

CIRCULAR TÉCNICA

222

Pelotas, RS
Setembro, 2021

Recomendação de Manejo Ecológico e Cultivares de Feijão para Certificação Orgânica com Elevado Teor de Zinco e Ferro nos Grãos

Gilberto A. Peripolli Bevilaqua
Irajá Ferreira Antunes
Eberon Diedrich Eicholz
José Ernani Schwengber
Josuan Sturbelle Schiavon
Daniela Lopes Leite

OBJETIVOS DE
DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL



Recomendação de Manejo Ecológico e Cultivares de Feijão para Certificação Orgânica com Elevado Teor de Zinco e Ferro nos Grãos¹

A cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris*) é originária das Américas Central e do Sul e daí espalhou-se por todo o mundo, sendo de grande importância para a produção agrícola gaúcha e brasileira. No Brasil, a área cultivada fica em torno de 1,655 milhão de hectares com produtividade média de 1.400 kg ha⁻¹ e volume de produção de 2,263 milhões de toneladas. Entretanto, somado ao feijão -caupi (*Vigna unguiculata*), alcança volume de produção de 3,104 milhões de toneladas, o que praticamente garante o abastecimento do mercado interno (Conab, 2021).

No Rio Grande do Sul, o feijão ocupa área de aproximadamente 100 mil ha, com produtividade média de 1.400 Kg ha⁻¹, resultando em volume de produção de 140 mil toneladas (Emater/RS, 2021). Entretanto, pode alcançar 1.927 kg.ha⁻¹ em cultivares de grão preto na safra de primavera (Conab, 2021). De forma análoga à situação nacional, a área de cultivo do feijão apresenta-se bastante variável, dependendo do ano e das condições do mercado interno e externo. Entretanto, percebe-se redução significativa da área cultivada, porém sem diminuição drástica no volume produzido, devido ao aumento na produtividade das lavouras. No estado, quanto ao cultivo e consumo de feijão, o grão preto corresponde a aproximadamente 90% do volume produzido e consumido, enquanto no Brasil é o tipo carioca que predomina (Comissão..., 2007). Porém, na agricultura familiar a diversidade de tipos de grãos de feijão é muito significativa, resultante das práticas tradicionais dos guardiões de seleção de suas próprias sementes, o que resultou em grande número de variedades com adaptações locais e características nutricionais diferenciadas quanto aos teores de nutrientes como zinco e ferro (Bevilaqua; Antunes, 2015). Nesse sentido, a identificação de novas preferências do mercado, como tipos de grão de cor vermelho e amarelo ou genótipos que apresentem grãos com composição nutricional diferenciada, tornam-se opção preferencial à produção certificada (Bevilaqua et al., 2010).

Os sistemas de base ecológica representam uma evolução frente à agricultura convencional, diante da necessidade de utilização de insumos renováveis e que não impactem negativamente os agroecossistemas. A readequação dos sistemas de produção de feijão passam pela substituição de insumos e a utilização de práticas de manejo que sejam amigáveis ao meio ambiente. Porém, há necessidade de definição e adoção de um conjunto de práticas de manejo para a obtenção de produtividade adequada (Bevilaqua et al., 2013). Em face da restrição de utilização de insumos no processo produtivo, as práticas de manejo passam a se tornar um componente essencial, numa realidade de menor utilização de mão de obra na agricultura. Os agricultores têm utilizado uma grande diversidade de insumos de base ecológica para a produção agrícola, os quais a pesquisa tem procurado reconhecer as características e sua utilização na agricultura orgânica, como por exemplo os biofertilizantes (Gonçalves et al., 2008).

Ao longo dos últimos anos, foram desenvolvidas tecnologias para o cultivo de base ecológica de várias culturas, as quais também estão correlacionadas com alta produtividade de feijão. A utilização das práticas ecológicas de manejo, tais como fertilizantes orgânicos e biofertilizantes, adubação verde e plantio direto, inoculantes e microrganismos eficientes, e genótipos recomendados que garantam uma adequada produtividade da lavoura, implicam também custos de produção inferiores aos da agricultura convencional. Esse novo ambiente possui diversas características impactantes para a agricultura, principalmente num cenário de intensificação produtiva e a necessidade de mecanização. A utilização dessas práticas de manejo são altamente favoráveis ao aumento da fertilidade e da matéria orgânica no solo, bem como a utilização de adubos com composição química variada, que juntas levam ao aumento do teor de nutrientes no solo e, por consequência, nos grãos provenientes (Rosolem, 1997). A identificação de genótipos mais adaptados ao sistema orgânico tem grande importância no cenário da agricultura convencional, cujas variedades foram desenvolvidas para responder a adubações caracterizadas por elevadas concentração e solubilidade dos nutrientes. As cultiva-

¹ Gilberto A. Peripolli Bevilaqua, engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS. Irajá Ferreira Antunes, engenheiro-agrônomo, doutor em Melhoramento Genético, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS. Gustavo Schiedeck, engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS. Ebersson Diedrich Eicholz, engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS. José Ernani Schwengber, engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS. Tatiana Schiavon Albuquerque, engenheira-agrônoma, mestranda em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, responsável técnica, Cooperativa Cooperfumos do Brasil, Encruzilhada do Sul, RS;

res de feijão da Embrapa Clima Temperado foram desenvolvidas com diversas características que as tornam adaptadas a esses tipos de sistemas de produção, com níveis de produtividade compatíveis com a produção convencional mecanizada e com adequada resistência à antracnose (Antunes et al., 2017).

O objetivo deste trabalho é apresentar um conjunto de práticas de manejo e cultivares para a produção de base ecológica de feijão no Rio Grande do Sul que garantam alta produtividade, baixa incidência de pragas e doenças e teores elevados de ferro e zinco nos grãos, com foco na produção orgânica certificada.

Principais práticas ecológicas de manejo do solo, da adubação e de controle de pragas e doenças visando a obtenção de certificação orgânica

A seguir são elencadas as principais práticas de manejo necessárias para a obtenção de certificação orgânica, com manutenção de altos rendimentos, e sem prejuízo à utilização de outras práticas recomendadas para a produção de feijão (Comissão..., 2007). Além de alcançar rendimentos adequados, as práticas conduzem a uma baixa incidência de antracnose e pragas na lavoura e à obtenção de grãos com elevados teores de nutrientes nos grãos, notadamente zinco e ferro.

Manejo da área e épocas de implantação da lavoura

Para escolha da área deve-se observar seu histórico considerando os seguintes aspectos: a presença de plantas daninhas de difícil controle, como tiririca e grama-seda e evitar áreas úmidas ou com vento forte, propícias à ocorrência de doenças e geadas. Assim, recomenda-se que a escolha das áreas de lavoura que sejam as mais férteis e com boas características físicas e sem umidade, preferencialmente com exposição leste-norte e protegidas dos ventos fortes.

A produção de base ecológica requer a adoção de práticas conservacionistas básicas, como a rotação de culturas, a adubação verde e a adoção do sistema plantio direto (Comissão..., 2007). Uma das principais práticas conservacionistas é a utilização de plantas de cobertura antecedendo o cultivo do feijão, para tanto as principais culturas utilizadas são a aveia preta (*Avena strigosa*) e ervilhaca (*Vicia sativa*), e para obter melhor êxito recomenda-se o consórcio de duas ou mais espécies. No caso, a ervilhaca promove o acréscimo de nitrogênio ao solo, enquanto a aveia preta adiciona uma cobertura adequada de palha ao solo; com essa relação C/N ocorre um melhor controle de plantas daninhas. As plantas de cobertura devem ser semeadas em abril/maio, de acordo com a região, utilizando densidade de semeadura de 30 a 40 kg ha de ervilhaca e de 80 a 90 kg ha de aveia preta. Pode-se sugerir também a utilização do centeio (*Secale cereale*), azevém (*Lolium multiflorum*) e nabo forrageiro (*Raphanus sativus*). Na fase de floração plena dessas espécies, as plantas podem ser roladas com grande aradora ou rolo faca; após, realizar a semeadura direta do feijão (Bevilaqua et al., 2013).

A semeadura do feijão no Rio Grande do Sul pode ser realizada em duas épocas: a) safra (1ª safra), quando a semeadura é realizada na primavera, em setembro/outubro, ou b) safrinha (2ª safra), quando a semeadura é realizada no verão, em janeiro ou fevereiro, de acordo com o Zoneamento Agroclimático (Comissão..., 2007). A primeira safra proporciona, via de regra, maiores produtividades e grãos maiores que a safrinha (2ª safra), porém na estação seca há uma menor incidência de doenças, como a antracnose, principal doença do feijão, que se desenvolve preferencialmente sob temperaturas amenas na primavera. De forma análoga a outras regiões do Brasil, o cultivo da safrinha tem crescido no Rio Grande do Sul, o que pode impactar no perfil das variedades e das práticas de manejo utilizadas (Bevilaqua et al., 2013).

O espaçamento utilizado é 50 cm entre linhas, o que facilita a remoção de plantas daninhas pela capina, embora espaçamentos entre 35 cm e 45 cm tenham sido utilizados, o que pode ocasionar um efeito desejável na diminuição de plantas indesejáveis. A densidade de plantas a ser utilizada é 250 mil plantas.ha⁻¹ (Comissão..., 2007).

Adubação e tratos culturais

O feijão é uma cultura exigente em macro e micronutrientes e não tolera solos ácidos e com alumínio trocável. Os nutrientes devem estar prontamente disponíveis devido ao ciclo curto e, se necessário, os solos devem ter sua acidez neutralizada com uso de calcário. Deverá ser realizado o calcariamento da área com calcário dolomítico, preferencialmente, fonte de cálcio (Ca) e magnésio (Mg), aproximadamente 90 dias antes da semeadura ou de acordo com o PRNT do corretivo. As doses de calcário e a adubação a ser utilizada irá depender da análise do solo em questão, e um técnico ou extensionista rural poderá prestar os esclarecimentos necessários para a coleta e manuseio da amostra de solo, bem como a interpretação dos resultados da análise (Tedesco et al., 1995; Comissão..., 2007). Porém, a recomendação trata da adubação convencional, o que impede a certificação orgânica.

No manejo da adubação de cultivos orgânicos há a necessidade de substituir os fertilizantes minerais solúveis por outros de liberação gradual de nutrientes, sem prejuízos no rendimento da lavoura e que permitam a produção certificada.

Para a correção da deficiência de fósforo (P) no solo, podem ser utilizados diferentes tipos de fosfatos, que também são uma boa fonte de micronutrientes, principalmente o zinco, e cálcio (Ca). A dose a ser utilizada irá depender da análise do solo, mas o FN possui, em média, 20 a 30% de P_2O_5 , e uma dose de 200 Kg ha^{-1} de FN irá acrescentar 45 Kg ha^{-1} de P_2O_5 , o que supre praticamente a demanda do solo quanto ao nutriente que é exportado pelo grão, considerando-se uma média de 6,29 g kg^{-1} o teor de P no grão (Bevilaqua; Antunes, 2015)

Em caso de deficiência de potássio (K) e outros minerais, pode ser utilizada a cinza, seja originada de lenha ou de casca de arroz. A concentração de nutrientes na cinza varia de acordo com a origem do material, sendo que a cinza de casca de arroz possui entre 0,72% a 3,84% de K_2O e 0,1% a 2,67% de P_2O_5 (Priyadharshini; Seran, 2009). A dose de cinza a ser utilizada dependerá da análise de solo correspondente. Utilizando-se um valor médio de 2% de K_2O na cinza, 2 t ha^{-1} de cinza irá propiciar 40 kg ha^{-1} de K_2O , o que supre o K retirado do solo e exportado no grão, considerando-se uma produtividade média de 2.000 kg ha^{-1} . Em feijão-miúdo, 4,5 t ha^{-1} de cinza aumenta o rendimento de grãos e a formação de nódulos. A utilização de fontes alternativas de K e micronutrientes como rochas moídas (pó de rocha), de ocorrência e disponibilidade regional, tem constituído importante linhas de pesquisa. Utiliza-se em torno de 2 t ha^{-1} , dependendo da disponibilidade do material e do resultado da análise (Bevilaqua et al., 2013).

Como fonte de nitrogênio (N) para o feijão, pode ser utilizado o esterco, que ainda possui inúmeros benefícios em relação aos adubos químicos, quanto à melhoria física do solo. A concentração de N no esterco é bastante variável, mas alcança 2%, em material curtido por 90 dias. Assim, uma dose de 5 t ha^{-1} de esterco curtido de bovinos, irá acrescentar 100 Kg ha^{-1} de nitrogênio, valor bastante expressivo para a cultura do feijão e que supre a quantidade do elemento exportado pelo grão, em torno de 75 kg ha^{-1} (Bevilaqua; Antunes, 2015). No caso de utilização de outro material para a cobertura, a mesma deverá ser realizada nas fases de V3 e V4, aproximadamente 28 a 35 dias após a emergência, dependendo do ciclo da cultivar utilizada (Comissão..., 2007).

Manejo de pragas e doenças em sistemas de base ecológica

As práticas anteriormente descritas e recomendadas em sistema de base ecológica podem favorecer o sistema de duas formas: a) na nutrição adequada das plantas tornando-as menos suscetíveis ao ataque de pragas e doenças, e b) no aumento da presença de inimigos naturais, possibilitando a adoção adequada do manejo integrado de pragas e doenças.

A principal doença que causa problema no feijoeiro é a antracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*). A mancha angular também ocorre com frequência, porém os danos são considerados de baixa intensidade. Com menor frequência, encontra-se a mancha de bacteriose e fungos de solo (Comissão..., 2007). Para o controle de doenças, pode ser recomendada a utilização de calda bordalesa ou calda sulfocálcica. Essas caldas são

encontradas comercialmente, porém podem ser preparadas pelo agricultor seguindo uma série de recomendações técnicas (Centro Ecológico, 2002). As medidas de preparo e modo de aplicação são variáveis e podem ser obtidas com técnico ou extensionista rural.

Existem diversas espécies de insetos que podem se tornar problema na cultura do feijão, porém poucas causam danos perceptíveis, e aqui pode-se citar a vaquinha (*Diabrotica speciosa*) e sua fase larval, a larva alfinete, e a mosca branca (*Bemisia tabaci*), que ocorrem com frequência no estado (Comissão..., 2007). Para o controle dessas pragas, o principal produto utilizado é o óleo de neem (Bevilaqua et al., 2013).

Nos últimos anos tem-se ampliado o uso de biofertilizantes com diversas marcas comerciais recomendadas, os quais podem ser utilizados na produção orgânica segundo orientações do fabricante. Os biofertilizantes, além de propiciar nutrientes às plantas, também as protegem e podem agir como indutores de resistência a pragas e doenças (Gonçalves et al., 2009). É bom lembrar que os biofertilizantes não atuam como um agrotóxico, apesar de produzirem efeitos semelhantes; atuam fortalecendo a planta, pois possibilitam a adição de nutrientes e outros metabólitos. Os autores recém-citados sugerem a elaboração de formulação caseira, a fim de que o agricultor possa entender o processo e fazer a fabricação de seu próprio insumo, procurando utilizar resíduos produzidos localmente, facilmente acessíveis e de baixo custo. No entanto, os biofertilizantes requerem cuidados quanto à proteção do aplicador para evitar problemas de intoxicação.

Manejo na colheita e conservação dos grãos

Para feijão o ponto de colheita dos grãos coincide com a perda das folhas e mudança da cor das vagens de verde para marrom. Por outro lado, para colheita mecanizada ou semimecanizada, deve-se colher os grãos quando essas atingirem teor de água que permita a trilha das plantas de forma adequada com danos mecânicos mínimos aos grãos, para evitar perda do valor comercial. Tão logo as plantas atinjam esse ponto, devem ser colhidas no menor intervalo de tempo decorrido.

Para as cultivares com hábito de crescimento indeterminado, do tipo III, como BRS Paisano e BRS Intrépido, a colheita mecanizada é dificultada pelo estágio de maturação diferenciado entre grãos na mesma planta, pois ocorrem, simultaneamente, o enchimento dos grãos e a floração (Silva et al., 2009). O cultivo na safrinha favorece o manejo mecanizado da colheita, pois as plantas estão em fase de senescência causada pelas baixas temperaturas. Com pequenas modificações, pode-se utilizar a mesma colheitadeira empregada na colheita de soja, com perdas mínimas. Nessa fase, os grãos apresentam grau de umidade entre 14% e 16%, o que leva à necessidade de secagem suplementar dos grãos para o armazenamento seguro no período de entressafra.

A fase de armazenamento dos grãos durante a entressafra pode ser responsável por perda da qualidade e, dependendo das condições ambientais (temperatura amena ou alta, e alta umidade relativa) os prejuízos são severos, devido ao ataque de gorgulhos e traças. Essa fase envolve a adoção de medidas e práticas que possam evitar ou minimizar as perdas. Teores de água dos grãos abaixo de 13% são adequados para o armazenamento no período de entressafra e garantem a manutenção da qualidade por períodos de 6 a 8 meses. Assim, observa-se que, sob umidade relativa do ar acima de 60%, o grão absorve umidade, causando o aparecimento de insetos e fungos, principalmente, que resultam em deterioração no armazenamento (Carvalho; Nakagawa, 2004).

Existem diferentes tipos de embalagem para o armazenamento das sementes ou grãos, como: a) permeáveis: plástico, algodão (juta ou estopa), papel, lata, madeira, ou b) impermeáveis: lata, PET, vidro e plástico com espessura superior a 0,2 mm. A escolha do tipo de embalagem é diretamente relacionada às condições ambientais e do grão e do período de armazenamento. Para embalagens permeáveis, como polipropileno trançado, papel e algodão, que permitem trocas de umidade com o ambiente, o armazenamento não pode exceder 6 meses, garantindo teores de água do grão inferiores a 13%, e o ambiente de armazenamento deve ser razoavelmente isolado. No caso de armazenamento em embalagem impermeável, a umidade do grão deve ser menor e é preciso garantir que o recipiente esteja totalmente fechado com tampa de rosca. Nesse caso, os grãos devem ser secos até 12%, antes de serem envasados no recipiente. Antes de fechar o recipiente, pode

ser colocado um algodão com álcool e fogo para eliminar o oxigênio no recipiente. Assim, os grãos podem ser armazenadas por uma safra sem maiores prejuízos na qualidade.

A terra de diatomáceas é um produto que tem mostrado grande eficiência no controle de pragas e na manutenção da qualidade de grãos/sementes armazenados. Esse produto, rico em silicatos e carbonatos, comercialmente é utilizado para qualquer tipo de grão. A dose indicada para cereais fica em torno de 1 kg t^{-1} (Lorini et al., 2001). Ainda, segundo esses autores, o produto, além de inócuo ao homem e outros animais, pode ser reaproveitado por mais de uma safra após ser submetido ao processo de secagem e peneiramento. O inconveniente do produto é o seu custo relativamente alto e a insustentabilidade do ponto de vista ambiental, visto que essa rocha provém de mineração marítima. O produto pode ainda ser substituído por outros pós de rochas, como granodiorito, calcário e basalto, com granulometria menor que $0,05 \text{ mm}$, secos e misturados em igual proporção, pois dificultam o deslocamento dos insetos e reduzem o teor de água nas sementes.

Indicação de genótipos de feijão para o sistema de cultivo de base ecológica com elevada qualidade nutricional de grão

Para indicação de genótipos ao sistema ecológico, foi realizado um ensaio de avaliação com 13 variedades de feijão, entre cultivares comerciais e variedades crioulas, na Estação Experimental Cascata, da Embrapa Clima Temperado, utilizando um delineamento em blocos casualizados com quatro repetições. No manejo da área, foi utilizada como cultivo de cobertura aveia preta e ervilhaca, conduzido no inverno, que foi incorporado com grade e feito o cultivo semimecanizado. Utilizou-se como adubação de base 500 kg ha^{-1} de esterco de peru, que fornece aproximadamente 25 kg ha^{-1} de N na fase inicial da planta, garantindo o suprimento do elemento nessa fase. Anteriormente, a área havia sido corrigida com calcário, fosfato natural e pó de basalto, dentro de um programa de rotação com outras culturas anuais, como milho e mandioca, principalmente. Foi utilizado espaçamento de $0,5 \text{ m}$ entre linha e densidade de semeadura de $250 \text{ mil plantas ha}^{-1}$, ou 25 plantas por m^2 . Nas parcelas, foi avaliado o rendimento de grãos e a incidência de antracnose, utilizando-se escala apropriada (Comissão et al., 2007).

Para determinação de teores de ferro (Fe), zinco (Zn) e cálcio (Ca) dos genótipos, foi utilizada amostra de grãos produzidos na safra de 2014, sob cultivo ecológico na Estação Experimental Cascata. Essa avaliação foi realizada pelo método de espectrometria de emissão ótica (ICP-OES) realizada na Embrapa Agroindústria de Alimentos.

Na Tabela 1, estão apresentados os rendimentos de lavoura obtidos pelos genótipos avaliados e nela observa-se que a média do ensaio alcançou 2.317 kg ha^{-1} , superando o rendimento médio padrão obtido de ensaios de competição de cultivares de grão preto no estado, de 1.991 kg ha^{-1} (Bevilaqua et al., 2010). Entretanto, o rendimento médio do feijão no RS fica em torno de 1.400 kg ha^{-1} (Emater/RS, 2017). Diversos genótipos superaram o valor estabelecido como padrão, entre os quais destacaram-se 'Agudo TB0220', 'BRS Intrépido' e 'MPA Brilhante', porém sem diferença estatística com 'BRS Paisano', 'BRS Expedito', 'Macanudo', 'Macotaço', 'Portugues TB0207' e 'Preto ibérico'. Nesses termos, todas essas variedades podem ser recomendadas ao cultivo ecológico. Os genótipos 'Vermelho escuro', 'Mouro 240', 'Guardião' e 'Rosinha 415' obtiveram rendimento de grãos inferior aos demais, pois são feijões de cor, com tamanhos de grão diversos, cujo rendimento necessita ser comparado com outras variedades com qualificações em termos de preferência de consumo e qualidade nutricional.

Tabela 1. Rendimento de grãos e características de cor do grão e ciclo da emergência à maturação (em dias), em genótipos de feijão sob cultivo agroecológico na Estação Experimental Cascata, safra 2020/2021. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2021.

Genótipos	Produtividade kg ha ⁻¹	Erro padrão	Cor do grão	Ciclo (dias)
Agudo TB0220	2.918a	198	Preto	90
BRS Intrepido	2.725a	82	Preto	88
MPA Brilhante	2.653a	194	Preto	90
BR Macanudo	2.594ab	92	Preto	90
BRS Expedito	2.549ab	73	Preto	90
Portugues TB0207	2.518abc	182	Preto	90
BRS Paisano	2.368abcd	199	Preto	89
Preto Ibérico	2.493abcd	167	Preto	90
BR Macotaço	2.246abcde	100	Preto	90
Guardião TB0223	1.888cde	38	Preto	90
Mouro 240	1.654e	81	Roxo	85
Rosinha 415	1.894bcde	120	Rosa	85
Vermelho escuro	1.734de	132	Vermelho	85
Média	2.317			

* Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo Teste de Duncan a 5% de probabilidade.

A incidência de antracnose no experimento foi baixa, não sendo observado sintoma visível da doença em nenhum dos genótipos avaliados. Tal situação não é incomum em áreas de cultivo orgânico/agroecológico consolidado, como as que são encontradas na Estação Experimental Cascata. Na presente safra, as condições climáticas foram consideradas normais quanto à disponibilidade hídrica e ocorrência de temperaturas mínima e máxima.

Na Tabela 2, estão apresentados os dados de teores de zinco e ferro nos grãos dos genótipos utilizados no ensaio. Na média de 12 genótipos avaliados, os grãos apresentaram teores de zinco e ferro, de 33,5 mg kg⁻¹ e 72,5 mg kg⁻¹, respectivamente, 28% e 110% superiores aos valores médios utilizados como padrão, 26,1 mg kg⁻¹ e 31,9 mg kg⁻¹, respectivamente, referente aos teores médios em 53 genótipos crioulos e melhorados do Rio Grande do Sul (Bevilaqua; Antunes, 2015). As práticas ecológicas de manejo, como a adubação orgânica, pós de rocha e fosfato natural, utilizadas na área de cultivo, provavelmente aumentaram a disponibilidade de micronutrientes no solo, o que favorece o aumento da concentração no grão (Rosolem, 1997). Porém, a concentração de nutrientes nos grãos é uma característica genética, sendo o feijão uma das principais fontes de zinco e ferro (Lajolo et al., 1996; Ribeiro et al., 2008), mas que sofre influência de fatores ambientais, como disponibilidade de água na fase de enchimento de grãos, por exemplo, a qual tem papel importante na absorção de nutrientes do solo (Rosolem, 1997). Segundo Pereira et al. (2018), o efeito ambiental representou 63% da variação total para os teores de Fe nos grãos e 65% para Zn. Isso indica, segundo os autores, que, além de utilizar uma cultivar com alto potencial genético para teor de Fe e de Zn, deve-se escolher ambientes favoráveis para maximizar a obtenção de grãos com altos teores desses elementos. Os genótipos Agudo TB 0220 e Preto Ibérico, cultivares crioulas de grão preto, destacaram-se para ambos os nutrientes, o que, aliado a outras características, coloca-as como possíveis genótipos preferenciais como fonte de zinco e ferro nos grãos.

Tabela 2. Teores de zinco (Zn) e ferro (Fe), em Mg kg^{-1} , em grãos, em cultivares crioulas e melhoradas sob cultivo ecológico na Estação Experimental Cascata. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2021.

Genótipos	Zinco (Zn)*	Ferro (Fe)*
	Mg kg^{-1}	
Agudo TB0220	37,3	86,0
BR Macanudo	25,7	57,8
BR Macotaço	27,2	63,9
BRS Intrepido	35,2	74,3
BRS Paisano	30,7	75,5
BRS Expedito	36,1	74,3
Guardião TB0223	31,7	68,2
Mouro 240	37,2	69,3
Portugues TB0207	36,3	77,8
Preto Ibérico	40,0	83,6
Rosinha 415	34,1	75,6
Vermelho escuro	30,8	64,3
Média	33,5	72,5
Média de ensaio com 53 genótipos (**)	26,1	31,9

*Análise por espectrofotometria (ICP-OES) e digestão das amostras em micro-ondas.

** Bevilaqua; Antunes (2015).



Foto: Irajá Ferreira Antunes

Foto 1. Vermelho escuro: variedade crioula de feijão

Considerações finais

Com utilização de um conjunto de práticas de manejo que inclui: i) a adubação verde e plantio direto, ii) a adubação orgânica e fertilizantes de liberação gradual e, iii) o manejo integrado de pragas e doenças, aliados aos genótipos mais adequados, pode-se obter rendimentos de grãos de feijão de 2.317 kg ha^{-1} , os quais ainda possibilitam a presença de teores elevados de zinco e ferro nos grãos e a baixa incidência de antracnose nas plantas, com práticas que permitem a certificação orgânica da produção.

Os elevados teores de Zn e Fe nos grãos dizem respeito a um ambiente de cultivo, utilizando as práticas de manejo recomendados, cujos resultados precisam ser confirmados em outros ambientes, com condições edafoclimáticas diferentes e representativas das áreas de produção da cultura do feijão.

Os genótipos 'Agudo TB0220', 'BRS Intrépido' e 'MPA Brilhante', destacaram-se em rendimento de grãos, porém não diferiram estatisticamente de 'BRS Paisano', 'BRS Expedito', 'Macanudo', 'Macotaço', 'Portugues TB0207' e 'Preto ibérico', sendo recomendados ao cultivo orgânico utilizando as práticas de manejo preconizadas.

Referências

- ANTUNES, I. F.; BEVILAQUA, G. A. P.; NORONHA, A. D. H.; EICHOLZ, E. D. Cultivo do feijão: cultivares BRS Paisano e BRS Intrépido. In: MEDEIROS, C. A. M. **Alternativas para Diversificação da Agricultura Familiar**. Pelotas, Embrapa Clima Temperado, 2017. 130 p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 443).
- BEVILAQUA, G. A. P.; ANTUNES, I. F. Chemical Composition of Whole Grains in Common Beans Landraces and Breeding Genotypes. **Holos**, ano 31, v. 2, 2015. Disponível em: [10.15628/holos.2015.1996](https://doi.org/10.15628/holos.2015.1996). Acesso em: 20 out. 2021.
- BEVILAQUA, G. A. P.; ANTUNES, I. F.; EBERHARDT, P. E. R.; EICHOLZ, C. J.; GREHS, R. C. **Indicações técnicas para produção de sementes de feijão para a agricultura familiar**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2013. (Embrapa Clima Temperado. Circular Técnica, 141).
- BEVILAQUA, G. A. P.; ANTUNES, I. F.; MASTRANTONIO, J. J.; SILVEIRA, N. T. Panorama de 20 anos e perspectivas da cultura do feijão no Rio Grande do Sul. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 27, n. 1/3, p. 85-104, 2010.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Campinas: Fundação Cargill, 2004. 429 p.
- CENTO ECOLÓGICO IPÊ. **Agricultura ecológica: alguns princípios básicos**. Ipê: Centro Ecológico Ipê, [2002]. 51 p.
- COMISSÃO ESTADUAL DE PESQUISA DE FEIJÃO. **Indicações técnicas para a cultura do feijão no Rio Grande do Sul 2007/08**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2007. 110 p.
- CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**, Brasília, DF, v. 8, safra 2020/21, n. 5, quinto levantamento, fev. 2021. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/safra-graos/boletim-da-safra-de-graos> Acesso em: 19 jul. 2021.
- EMATER/RS. **Acompanhamento de safras**. Disponível em: http://www.emater.tche.br/site/info-agro/acompanhamento_safra.php#. YRvCalhKiUk2017. Acesso em: 04 jul. 2021.
- GONÇALVES, M. M.; SCHIEDECK, G.; SCHWENGBER, J. E. **Produção e uso de biofertilizantes em sistemas de produção de base ecológica ecológica**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2008. 20 p. (Embrapa Clima Temperado. Circular Técnica, 78).
- LAJOLO, F. M.; GENOVESE, M. I.; MENEZES, E. W. Qualidade nutricional. In: ARAÚJO, S. R.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. de O. (coord.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: POTAFÓS, 1996. 786 p. p. 22-70.
- LORINI, I.; FERREIRA, A. F.; BARBIERI, I.; DEMAMAN, N. A.; MARTINS, R. R. D. Terra de diatomáceas como alternativa no controle de pragas de milho armazenado em propriedade familiar. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, Porto Alegre, v. 2, n. 4, p. 32- 36, out./dez. 2001.
- PEREIRA, H. S.; MELO, L. C.; DI PRADO, P. R. C.; MELO, P. G. S.; FARIA, L. C. de; SOUZA, T. L. P. O. de; AGUIAR, M. S. de; CABRERA DIAZ, J. L.; ALMEIDA, V. M. de; COSTA, A. F. da; MELO, C. L. P. de; CARVALHO, H. W. L. de; PEREIRA FILHO, I. A. **Cultivares de feijão com maiores teores de ferro, zinco e proteína nos grãos**. Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2018. 10 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Comunicado Técnico, 243). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1091838> <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1091838> Acesso em: 20 out. 2021.
- PRIYADHARSHINI, J.; SERAN, T. H. Paddy husk ash as a source of potassium for growth and yield of cowpea (*Vigna unguiculata* L.). **The Journal of Agricultural Sciences**, v. 4, n. 2, p. 67-76, 2009.
- ROSOLEM, C. A. **Nutrição e adubação do feijoeiro**. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 93 p.
- RIBEIRO, N. D.; JOST, E.; CERUTTI, T.; MAZIEIRO, S. M.; POERSCH, N. L. Composição de microminerais em cultivares de feijão e aplicações para o melhoramento genético. **Bragantia**, v. 67, n. 2, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0006-87052008000200002> Acesso em: 19 maio 2021.
- SILVA, C. A.; ABREU, A. F. B.; RAMALHO, M. A. P. Associação entre arquitetura de planta e produtividade de grãos em progênies de feijoeiro de porte ereto e prostrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 12, p. 1647-1652, dez. 2009.
- TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2. ed. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 108 p.

Embrapa Clima Temperado
BR 392, Km 78, Caixa Postal 403
Pelotas, RS - CEP 96010-971
Fone: (53) 3275-8100
www.embrapa.br/clima-temperado
www.embrapa.br/fale-conosco

1ª edição
Obra digitalizada (2021)



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



Comitê Local de Publicações

Presidente

Luis Antônio Suíta de Castro

Vice-Presidente

Walkyria Bueno Scivittaro

Secretária-Executiva

Bárbara Chevallier Cosenza

Membros

Ana Luiza Barragana Viegas, Fernando

Jackson, Marilaine Schaun Pelufê,

Sonia Desimon

Revisão de texto

Bárbara Chevallier Cosenza

Normalização bibliográfica

Marilaine Schaun Pelufê

Editoração eletrônica

Fernando Jackson

Foto da capa

Gilberto Bevilaqua