



Foto: Irajá Antunes

OBJETIVOS DE  
DESENVOLVIMENTO  
SUSTENTÁVEL2 FOME ZERO  
E AGRICULTURA  
SUSTENTÁVELCOMUNICADO  
TÉCNICO

386

Pelotas, RS  
Abril, 2021

## TB 02-20: Genótipo de Feijão Comum (*Phaseolus vulgaris* L) Rico em Zinco e Ferro

Irajá Ferreira Antunes  
Gilberto A. Peripolli Bevilaqua  
Eberson Diedrich Eicholz  
José Ernani Schwengber  
Daniela Lopes Leite

# TB 02-20: Genótipo de Feijão Comum (*Phaseolus vulgaris* L) Rico em Zinco e Ferro<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Irajá Ferreira Antunes, engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS. Gilberto A. Peripolli Bevilaqua, engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS. Eberson 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. Daniela Lopes Leite, engenheira-agrônoma, doutora em Melhoramento Genético, pesquisadora da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), uma espécie pertencente à família Fabaceae (Leguminosae), tem sua origem na Mesoamérica e na América do Sul. No Brasil, tem sido registrado o seu cultivo comercial já no século XIX, passando a ocupar um lugar de destaque na mesa do povo, desde então, sendo cultivado em praticamente todos os estados da federação.

Face a sua natural diversidade e a sua consequente capacidade de adaptação aos diversos ambientes, resultou possuir um acervo de grande riqueza, ao se considerar suas características, tais como tamanho, forma, cor e brilho de suas sementes, bem como nutricionais e funcionais.

No Brasil, em combinação com arroz, constitui o prato mais popular na mesa do brasileiro, redundando, por isso, e de maneira altamente favorável, em uma combinação perfeita dos aminoácidos essenciais, visto que a ausência, ou o baixo teor, de determinados aminoácidos em uma dessas duas espécies é

compensada pela presença na outra. Isso, evidentemente, reflete a importância do feijão sob o ponto de vista nutricional.

Tal importância, transformou o feijão em objeto de salvaguarda por parte de instituições públicas, as quais passaram a desenvolver iniciativas não apenas de conservação de seu acervo genético, amplamente distribuído em todo o território do País, como também de ampliação de sua diversidade genética, por intermédio de programas de melhoramento genético.

Contemporaneamente, tem sido reconhecida a riqueza que representa a agrobiodiversidade encontrada nas distintas espécies que constituem o universo alimentar no cenário mundial. Simultaneamente, o reconhecimento por parte da comunidade internacional, concretizado por intermédio das Organização das Nações Unidas (ONU), de que há necessidade de erradicar a pobreza e a fome no mundo, promovendo uma vida digna a todos,

levou à formulação dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), compondo a “Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável”. Em seu segundo objetivo, a Agenda tem como uma de suas metas o acesso de todas as pessoas a alimentos seguros e nutritivos. Como reflexo desse reconhecimento, a busca por alimentos que possuam perfis nutricionais favoráveis tornou-se prioritária.

Sob o ponto de vista nutricional, o feijão apresenta níveis adequados de vários nutrientes essenciais ao ser humano e, por essa característica, pode ser um substituto para outras fontes, tais como a carne, quando se considera o teor de proteínas, por exemplo, o que implica em uma condição favorável para as populações de baixa renda. Além de um teor elevado de proteínas, o feijão também é fonte de outros nutrientes, como os elementos cálcio e ferro, as vitaminas do complexo B, fibras alimentares, carboidratos e diversos aminoácidos essenciais, dentre eles lisina. No intuito de diminuir a desnutrição existente em inúmeros países, em 2002 o *Consortium of International Agricultural Research Centers* (CGIAR), uma organização internacional que coordena programas de pesquisa agrícola internacionais, no intuito de reduzir a pobreza e alcançar a segurança alimentar, aprovou o projeto intitulado *Biofortification Challenge Program*, mais tarde rebatizado como *Harvest Plus*. Em suas metas, propunha a biofortificação de espécies alimentares, tornando-as de maior teor em determinados nutrientes, através de

programas de melhoramento genético. Trazida para o Brasil, essa iniciativa passou a ser coordenada pela Embrapa com a denominação de rede Bio FORT. Entre as espécies componentes do projeto, o feijão (*P. vulgaris*) foi uma das selecionadas, tendo como metas propostas a elevação dos teores de zinco (Zn) e ferro (Fe).

Ao analisar-se a produção do feijão no País, observa-se que, historicamente, tem sido elevada. Uma consulta à série histórica revela que, desde o início dos anos 1990 tem alcançado patamares próximos a 3 milhões de toneladas, anualmente, oscilando ao redor desses valores, com um máximo de 3,73 milhões de toneladas em 2010/2011 (Acompanhamento..., 2021). No ano agrícola 2019/2020, essa produção atingiu 2,92 milhões de toneladas. Sua distribuição se dá por todas as regiões do País, sendo a região Sul, tradicionalmente, a maior produtora da leguminosa.

O Rio Grande do Sul, igualmente, sempre se revelou como estado produtor, muito embora, mais recentemente, tenha apresentado redução de área e produção, principalmente pelo avanço na produção de soja, que passou a ocupar áreas tradicionalmente cultivadas com feijão. Prova disso, os números que a representam, revelam, que, de cerca de 200 mil hectares cultivados tradicionalmente com feijão, a partir dos últimos dez anos passaram a um decréscimo constante, sempre abaixo dos 100 mil hectares, atingindo em 2019/2020 a marca de 55,6 mil hectares.

Inversamente, a produtividade do feijão no Rio Grande do Sul apresenta um crescimento progressivo, pois no período 1976-1990, apenas em um dos anos, o valor alcançado superou os 800 kg/ha, ficando a produtividade em torno dos 650 kg/ha. Por sua vez, no período de 1990 a 2000, alcançou, em quatro anos, valores superiores a 800 kg/ha, sendo de 964 kg/ha em 2000/2001. Já no período 2001-2005 nunca esteve abaixo de 850 kg/ha e a partir de 2006/2007 sempre esteve acima de 1.000 kg/ha, sendo que a partir de 2012, nunca abaixo de 1.300 kg/ha, culminando com o valor de 1.829,9 kg/ha em 2017/2018. Para a safra 2020/2021, a estimativa ficou em torno de 1.461 kg/ha. Em termos de País, a produtividade superou os 1.000 kg/ha desde o ano de 2013/2014, sendo a estimativa de safra para 2020/2021 de 1.000 kg/ha.

Um dos conceitos sedimentados em relação à composição nutricional de um dado genótipo (linhagem, cultivar ou variedade crioula) é de que os teores encontrados na semente resultam da interação desse genótipo com o ambiente em que foi cultivado. Assim, ao se considerar dois diferentes genótipos e ao avaliar o teor de um dado componente, dependendo do ambiente, esse teor pode resultar na existência de interação, o que implicaria que em um dado ambiente um dos genótipos teria o maior teor, enquanto no segundo ambiente seria o inverso. Da mesma forma, a composição comparativa pode ser distinta ao se considerar a estrutura e o momento da avaliação. Assim, considerando-se

as sementes, análises realizadas em sementes cruas ou cozidas podem levar a resultados distintos.

O programa de pesquisa sobre feijão da Embrapa Clima Temperado tem como linhas base o resgate do germoplasma crioulo, com sua respectiva caracterização, e o desenvolvimento de novas cultivares. Iniciado em 1986, tem, desde então, desenvolvido inúmeras linhas, das quais algumas vieram a ser registradas como cultivares no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa). Simultaneamente, repassou, desde 1990, aos diversos segmentos que constituem o universo da agricultura familiar, inúmeros dos acessos que constituem o Banco de Germoplasma de Feijão, tendo como instrumentos as metodologias Unidades Demonstrativas, compondo o que ficou denominado como Sistema de Unidades Demonstrativas de Feijão (SUDF) e Partituras de Biodiversidade (PBio), essa última desenvolvida pela equipe de pesquisa sobre feijão da Embrapa Clima Temperado, compreendendo a uma coleção composta fundamentalmente por variedades crioulas.

Dentro desse acervo de genótipos acima mencionado, um deles, identificado no âmbito deste programa de pesquisa como TB 02-20, após a realização de avaliações agronômicas e quimiofisiológicas, resultou como altamente promissor, ao combinar excelente comportamento agrônomico e destacados teores de Zn e Fe, exatamente

aqueles perseguidos por programas de biofortificação.

O presente trabalho relata a obtenção de TB 02-02, revelando sua trajetória, desde a sua recepção via doação por técnico da agência de extensão rural do Rio Grande do Sul, até a sua avaliação em experimentos de pesquisa, bem como em cultivos agroecológicos conduzidos por agricultores, passando pela determinação de sua composição nutricional, traçando, assim, sua perspectiva como futura cultivar.

## TB 02-20: Histórico de sua identidade

A linhagem TB 02-20 teve sua origem a partir de uma doação de sementes ao programa de pesquisa sobre feijão da Embrapa Clima Temperado, de uma variedade crioula, com sementes pretas, realizada pelo técnico agrícola Vitélio Luiz Lago, agente da extensão rural, lotado no escritório municipal da Emater/RS do município de Agudo/RS, em 1999.

A variedade crioula original, sem uma denominação característica, recebeu como identificação “Feijão Agudo”, ao ser incorporada ao Banco de Germoplasma de Feijão da Embrapa Clima Temperado.

Durante o período de avaliação dos acessos constantes do banco de germoplasma, conduzida anualmente, revelou variabilidade fenotípica, o que suscitou a seleção massal de plantas que apresentavam porte ereto, boa quantidade

de vagens e bom desempenho fitossanitário, além de sementes com maior massa, constituindo-se, segundo critérios coletivos da equipe de pesquisadores, em promissora alternativa de uso por parte de agricultores voltados a cultivos de subsistência, bem como de mercado.

A partir da avaliação conduzida com as plantas resultantes da seleção, sistematizadas em experimentos constituintes das fases iniciais do programa, denominados Ensaios Preliminares Internos (EPI), em 2002, essa seleção passou a ser identificada como TB 02-20, conforme usualmente praticado no programa de pesquisa, à época com trabalho de mútua cooperação com a Embrapa Arroz e Feijão. Seguindo os passos experimentais subsequentes, nos quais se destacou, passou a compor, posteriormente, os ensaios de VCU (Valor de Cultivo e Uso), último patamar experimental de campo, necessário ao registro junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), inclusive participando da Rede Sul-Brasileira de Feijão, nos anos 2008/2009 e 2009/2010, rede essa que envolve a realização de ensaios de VCU e que congrega instituições de pesquisa que conduzem programas de melhoramento de feijão, presentes na região Sul do País, além de órgãos de pesquisa de São Paulo e Goiás.

Após o reconhecimento do desempenho favorável verificado na Rede Sul-Brasileira de Feijão, TB 02-20 passou a integrar as avaliações submetidas a comunidades de agricultores, visando

estabelecer sua capacidade de adaptação a variados sistemas de produção, tanto agroecológicos como convencionais, em distintos ambientes de cultivo.

## TB 02-20: Produtividade e comportamento fitossanitário

A submissão de TB 02-20 à avaliação em experimentos de determinação de Valor de Cultivo e Uso (VCU) no Rio Grande do Sul compreendeu o espectro dos anos 2006/2007 – 2010/2011, ou seja, de cinco anos agrícolas.

Nesse período, foram instalados nas duas épocas de semeadura de feijão no estado, sendo 19 na “safra”, correspondendo a semeaduras de primavera, e 7 na “safrinha”, correspondendo a semeaduras de verão, totalizando, assim, 26 experimentos.

Na execução desses experimentos, os genótipos testados variaram em diferentes anos, tendo-se em vista que os processos de escolha de genótipos, em programas de melhoramento, para fins avaliação visando o possível registro, são dinâmicos, e que a seleção de novos genótipos é permanente. Nesse contexto, constantemente ocorrem mudanças nos genótipos submetidos, pois aqueles que não apresentam resultados favoráveis já nas primeiras avaliações em VCUs são eliminados e substituídos por novas seleções.

O programa na Embrapa Clima Temperado tem como princípio a

compreensão acurada do comportamento de um determinado genótipo antes de providenciar o seu registro junto ao Mapa. Isso inclui, além de testes em experimentos de VCU nas mais diversas condições ambientais, também em sistemas de cultivo em uso por agricultores integrantes de instituições parceiras da Embrapa.

Em relação aos experimentos de VCU, no período 2006/2007-2010/2011 foram instalados em dez municípios, compreendendo as seguintes regionais da Emater/RS:

- Pelotas: Pelotas e Canguçu
- Santa Maria: Santa Maria, Sobradinho e Júlio de Castilhos
- Santa Rosa: São Luiz Gonzaga
- Frederico Westphalen: Frederico Westphalen e Seberi
- Ijuí: Santo Augusto
- Porto Alegre: Maquiné

A observação do desempenho de TB 02-20 revela que, frente ao das testemunhas, representadas por cultivares de grãos pretos de alto desempenho, mostrou-se bastante favorável.

Assim, dentre os 26 experimentos conduzidos, em 14 deles TB 02-20 revelou-se estatisticamente idêntica em produtividade aos melhores genótipos nos testes de comparação de médias, atingindo tais resultados em 10 dos 19 experimentos de “safra” e em 4 dos 7 de “safrinha”. Da mesma forma, revelou produtividade, em termos absolutos,

superior à da melhor testemunha em 13 dos 26 experimentos, sendo esse resultado observado em 7 dos 19 na “safra” e em 6 dos 7 de “safrinha”.

Esse último resultado revela uma tendência que pode ser traduzida como uma maior adaptação aos cultivos de verão, no Rio Grande do Sul, que se estabelecem nos meses de janeiro e fevereiro.

Em termos de potencial de produtividade, apresentou em experimento conduzido em Sobradinho, na safra de 2010/2011,  $3.617 \text{ kg ha}^{-1}$ , a maior produtividade observada em todos os experimentos conduzidos, atestando assim seu alto potencial. Na “safrinha”, época de cultivo com potencial de produção inferior àquele da “safra”, sua produtividade observada como mais elevada foi de  $2.760 \text{ kg}^{-1}$ , igualmente ao mais elevado observado nessa época de cultivo em todos os experimentos.

O comportamento de TB 02-20, em termos fitossanitários, não revelou suscetibilidade acentuada a nenhuma das doenças ocorrentes nos diversos experimentos, em que a presença de antracnose, crestamento bacteriano comum e mancha angular foram as de maior incidência, o que condiz com a ideia de que possui uma tolerância/resistência genética intrínseca.

## TB 02-20: Qualificação nutricional

O germoplasma de feijão objeto de pesquisa na Embrapa Clima Temperado tem sido submetido a análises que buscam determinar suas características nutricionais e funcionais.

Tendo como referência a busca de cultivares com teores significativamente mais elevados de ferro e zinco do que aquelas atualmente disponíveis, a serem obtidas através de programas de melhoramento genético, conforme advoga o programa internacional Harvest Plus, a Embrapa Clima Temperado, juntamente com suas instituições parceiras, como a Embrapa Agroindústria de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas e Universidade Federal do Rio Grande do Sul, realizou a respectiva análise desses elementos químicos, além de cálcio e do antioxidante astragalina.

Submetida a análises nutricionais relativas aos teores de Zn, Fe e Ca, conduzidas na Embrapa Agroindústria de Alimentos, em 2014, juntamente com outros 25 genótipos integrantes do programa de pesquisa sobre feijão da Embrapa Clima Temperado, TB 02-20 revelou o maior teor de Fe ( $85,99 \text{ mg/kg}$ ), em que o espectro dos teores variou de  $85,99$  a  $55,51 \text{ mg/kg}$ ) e o segundo maior teor de Zn ( $37,37 \text{ mg/kg}$ , em um espectro de  $39,96$  a  $25,63 \text{ mg/kg}$ ) e Ca ( $1.241,77 \text{ mg/kg}$ , em espectro de  $1.680,75$  a  $840,24 \text{ mg/kg}$ ), credenciando-se como material a ser considerado

biofortificado, dentro dos conceitos qualificatórios dessa condição.

Em uma segunda avaliação, conduzida com sementes de 14 genótipos oriundas de experimentos conduzidos nos municípios de Sobradinho e São Luiz Gonzaga, ambos no Rio Grande do Sul, em 2011/2012, TB 02-20 igualmente apresentou o maior teor de ferro em Sobradinho, ficando seu teor em torno da média dos genótipos em São Luiz Gonzaga. Quanto aos teores de zinco, esses ficaram acima da média dos genótipos em Sobradinho, onde apresentou o segundo maior valor (31,670 mg/kg) e abaixo da média em São Luiz Gonzaga.

Outra característica analisada quanto ao seu teor no germoplasma existente no programa de pesquisa foi a astragalina, que constitui-se em um flavonoide encontrado em plantas. Tem sido considerado de alto valor à saúde humana por seus efeitos benéficos como antioxidante e anti-inflamatório (Correia et al., 2006); da mesma forma, tem sido apontado como suplemento alimentar de alto significado (Beninger; Hosfield, 2003). As análises conduzidas incluíram TB 02-20 e 45 outros genótipos em trabalho realizado em 2011 (Dalpizolo, 2011) na Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Os resultados revelaram que genótipos com coloração de tegumento da semente com pigmentação não preta, em geral, possuem teores mais elevados. Entretanto, dentre os 33 genótipos testados possuidores de sementes com tegumentos pretos, apenas dois apresentaram valores maiores

do que TB 02-20, esse com um valor de 5.000 mg%.

Experiências de cocção, mediante práticas informais conduzidas por pessoas ligadas à equipe de pesquisa, mostraram que suas características organolépticas não apresentam aspectos negativos que possam colocar TB 02-20 em condições de rejeição, quando comparado com outras cultivares disponíveis no mercado.

Dessa forma, TB 02-20, além de excelente desempenho agrônomo, demonstra possuir uma excepcional composição nutricional/funcional e organoléptica, quando comparado com germoplasma de ampla variabilidade, dentre o qual cultivares registradas no Mapa para cultivo e em pleno uso em distintos ambientes.

Adicionalmente, TB 02-20 tem sido testado por agricultores que o submetem às mais variadas condições de cultivo. As observações que têm sido conduzidas levam a concluir que seu desempenho o torna promissor, inclusive em cultivos de base ecológica.

Assim, TB 02-20 está apta a ser registrada para cultivo junto ao Mapa, sugerindo que possa apresentar desempenho favorável em termos de produção sob os mais diversos sistemas, o que, associado com seu valor nutricional/funcional, representará um produto de alta confiabilidade tanto para produtores como também para consumidores.



## TB 02-20: Características

### Da planta

Cor do hipocótilo: verde com pigmentação de antocianina

Porte: ereto

Hábito de crescimento: indeterminado, Tipo II (planta ereta com pouca ramificação)

Coloração do caule: verde com leve presença de antocianina

Coloração da flor: roxa

Número médio de dias para o florescimento: 51

Número médio de dias para a colheita: 92

### Da semente (Figura 1)

Cor: preta

Forma: elíptica

Brilho: opaco

Peso de mil sementes: 280 g

### Grupo comercial

Preto



Figura 1. Sementes de TB 02-20

## Considerações finais

O entendimento de que é essencial promover mudanças nas formas de condução das atividades desempenhadas pela espécie humana, dentre elas aquelas relacionadas à agricultura, exemplarmente consolidadas nos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável – ODS, integrantes da Agenda 2030 das Nações Unidas, torna-se também essencial analisar os distintos caminhos que se oferecem para atingir as metas inclusas em cada um dos ODS.

Assim, parte desse quadro aponta para a necessidade de produzir alimentos em quantidade suficiente, com qualidade e segurança, que atendam a todos.

Estratégias elaboradas com essa finalidade em instituições internacionais estão sendo direcionadas a serem praticadas em distintos países, em especial àqueles em desenvolvimento, implicando custos muitas vezes elevados pela necessidade de estruturas de pesquisa de considerável sofisticação.

Entretanto, muitas dessas soluções procuradas, muitas vezes, podem estar disponíveis no conjunto de variedades que compõem as espécies alimentares, fruto da interação dessas populações, no caso, de plantas, com os incomensuráveis ambientes a que são submetidas.

TB 02-20, esse genótipo de feijão preto (*P. vulgaris* L.) identificado e caracterizado pelo programa de pesquisa da Embrapa Clima Temperado, é um exemplo concreto disso. Rico em elementos

químicos e substâncias com caráter funcional altamente favoráveis à espécie humana, resulta do estudo dos germoplasmas desenvolvidos por agricultores, em especial aqueles reconhecidos como “guardiões de sementes”, que os mantêm em cultivo, em permanente processo de coevolução com os ambientes a que são submetidos.

Fundamental, então, torna-se apoiar instituições que possam caracterizar esses germoplasmas, a fonte mais importante das soluções que se buscam para ampliar a resiliência dos agroecossistemas em tempos de mudanças climáticas.

TB 02-20 possui atributos que deverão preencher os requisitos necessários ao que se conceitua como uma variedade/cultivar de ampla aceitação.

Finalmente, face ao exposto, torna-se conveniente seu registro como cultivar junto ao Registro Nacional de Cultivares (RNC) no âmbito do Mapa.

## Referências

ACOMPANHAMENTO DA SAFRA BRASILEIRA [DE] GRÃOS: safra 2020/21: quinto levantamento, v. 8, n. 5, p. 1-94, fev. 2021.

BENINGER, C. W.; HOSFIELD, G. L. Antioxidant activity of extract, condensed tannins fractions, and pure flavonoids from *Phaseolus vulgaris* L. seed coat color genotypes. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, v. 51, n. 27, p. 7879-7883, Dec. 2003.

CORREIA, H.; GONZALEZ-PARAMÁS, A.; AMARAL, M. T.; SANTOS-BUELGA, C.; BATISTA, M. T. Polyphenolic profile characterization of *Agrimonia eupatoria* L. by HPLC with different detection devices. **Biomedical Chromatography**, v. 20, n. 1. p. 88-94, Jan. 2006.

DALPIZOLO, C. A. **Estudo analítico da presença de Astragalina em cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.)**. 2011. 101 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Farmácia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

### Embrapa Clima Temperado

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

### 1ª edição

Obra digitalizada (2021)

Comitê Local de Publicações  
da Embrapa Clima Temperado

Presidente

*Luis Antônio Suita de Castro*

Vice-Presidente

*Walkyria Bueno Scivittaro*

Secretária-Executiva

*Bárbara Chevallier Cosenza*

Membros

*Ana Luiza B. Viegas, Fernando Jackson,  
Marilaine Schaun Pelufé, Sonia Desimon*

Revisão de texto

*Bárbara Chevallier Cosenza*

Normalização bibliográfica

*Graciela Oliveira*

Editoração eletrônica

*Fernando Jackson*

Foto da capa

*Irajá Antunes*



MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO

