

Melhoramento de Cevada nua com elevados níveis de β -glucana e seus benefícios na redução do colesterol



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Trigo
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

DOCUMENTOS 191

Melhoramento de Cevada nua com
elevados níveis de β -glucana e seus
benefícios na redução do colesterol

Valeria Carpentieri-Pipolo
Euclides Minella
Leniza Januário Ludwig Vareschi
Maria Victoria Eiras Grossmann

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Trigo
Rodovia BR 285, km 294
Caixa Postal 3081
Telefone: (54) 3316-5800
Fax: (54) 3316-5802
99050-970 Passo Fundo, RS
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações
da Embrapa Trigo

Presidente
Gilberto Rocca da Cunha

Vice-Presidente
Luiz Eichelberger

Secretária
Marialba Osorski dos Santos

Membros
Alberto Luiz Marsaro Júnior, Alfredo do Nascimento Junior, Ana Lídia Variani Bonato, Elene Yamazaki Lau, Fabiano Daniel De Bona, Gisele Abigail Montan Torres, Maria Imaculada Pontes Moreira Lima

Normalização bibliográfica
Rochelle Martins Alvorcem (CRB 10/1810)

Tratamento das ilustrações e editoração
eletrônica
Márcia Barrocas Moreira Pimentel

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Fotos da capa
Cevada grãos: Abramo José Favaretto; Cevada campo: Paulo Odilon Kurtz

1ª edição
Publicação digital – PDF (2021)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Trigo

Melhoramento de Cevada nua com elevados níveis de β -glucana e seus benefícios na redução do colesterol. / por Valeria Carpentieri-Pípolo... [et al.]. – Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2021.
PDF (22 p.) : il. color. - (Embrapa Trigo. Documentos Online, 191).

ISSN 1518-6512

1. Cevada. 2. Cevada nua. 3. Produção. 4. Cereal. 5. Cultivo. I. Carpentieri-Pípolo, Valeria. II. Embrapa Trigo. III. Série.

CDD (21. ed.) 633.160981

Autores

Valeria Carpentieri-Pipolo

Engenheira-agrônoma, doutora em Agronomia, pesquisadora da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS.

Euclides Minella

Engenheiro-agrônomo, Ph.D. em Melhoramento de Plantas, pesquisador aposentado da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS.

Leniza Januário Ludwig Vareschi

Farmacêutica bioquímica, doutora em Ciência de Alimentos.

Maria Victoria Eiras Grossmann

Química, doutora em Ciência de Alimentos, professora da Universidade Estadual de Londrina, Londrina , PR.

Apresentação

O mercado de alimentos no Brasil e no mundo é influenciado pelo aumento do poder de compra da população, escolaridade, modificação da estrutura das famílias, envelhecimento da população, entre outros fatores, o que modifica a percepção, as preferências e as escolhas dos alimentos a serem consumidos.

Nesse contexto, cresce de importância a demanda por alimentos ou ingredientes funcionais, que além da nutrição, proporcionam benefícios adicionais a saúde

A cultura da cevada tem sido utilizada no Brasil, basicamente como matéria prima para a indústria cervejeira. Por outro lado, existe grande potencial a ser explorado que é a utilização da cevada como alimento funcional, pois é rica em β -glucanas, ingrediente que proporciona grandes benefícios à saúde humana.

Buscando alternativas para fortalecer a cadeia produtiva da cevada, a Embrapa Trigo vem desenvolvendo pesquisas de melhoramento genético e avaliação da qualidade nutricional do cereal, como fonte de ingredientes bioativos, valiosos para alimentação humana.

Esta publicação apresenta resultados de pesquisa e difusão de informações para incentivar iniciativas em pesquisa e desenvolvimento da qualidade de cevada nua, buscando reconhecimento do cereal como ingrediente para produção de alimentos funcionais alimentação humana.

Oswaldo Vasconcellos Vieira
Chefe-Geral da Embrapa Trigo

Sumário

Introdução.....	9
O que é cevada nua?	10
Qual a utilidade?.....	11
Por que nua?.....	11
Qual a origem da cevada nua?	12
Por que a cevada nua foi esquecida?	12
Por que existe um retorno ao interesse na produção da cevada nua?	12
Pesquisas da Embrapa Trigo para a inovação e produção de cevada nua	14
Considerações finais	19
Referências	19

Introdução

A cevada (*Hordeum vulgare* L.) foi uma das primeiras plantas domesticadas pelo homem, originalmente para a alimentação humana. Em virtude de sua ampla adaptação ecológica, da utilidade como alimento humano e animal e da superioridade do seu malte para uso em cerveja, a cevada vem se mantendo entre os grãos mais produzidos desde os primórdios da agricultura. É o quarto cereal mais importante e mais produzido no mundo depois do trigo, do milho e do arroz. A cevada é cultivada em cerca de 70 milhões de hectares e sua produção global é de 160 milhões toneladas. É um cereal de versátil utilização, a principal forma de utilização é como forragem para animais, a segunda maior forma de utilização, cerca de 13% do total produzido no mundo, é para malte de cerveja e destilados e a terceira forma de utilização, cerca de 2%, é como alimento para consumo humano (FAO, 2020).

Desde a domesticação, a cevada vem sendo cultivada nas mais diversas condições ambientais e em diferentes sistemas de produção e usos do grão. Como resultado, ampla variabilidade de tipos e formas foi acumulada, a qual, o melhoramento genético da cevada tem explorado com sucesso na obtenção de cultivares com maior potencial produtivo, resistentes á pragas e doenças, tolerantes á estresses ambientais e com superioridade na qualidade de grãos dependendo da finalidade de uso. Para cada finalidade de utilização existem características a serem observadas no processo de seleção de plantas em um programa de melhoramento, particularmente na cevada, a aderência da casca à cariopse dos grãos e o conteúdo de β -glucanas são características importantes a serem observadas nas várias formas de utilização dos grãos.

A cevada é uma excelente fonte de fibra alimentar, no entanto, tradicionalmente, a cevada não tem sido utilizada na produção de produtos de panificação devido à baixa qualidade do glúten nos grãos, o que resulta em pobre poder de panificação e baixa qualidade sensorial (Bhatty, 1999). No entanto, nos últimos anos muitos estudos mostraram que o consumo de cevada está associado redução dos níveis de colesterol sérico e da glicose pós prandial (Bourdon, et al., 1999; Cavallero et al., 2002; Behall et al., 2004; Newman; Newman, et al., 2005) e são as β -glucanas presentes nas fibras solúveis da cevada, os compostos funcionais responsáveis por esses benefícios a saúde humana (Rey et al., 2009).

Nas últimas décadas, o aumento da prevalência de doenças cardiovasculares, diabetes, câncer e obesidade, elevou na população, a conscientização sobre as ligações entre nutrição e saúde. A globalização trouxe uma maior exposição às tendências e produtos globais o que resultou, principalmente na população de maior poder aquisitivo, uma grande demanda por alimentos, que além de fornecer os nutrientes indispensáveis ao organismo, proporcionem benefícios adicionais à saúde, atualmente conhecidos como ingredientes ou alimentos funcionais. Os alimentos funcionais contêm substâncias com atividade biológica, e são capazes de prevenir doenças e promover a saúde. Atualmente os alimentos funcionais adquiriram um importante papel na área de novos produtos. O Brasil apresenta um grande potencial mercadológico na área de alimentos não somente pelo tamanho da população mas também pelo fato que a maioria da classe média é jovem (55%) com alto e constante potencial de consumo. O mercado internacional de alimentos e ingredientes funcionais movimentava atualmente cerca de U\$ 188 bilhões, onde as fibras alimentares respondem por 40%. Nesse contexto, devido aos valiosos compostos bioativos, a facilidade de retirada da casca e consumo direto, o interesse no uso da cevada nua como alimento tem sido crescente.

O objetivo deste documento é apresentar as avaliações preliminares de linhagens de cevada nua, ricas em β -glucanas, desenvolvidas pelo programa de melhoramento da Embrapa Trigo como forma de contribuir para ações de pesquisa e desenvolvimento voltados para o estabelecimento da cadeia produtiva da cevada nua como ingrediente na produção de alimentos e ingredientes funcionais para alimentação humana.

O que é cevada nua?

A cevada nua (*Hordeum vulgare* var. *nudum*) é uma variação genética resultante da seleção direcional para consumo humano, que permite a remoção mais fácil da casca, comparado às variedades tradicionais e cultivares melhoradas para a indústria de malte, que possuem grãos com cariopse cobertas onde a casca é fortemente aderida ao grão.

Qual a utilidade?

A cevada nua, no processo de limpeza e debulha, solta facilmente as brácteas florais (semelhante ao trigo) e dispensa o processamento para remoção da casca, sendo ideal para consumo direto. A cevada coberta, após a colheita, deve ser processada para remoção das brácteas florais antes do consumo.

Por que nua?

A característica dos grãos com cariopse nua é um mutante recessivo controlado por um único locus (*nud* referente a *nudun*) localizado no cromossomo 7H que determina a liberação das brácteas florais (lema mais externa e a pálea, mais interna, aderida a cariopse do grão). O alelo que determina grãos com cariopse coberta (*Nud*) é dominante sobre cariopse nua (*nud*) (Taketa et al., 2008; Gerasimova et al., 2020). Na cevada coberta, as brácteas florais (lema e a pálea) são fortemente aderidas aos grãos e permanecem até a maturação (Figura 1).

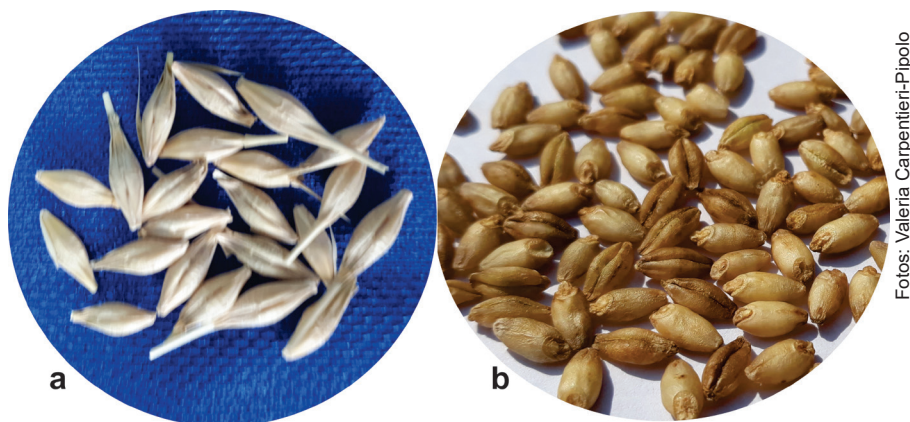


Figura 1. Morfologia de grãos de cevada de variedades coberta *Nud* e nua *nud*. Cariopse madura de cevada coberta (a), e cevada nua (b).

A casca é responsável por aproximadamente 10-13% do peso total dos grãos de cevada (Rey et al., 2009). A casca é constituída principalmente de celulose, lignina e sílica (Newman e Newman 2008). Portanto, como resultado do alelo *nud*, a cevada nua geralmente contém maior níveis de proteína, amido

e β -glucana total solúvel do que cevada de grãos cobertos (Bhatty, 1999; Newman; Newman 2005).

Qual a origem da cevada nua?

Estudos genéticos revelaram que a característica é resultado de mutação natural e foi selecionada pelo homem para alimentação, há 8.000 atrás, no antigo “Crescente fértil”, região que hoje abrange Irã, Israel, Jordânia, Síria, Turquia e Iraque (Harlan, 1979).

Por que a cevada nua foi esquecida?

O declínio da popularidade da cevada nua deu-se após a popularização do trigo (*Triticum aestivum* L.) que teve preferência para o fabrico do pão. O cultivo da cevada ficou restrito à alimentação animal e produção de malte, pois a presença das brácteas (glumas, lema e pálea) que protegem o embrião e promovem a manutenção do poder germinativo do grão (utilizado como semente na pós-colheita), garantia uma maior porcentagem de germinação. Assim, o cultivo da cevada de grãos cobertos teve preferência ao cultivo da cevada nua.

Por que existe um retorno ao interesse na produção da cevada nua?

O interesse no uso da cevada nua é devido às altas concentrações de β -glucanas, importante ingrediente funcional. Os benefícios, para a saúde, das β -glucanas da cevada incluem a redução dos níveis do colesterol no plasma e a absorção da glicose, com conseqüente redução da glicemia pós-prandial, contribuindo no controle de doenças cardíacas e diabetes tipo 2. Por serem constituintes de fibras solúveis, são altamente viscosas, retardam o esvaziamento gástrico, aumentam a saciedade e, portanto, auxiliam no controle de peso. Adicionalmente, contribuem para o aumento da microflora intestinal benéfica, possuem propriedades antioxidantes e ativadoras do sistema imunológico no combate de doenças infecciosas, patologias

inflamatórias e alguns tipos de câncer (Food..., 2020; EFSA..., 2011; Tosh, 2013; Fadel et al., 2018; Calinoiu; Vodnar, 2018).

As β -glucanas são polissacarídeos não amiláceos compostos por unidades alternadas de glicose (1-4;1-3), são o principal constituinte (75%) da parede das células do endosperma que juntamente com as arabinoxylanases e proteínas perfazem os demais 25% (Henry, 1987).

A indústria alimentícia em geral tem preferência para variedades nuas, pois além da facilidade na debulha, contém geralmente maiores concentrações de β -glucana que as variedades de grãos cobertos. Similarmente, a indústria de ração animal prefere as variedades nuas por fornecerem maior energia digestível do grão (Bhatty, 1999).

Na alimentação humana, a cevada tem um grande potencial para a utilização como ingrediente em diversos produtos como malte para bebidas alcoólicas, em preparos de bebidas quentes, como substituto parcial ou total de cereais como trigo, aveia, arroz e milho em farinhas para produtos de panificação, biscoitos e macarrão. Os grãos cozidos também podem ser utilizados para preparo de saladas, sopas e risotos e os grãos expandidos têm utilização na composição de cereais matinais e suplementos. Na indústria alimentícia, as β -glucanas desempenham um importante papel como componente formador de gel (espessante não calórico e estabilizador de emulsão) e substituto da gordura em alimentos processados além de aumentar a estabilidade e a vida útil dos produtos alimentícios (Taketa et al., 2008).

No Brasil, diferentemente de outros países, devido a alternativas mais vantajosas de alimentação animal, a malteação tem sido a principal aplicação econômica da cevada. Em média, 75% do volume da cevada produzida anualmente é aproveitado na fabricação de malte e 95% deste é destinado para fins cervejeiros. A cevada constitui uma opção como cultura de inverno, é o primeiro cereal a ser colhido nas lavouras de inverno, permitindo a liberação antecipada da área para os cultivos de verão (De Mori; Minella, 2012).

As cultivares comerciais disponíveis no mercado foram desenvolvidas em resposta às necessidades da indústria de malte cervejeiro, possuem grãos cobertos, teor de proteína entre 10,5% e 12,5%, alta atividade enzimática, rendimento de extrato superior a 80,5% e baixos teores de β -glucana. No processo de

malteação, as β -glucanas são indesejáveis porque aumentam a viscosidade e reduzem o rendimento do mosto causando a obstrução dos filtros, além de resultarem em possível turvação da cerveja e se não forem totalmente hidrolisadas, valores acima 100 mg L^{-1} , as β -glucanas também podem impedir a atividade de outras enzimas por formarem uma barreira para as enzimas hidrolíticas que degradam o amido e a proteína dos grãos, produzindo uma modificação irregular do endosperma, o que resulta em um processamento menos eficiente (Brouwer et al., 2016).

A comercialização nacional da cevada é regida por uma legislação específica denominada Norma de Identidade e Qualidade de Cevada, a qual norteia os parâmetros de identidade e qualidade do produto para a produção de malte (Brasil, 1996). Baseia-se no destino dos grãos para a indústria cervejeira, sem levar em consideração a qualidade nutricional e benefícios adicionais à saúde.

Por outro lado nos Estados Unidos (EUA) e na Comunidade Econômica Européia (EU), a cevada é reconhecida e registrada como alimento funcional, desde 2005, pelo Food and Drug Administration (FDA) e em 2009 pelo European Food Safety Authority (EFSA) respectivamente. O valor nutricional e terapêutico dos grãos da cevada foram reconhecidos pelos FDA e EFSA que tornaram público a existência de uma relação de causa e efeito entre o consumo de β -glucanas de cevada e a diminuição do risco de doenças coronárias, bem como sustentam a publicação de que o consumo regular de β -glucanas de cevada contribui para a manutenção das concentrações normais de colesterol no sangue e recomendam a ingestão de uma quantidade de pelo menos 3 g/dia.

Pesquisas da Embrapa Trigo para a inovação e produção de cevada nua

O programa de melhoramento de cevada da Embrapa Trigo devolveu nos últimos 40 anos mais de 30 cultivares de cevada para a indústria de malte cervejeira, com predominância de cultivares com duas fileiras, grãos amarelos e cobertos. Paralelamente, a Embrapa Trigo vem trabalhando no desenvolvimento de cultivares de cevada nua para atender a indústria de alimentos, isto

é, com características especiais relacionadas à qualidade nutricional como: com alto teor de β -glucanas, cariopses nuas de fácil limpeza e processamento, alto teor de proteína, grãos grandes e arredondados, ricos em vitaminas e antioxidantes.

Visando avaliar a qualidade nutricional dos grãos de cevada, um experimento foi conduzido na safra 2015 em Passo Fundo (RS).

Três cultivares comerciais de cevada (cariopse coberta), recomendadas para indústria cervejeira (BRS Brau, BRS Cauê e BRS Elis) (Embrapa..., 2019) e quatro linhagens de cevada nua do programa de melhoramento de cevada da Embrapa Trigo, foram avaliadas neste estudo. Os experimentos de campo foram conduzidos durante o inverno de 2015, em Passo Fundo (RS). As cultivares comerciais de cevada foram avaliados no delineamento de blocos inteiramente casualizados com três repetições.

A área das unidades experimentais foi constituída por 10 linhas de 5m de comprimento e espaçadas em 17 cm. A área útil das unidades experimentais, onde se procedeu à colheita final de grãos, constituiu-se das sete linhas centrais, descartando-se 0,5 m em cada extremidade das linhas. Retirou-se uma amostra de 20 g de grãos, a partir da massa total de grãos obtida em cada unidade experimental, para determinação do teor de proteína e β -glucanas no grão. O tamanho da área experimental, tamanho da área útil das parcelas e forma de amostragem de grãos para avaliação de qualidade dos grãos das linhagens foi semelhante ao utilizado para a avaliação das cultivares. Devido ao número limitado de sementes, as linhagens foram cultivadas em uma única repetição.

As avaliações de qualidade dos grãos foram realizadas no Laboratório de Qualidade do Programa de Pós-Graduação em Ciências de Alimentos da Universidade Estadual de Londrina (UEL), Londrina (PR), como resultado da parceria da UEL com a Embrapa Trigo. A metodologia de avaliação da qualidade dos grãos é descrita em detalhes em Ludwig et al. (2019).

A proteína total (nitrogênio total \times 6,25) foi determinada pelo método convencional Kjeldahl, de acordo com os Métodos Oficiais de Análise padrão da Association of Official Analytical Chemists (Association..., 1995). A determinação do nitrogênio em grãos de cevada foi feita pelo método Kjeldahl

(Association..., 1995). As amostras foram analisadas em duas repetições e os resultados em base seca foram expressos em porcentagem.

As concentrações de β -glucana foram determinadas usando Kits de ensaio Megazyme (Megazyme International Ireland Ltd Wicklow, Irlanda) de acordo com os métodos aprovados pela American Association of Cereal Chemists (American..., 1999). O teor de umidade de todas as amostras foi determinado com um analisador de umidade Precisa HA60 IR (Precisa Instruments, Diekinton, Alemanha). Os dados foram relatados com base na porcentagem (%) do peso seco (g/g) e são resultado da média de seis repetições.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias dos dados foram comparados pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Na Tabela 1 são apresentadas as médias dos dados de temperatura e a precipitação acumulada nos meses de desenvolvimento da cultura, no experimento.

Tabela 1. Médias de temperaturas e precipitação em Passo Fundo (RS), no período de cultivo do experimento de cevada, safra 2015.

Localidade	Temperatura Máxima (°C)	Temperatura Mínima (°C)	Temperatura Média (°C)	Precipitação (mm)
Passo Fundo (RS)	21,1	11,4	15,4	948,7

Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia – INMET (Instituto...,2020)

Na Tabela 2 estão descritas as médias da concentração de β -glucana (%), teor de proteína (%), peso de mil grãos (g) e peso hectolítrico (kg.hL^{-1}) de quatro linhagens nuas do Programa de Melhoramento Genético de Cevada da Embrapa.

A comparação entre as médias da concentração de β -glucana e do teor de proteína das quatro linhagens de cevada nua, com os valores médios das cultivares comerciais de cevada cervejeira (grãos cobertos), BRS Brau, BRS Elis e BRS Cauê, cultivadas em Passo Fundo (RS), na safra 2015, está apresentada na Figura 2.

Tabela 2. Concentração de β -glucana (% , g/g), teor de proteína (% , g/g), peso de mil grãos (g) e peso hectolétrico (kg hL⁻¹) em quatro linhagens de cevada cultivadas em Passo Fundo (RS), na safra 2015.

Linhagens	β -glucana (%)†	Proteína (%)†	PMG (g)	PH (kg hL ⁻¹)
PFC149857	4,8	11,1	41,0	75,6
PFC149858	4,7	11,4	41,2	76,4
PFC149846	4,7	11,6	41,3	75,2
PFC149859	4,6	11,4	42,3	75,2
Média	4,7	11,4	41,4	75,6

†% , g/g do peso seco

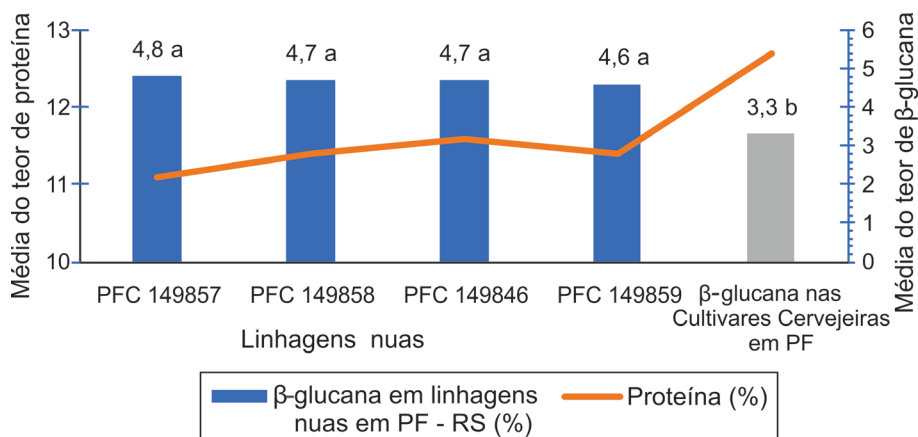


Figura 2. Médias da concentração de β -glucana (%) e do teor de proteína (%) em grãos de cevada cultivada em Passo Fundo (RS), na safra 2015. Valores sobre as barras azuis são médias da concentração de β -glucana de linhagens de cevada nua, valor sobre a barra cinza é a média das cultivares cervejeiras. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Como pode ser observado na Tabela 1, a safra 2015 em Passo Fundo foi extremamente chuvosa, com excesso de chuva nas fases de maturação e colheita, o que acarretou em perdas de produtividade de cerca de 30% em lavouras do Rio Grande do Sul. O excesso de chuvas foi atribuído ao efeito climático do El Niño (Embrapa, 2015).

As linhagens nuas apresentaram concentrações de β -glucana 30% superiores aos valores observados nas cultivares cervejeiras. Os valores médios para teores de proteína nas linhagens nuas (11,4%) foram inferiores aos valores das cultivares cervejeiras (12,7%) (Figura 2).

Vários autores relatam que o conteúdo de β -glucana pode variar dependendo do ambiente de cultivo. Condições de estresse por alta umidade no início do enchimento de grãos resulta na diminuição do teor de β -glucana. Ao contrário, o cultivo em ambientes secos e quentes favorece o acúmulo de β -glucana no endosperma do grão (Ehrenbergerová et al., 2008; Savin; Nicolas, 1996; Savin et al., 1997; Xue et al., 1991; 1997; Rey et al., 2009; Choi et al.; 2020). Para assegurar atender as especificações da indústria processadora, o cultivo de cevada alimento deve ser realizado em regiões de baixa precipitação.

Embora as condições críticas do clima, durante o período de condução do experimento, possam ter afetado negativamente a composição dos grãos, os conteúdos de β -glucana e de teor de proteína das linhagens nuas foram semelhantes aos valores relatados para as cultivares registradas em outros países, onde a cevada é reconhecida como alimento funcional (Choi et al., 2020). As cultivares de cevada, com amido normal (cobertas e nuas), registradas nos EUA e Canadá apresentam teores de β -glucana que variam de 2 (% g/g) a 7 (% g/g) com valores médios de 4 (% g/g) (Ehrenbergerová et al., 2008; Choi et al., 2020).

As diferenças nos níveis de β -glucana de cevada têm sido atribuídas ao genótipo e às condições ambientais, sendo que altas concentrações de β -glucana são favorecidas por ambientes secos e quentes. Neste aspecto o cerrado brasileiro se destaca como potencial ambiente para exploração da cevada como alimento funcional.

Genótipos de cevada nua foram avaliados sob irrigação no cerrado pela Embrapa com excelentes resultados de qualidade de grãos. Os níveis de proteína variaram de 14% a 20%, com rendimentos de grãos superiores a 3.500 kg ha⁻¹ (Monteiro et al., 2018; Sayd et al., 2018).

Além dos fatores climáticos e da genética da cultivar, a época da semeadura, o manejo da cultura como a adubação, e o controle de pragas e doenças são determinantes na composição dos grãos de cevada (Reunião..., 2019).

Portanto, ressalta-se a importância do agricultor seguir as recomendações técnicas a fim de obter grãos de cevada com concentrações apropriadas de β -glucana visando atender as diretrizes do mercador consumidor e da indústria alimentícia.

Considerações Finais

A cevada tem um grande potencial para a utilização como ingrediente em ampla gama de alimentos, como substituto parcial ou total de cereais como trigo, aveia, arroz e milho, em farinhas por meio do uso direto ou incorporação de novos produtos de cevada. A qualidade diferencial do valor funcional da β -glucana é uma característica valiosa para agregar valor aos produtos no mercado de cevada.

Para a consolidação do mercado e da cadeia produtiva deste cereal é fundamental a regulamentação da cevada como alimento funcional e a rotulagem adequada, isto é, com a descrição da cevada como fonte rica em fibras e β -glucanas. Em adição, é necessário que a cevada tenha um direcionamento a nichos de mercado com demanda crescente como: alimentos orgânicos, vitamínicos e bioestimulantes. Tais medidas poderão alavancar a indústria de alimentos gerando fonte adicional de renda aos agricultores.

Referências

AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTRY. Approved methods of analysis. Method 32-23.01. **Beta-glucan content of barley and oats – rapid enzymatic**. 11th ed. St. Paul: AACC, 1999.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. Washington: AOAC, 1995.

BEHALL, K. M.; SCHOLFIELD, D. J.; HALLFRISCH, J. Diets containing barley significantly reduce lipids in mildly hypercholesterolemic men and women. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 80, n. 5, p. 1185–1193, nov. 2004. DOI 10.1093/ajcn/80.5.1185.

BHATTY, R. S. The potential of hull-less barley. **Cereal Chemistry**, v. 76, n. 5, p. 589–599, Sept./Oct. 1999. DOI 10.1094/CCHEM.1999.76.5.589.

BOURDON, I.; YOKOYAMA, W.; DAVIS, P.; HUDSON, C.; BACKUS, R.; RICHTER, D. Postprandial lipid, glucose, insulin and cholecystokinin responses in men fed barley pasta enriched with beta-glucan. **American Journal of Clinical Nutrition** v. 69, n. 1, p. 55–63, Jan. 1999. DOI 0.1093/ajcn/69.1.55.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Abastecimento. Portaria nº 691, de 22 de novembro de 1996. Aprova a norma de identidade e qualidade da cevada, para comercialização interna. **Diário Oficial da União**, seção 1, n. 228, p. 20-21, nov. 1996. Disponível em: http://www.codapar.pr.gov.br/arquivos/File/pdf/cevadaindus691_96.pdf Acesso em: 5 set. 2020.

BROUWER, B. O.; SCHWARZ, P. B.; BARR, J. M.; HAYES, P. M.; MURPHY, K. M.; JONES, S. S. Evaluating barley for the emerging craft malting industry in western Washington. **Agronomy Journal**, v. 108, n. 3, p. 939–949, May/June 2016. DOI 10.2134/agronj2015.0385.

CALINOIU, L. F.; VODNAR, D. C. Whole grains and phenolic acids: a review on bioactivity, functionality, health benefits and bioavailability. **Nutrients**, v. 10, n. 11, p. 1615, Nov. 2018. DOI 10.3390/nu10111615.

CAVALLERO, A.; EMPILLI, S.; BRIGHENTI, F.; STANCA, A. M. High (1-3,1-4) β -glucan barley fractions in bread making and their effects on human glycemic response. **Journal of Cereal Science**, v. 36, n. 1, p. 59-66, July 2002. DOI 10.1006/jcsc.2002.0454.

CHOI H.; ESSER, A.; MURPHY K.M. Genotype \times environment interaction and stability of β -glucan content in barley in the Palouse region of eastern Washington, **Crop Science**, v. 60, n. 5, p. 2500–2510, Sept./Oct. 2020. DOI 10.1002/csc2.20181.

DE MORI, C.; MINELLA, E. **Aspectos econômicos e conjunturais da cultura da cevada**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2012. 28 p. html. (Embrapa Trigo. Documentos Online, 139). Disponível em: http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do139.htm. Acesso em: 5 de agosto 2020.

EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA). Scientific opinion on the substantiation of health claims related to β -glucans from oats and barley and maintenance of normal blood LDL-cholesterol concentrations (ID 1236, 1299), increase in satiety leading to a reduction in energy intake (ID 851, 852), reduction of post-prandial glycemic responses (ID 821, 824), and “digestive function” (ID 850) pursuant to Article 13(1) of Regulation (EC) No 1924/2006. **EFSA Journal**, v. 9, n. 6, June 2011. DOI 10.2903/j.efsa.2011.2207.

EHRENBERGEROVÁ, J.; BELCREDI, N. B.; PSOTA, V.; HRSTKOVÁ, P.; CERKAL, R.; NEWMAN, C. W. Changes caused by genotype and environmental conditions in β -glucan content of spring barley for dietetically beneficial human nutrition. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 63, article 111, p. 111–117, 2008. DOI 10.1007/s11130-008-0079-7.

EMBRAPA TRIGO. **Impactos da variabilidade climática extrema na safra de trigo de 2015 no Sul do Brasil**. Passo Fundo, RS: Embrapa Trigo, 2015. (Embrapa Trigo. Nota Técnica, 1). Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/1355291/1729833/NT-Trigo+e+anomalias+climaticas-safra+2015.pdf/158b138c-0917-4169-90ce-3e834858ed24>. Acesso em: 9 set. 2020.

EMBRAPA. **Cultivares de cevada da Embrapa**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/cultivar/cevada>. Acesso em: 3 Ago. 2019.

FADEL, A.; MAHMOUD, A. M.; ASHWORTH, J. J.; LI, W.; NG, Y. L.; PLUNKETT, A. Health-related effects and improving extractability of cereal arabinoxylans. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 109, p. 819-831, April 2018. DOI 10.1016/j.ijbiomac.2017.11.055.

FAO. **FAO Statistical Programme of Work 2020–2021**. Rome: FAO, 2020. DOI 10.4060/ca9734en. Disponível em: <http://www.fao.org/3/ca9734en/CA9734EN.pdf> Acesso em: 10 set. 2020.

FOOD AND DRUG ADMINISTRATION. **Guidance documents & regulatory information by topic (food and dietary supplements)**. Disponível em: <https://www.fda.gov/food/guidance-regulation-food-and-dietary-supplements/guidance-documents-regulatory-information-topic-food-and-dietary-supplements>. Acesso em: 1 out. 2020.

GERASIMOVA, S. V.; HERTIG, C.; KOROTKOVA, A. M.; KOLOSOVSKAYA, E. V.; OTTO, I.; HIEKEL, S.; KOCHETOV, A. V.; KHLESTKINA, E. K.; KUMLEHN, J. Conversion of hulled into naked barley by Cas endonuclease-mediated knockout of the NUD gene. **BMC Plant Biology**, v. 20, Suppl 1, article 255, Oct. 2020. DOI 10.1186/s12870-020-02454-9.

HARLAN, J. R. On the origin of barley. In: UNITED STATES OF AMERICA. *United States Department of Agriculture. Barley: origin, botany, culture, winter hardiness, genetics, utilization, pests*. Washington: USDA, 1979. p. 9-31. Disponível em: <https://naldc.nal.usda.gov/download/CAT79716376/PDF> Acesso em: 10 set. 2020.

HENRY, R. J. Pentosan and (1 \rightarrow 3), (1 \rightarrow 4)- β -glucan concentrations in endosperm and wholegrain of wheat, barley, oats and rye. **Journal of Cereal Science**, v. 6, n. 3, p. 253-258, Nov. 1987. DOI 10.1016/S0733-5210(87)80062-0.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Clima**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br>. Acesso em: 5 set. 2020.

LUDWIG, L.; CARPENTIERI-PIPOLO, V.; LOPES, K. B. A.; MINELLA, E.; BELEIA, A. del P.; GROSSMANN, M. V. E. Comparação e avaliação da qualidade de cevadas brasileiras nuas e cervejeiras para aplicações em indústria de alimentos. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 14, n. 4, e6942, 2019. DOI 10.5039/agraria.v14i4a6942.

MONTEIRO, V. A.; AMABILE, R. F.; SPEHAR, C. R.; FALEIRO, F. G.; VIEIRA, E. A.; PEIXOTO, J. R.; RIBEIRO JUNIOR, W. Q.; MONTALVÃO, A. P. L. Genetic parameters and morpho-agronomic characterization of barley in the Brazilian Savannah **Journal of the Institute of Brewing**, v. 124, n. 2, p. 121-131, March 2018. DOI 10.1002/jib.484.

NEWMAN, C. W., NEWMAN, R. K., Hulless barley for food and feed. In: ABDEL-AAL, E.; WOOD, P. (Ed.). **Specialty grains for food and feed**. Minnesota : American Association of Cereal Chemists, 2005. p. 167-202. DOI 10.1002/9780470369333.

REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE CEVADA, 32., 2019, Passo Fundo. **Indicações técnicas para a produção de cevada cervejeira nas safras 2019 e 2020**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2019. 116 p. (Embrapa Trigo. Sistemas de produção, 10). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/205744/1/ID44787-2019SP10RNPC32indicacoes.pdf>. Acesso em: 1 out. 2020.

REY, J. I.; HAYES, P. M.; PETRIE, S. E.; COREY, A.; FLOWERS, M.; OHM, J. B.; ONG, C.; RHINHART, K.; ROSS, A. S. Production of dryland barley for human food: quality and agronomic performance. **Crop Science**, v. 49, n. 1, p. 347-355, 2009. DOI 10.2135/cropsci2008.03.0184.

SAVIN, R.; NICOLAS M. E. Effects of short periods of drought and high temperature on grain growth and starch accumulation of two malting barley cultivars. **Australian Journal of Plant Physiology**, v. 23, n. 2, p. 201-210, 1996. DOI 10.1071/PP9960201.

SAVIN, R.; STONE P. J.; NICOLAS, M. E.; WARDLAW, I. F. Grain growth and malting quality barley. 1. Effects of heat stress and moderately high temperature. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 48, n. 5, p. 615–624, 1997. DOI 10.1071/A96064

SAYD, R. M.; AMABILE, R., F.; FALEIRO, F. G.; MONTALVÃO, A. P. L.; BRIGE, F., A., A.; SANTOS, F., M., S.; SALA, P., I., L. Genetic parameters and agronomic characterization of hullless barley accessions under irrigation in the savanna. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, 2018; v. 13, n. 3, e5567. DOI 10.4025/actasciagron.v41i1.42630

TAKETA, S.; AMANO, S.; TSUJINO, Y.; SATO, T.; SAISHO, D.; KAKEDA, K.; NOMURA, M.; SUZUKI, T.; MATSUMOTO, T.; SATO, K.; KANAMORI, H.; KAWASAKI, S.; TAKEDA, K. Barley grain with adhering hulls is controlled by an ERF family transcription factor gene regulating a lipid biosynthesis pathway. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 105, n. 10, p. 4062–4067, March 2008. DOI 10.1073/pnas.0711034105.

TOSH, S. M. Review of human studies investigating the post-prandial blood-glucose lowering ability of oat and barley food products. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 67, n. 4, p. 310–317, April 2013. DOI 1038/ejcn.2013.25.

XUE, Q.; WANG, L.; NEWMAN, R. K.; NEWMAN, C. W.; GRAHAM, H. Influence of the hullless, waxy starch and short-awn genes on the composition of barleys. **Journal of Cereal Science**, v. 26, n. 2, p. 251–257, 1997. DOI 10.1006/jcsc.1996.0114 Get rights and content

XUE, Q.; NEWMAN, R. K.; NEWMAN, C. W.; MCGUIRE, C. F. Waxy gene effects on B-glucan, dietary fiber content and viscosity of barleys. **Cereal Research Communications**, v. 19, n. 4, p. 399–404, 1991. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/23784283> Acesso em: 5 set. 2020.

Embrapa

Trigo

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL