excelente produção de biomassa, bom rendimento de grãos e com excelente qualidade dos grãos. Quando foi lançada, apresentava resistência a todas as raças de ferrugem da folha, mas já está susceptível.

URS MONARCA

Lançada em 2020, apresenta porte médio e boa resistência ao acamamento, adaptação ao subtropical, alto potencial de rendimento e qualidade dos grãos. Apresenta susceptibilidade à ferrugem da folha.

URS OLADA

Lançada em 2022, tem como característica principal a precocidade no florescimento e maturação, alto potencial de rendimento e excepcional qualidade dos grãos para a indústria. Apresenta resistência às principais raças de ferrugem da folha presentes no Brasil.

URS ALTANERA

Lançada em 2022, tem como característica alto potencial de rendimento de grãos e excelente resistência ao acamamento. Também tem resistência as principais raças de ferrugem da folha presentes no Brasil.

URS POENTE

Lançada em 2022, apresenta como característica principal ciclo mais longo, podendo ser plantada antecipadamente de maneira a aproveitar melhor a estação de crescimento. Tem resistência às principais raças de ferrugem da folha presentes no Brasil.

URS PUJANTE

Lançada em 2023 com alto potencial de rendimento e qualidade dos grãos e resistência às

principais raças de ferrugem da folha presentes no Brasil.

URS ALTEZA

Lançada em 2023, alto potencial de rendimento e qualidade dos grãos, resistência às principais raças de ferrugem da folha presentes no Brasil.

Na tabela 2 abaixo, apresentamos o rendimento de grãos (kg/ha) de cada cultivar observados nos diferentes locais do Brasil com a aplicação de fungicidas no ano de 2022. Os

rendimentos variam muito de local para local em função da época de plantio, primaveras mais quentes ou mais frias, pela ocorrência de geadas e pela presença de ferrugem da folha. As médias de rendimento de grãos obtidas foram bastante altas com a maioria das cultivares se aproximando ou suplantando os 4.000 kg por hectare. As cultivares lançadas em 2023, URS Pujante e URS Alteza, não fizeram parte do experimento em 2022 e farão parte do Ensaio Brasileiro de Cultivares no ano de 2023.

Tabela 2. Rendimento médio de grãos (kg/ha) nos diferentes locais das cultivares de aveia da UFRGS nos experimentos com a aplicação de fungicidas no ano de 2022.

Cultivar	Eldorado do Sul	Três de Maio	Lages	Londrina	Arapoti	Castro	Guarapuava	Pinhão	Mauá da Serra	Capão Bonito	Média
URS Altiva	4715	4057	5093	5510	3,456	2,850	4510	1953	2598	1563.	3631
URS Brava	5611	5090	3310	5887	3,949	2,168	3247	1103	2310	2176.	3485
URS Corona	5901	4453	5036	5191	3,019	2,622	4242	4451	1690	2746.	3935
URS Monarca	5494	3293	3811	6430	3,964	3,273	4829	3307	2514	2363.	3928
URS Taura	5957	3743	4761	6114	3,303	3,343	5688	5520	2784	3203.	4442
URS Olada	5114	5690	2227	6455	3,878	4,066	3819	1711	4452	2560.	3997
URS Altanera	5570	5790	2509	6050	3,163	3,189	4777	2875	4871	2353.	4115
URS Poente	6293	4013	6054	3241	3,839	1,672	5166	3930	5061	3620.	4289
Média	5582	4516	4100	5610	3571	2898	4535	3106	3285	2573	3978

Dificuldades

Um problema importante é o mercado que se expandiu rapidamente nos últimos anos, especialmente para a alimentação animal em substituição ao milho. É importante, antes de plantar aveia, que o produtor saiba para quem vai vender ou que mercado vai atender.

Nos anos 70 e 80, havia uma crença que era quase impossível nas condições do sub-tropical

atender a qualidade de grãos exigida pela indústria de processamento dos grãos de aveia da época.

Assim, o programa de melhoramento genético da UFRGS desde 2006 lança no mercado somente cultivares que agricultores que utilizam uma tecnologia média possam produzir grãos adequados para a indústria. Estas cultivares permitiram que surgisse nos Estados do Sul do

Brasil muitas empresas de pequeno e médio porte processadoras dos grãos de aveia.

Apesar de todas as cultivares, ao serem lançadas comercialmente, apresentarem resistência total à ferrugem da folha nas condições do sul do Brasil, esta resistência é rapidamente suplantada pelas variações na população da ferrugem. Assim é recomendável a aplicação de fungicidas para o controle das moléstias.

As cultivares da aveia ainda produzem mais biomassa de palha do que de grãos. As melhores cultivares tem uma relação de grãos /palha de 0,43, enquanto outros cereais como o trigo tem esta relação maior que 0,50. As principais cultivares de aveia ainda são altas e tem problemas de acamamento com adubação maiores.

Futuro

Apesar dos avanços com a cultura da aveia, tanto no potencial de rendimento de grãos das cultivares como nas técnicas utilizadas pelos produtores, ainda se tem um longo caminho para tornar a aveia mais competitiva. O desenvolvimento de cultivares requer a constante introdução de material genético de outros países o que torna o processo mais lento e difícil devido a legislação brasileira de importação e as condições

de cultivo de outros países serem bem diferentes das encontradas no Sul do Brasil.

Esforços vem sendo feitos no programa de melhoramento genético de aveia da UFRGS para a criação de cultivares com alto rendimento e qualidade de grãos com baixa estatura e resistência ao acamamento. No ano de 2022, muitos produtores tiveram rendimento de lavoura acima de 4.000 kg por hectare revelando o potencial das atuais cultivares.

Pelas qualidades que a planta de aveia oferece ainda devera crescer em muito em área cultivada uma vez que comparada com a área cultivada de verão as espécies de inverno ocupam somente uma pequena parte.

Como o trigo, a aveia está sendo plantada cada vez mais ao norte do Brasil e já existe áreas bastante expressivas nos Estados de Mato Grosso do Sul e Minas Gerais, com rendimentos de grãos bastante bons.

O apoio da Comissão Brasileira de Pesquisa de Aveia (CBPA) composta por todas as Instituições que trabalham com a cultura da aveia no Sul do Brasil tem sido fundamental para o progresso observado no desenvolvimento de novas cultivares e nas técnicas de cultivo atualmente empregadas pelos agricultores.

Algumas imagens das atividades do Programa de Melhoramento de Aveia /UFRGS



Figura 4. Cultivar URS TAURA dia de campo na Cooperativa Agraria - Guarapuava. (Fonte: Autor).



Figura 5. Multiplicação de sementes na Estação Experimental da UFRGS. (Fonte: Autor).



Figura 6. Dia de Campo em Pejuçara - RS. (Fonte: Autor).



Figura 7. Foto Panículas URS Monarca sementes Ponteio RS. (Fonte: Autor).



Figura 8. Vista dos Experimentos de aveia na Estação Experimental da UFRGS. (Fonte: Autor).



Figura 9. Lavoura de aveia em Cruz Alta - RS. (Fonte: Autor).



Figura 10. Vista de Lavoura de aveia em Cruz Alta. (Fonte: Autor).



Figura 11. Parcelas de aveia prontas para a colheita nos experimentos da Estação Experimental da UFRGS. (Fonte: Autor).



Figura 12. Faixas de multiplicação de sementes das cultivares na da Estação Experimental da UFRGS. (Fonte: Autor).

Referências Bibliográficas

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento (2023) Series históricas da Aveia. <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras?start=10>>. Acesso 30 de março de 2023.

Musa, F. 2019. Formação e Partição de Biomassa Aparente e Determinação dos Componentes do Rendimento de Grãos em Aveia Branca. Dissertação apresentada com um dos requisitos à obtenção do Grau de Mestre em Fitotecnia, Programa de Pós graduação em Fitotecnia, UFRGS, 128 f. 2019.

Nava IC, Pacheco MT and Federizzi LC (2016) URS Altiva – a new oat cultivar with high agronomic performance. *Crop Breeding and Applied Biotechnology* 16: 254-260, 2016.

Pacheco MT and Federizzi LC (2020) URS MONARCA – a new hexaploid oat cultivar with excellent grain yield and wide adaptation. 2020. *Crop Breeding and Applied Biotechnology* 20(2): e306220213.

Zimmer CM, Ubert IP, Pacheco MT and Federizzi LC (2018) Molecular and comparative mapping for heading date and plant height in oats. *Euphytica* 214: 101.

