

## Atributos físicos e fisiológicos de trigo sob ionização

Fabiula de Lima Piovesan<sup>1\*</sup>; Norma Schlickmann Lazaretti<sup>1</sup>; Valmeron Martins<sup>2</sup> (Inventor PI 0703557-8 A2); Marcos Roberto de Oliveira<sup>3</sup> (Colaborador).

<sup>1</sup> Curso de Agronomia, Centro Universitário Assis Gurgacz (FAG), Cascavel, Paraná.

<sup>1\*</sup> fabiuladlpiovesan@gmail.com

<sup>2</sup> Saúde Plena - MHR Ecoturb®, Ijuí, Rio Grande do Sul.

<sup>3</sup> M. R. Technology, União da Vitória, Paraná.

**Resumo:** A cultura do trigo (*Triticum aestivum* L.) é de grande importância alimentar e econômica no mercado nacional e mundial. O processo de irradiação na pulsação normal da energia elétrica utilizada (CA ou CC), proposto pelo GEL BIOMAGNÉTICO Tecnologia MHR Magnetohidroressonante® combina a entrega de ionização (não-ionizante) na semente e adubo, com cargas de íons negativos e raios de infravermelho longo e energia vital, podendo ainda ser complementada via Antena Escalar, com transferências de cargas complementares quando necessárias, através do uso de tecnologia 100% nacional. Este processo visa proporcionar uma economia na ordem de 10% na matriz energética, como propõe ainda melhorias das variáveis agrônomicas das mais variadas espécies vegetais, e não dispõe de evidências científicas, assim demanda de estudos sobre a eficiência do seu uso. O presente trabalho teve como objetivo de verificar a influência da ionização sobre diversas características agrônomicas do trigo. Foram realizados três estudos, sendo eles a campo, em casa de vegetação e em laboratório. Ambos foram realizados no Centro Universitário FAG, no município de Cascavel – PR. As variáveis avaliadas a campo foram a produtividade, massa de mil grãos e peso hectolitro. Em casa de vegetação foram o índice de velocidade de emergência, número de perfilhos por planta, índice de clorofila, massa seca. Em laboratório foram a germinação, vigor, comprimento da raiz, comprimento da parte aérea, massa seca e exame de sementes infestadas. Dentre os resultados obtidos nas diversas variáveis avaliadas, a ionização apresentou resultados satisfatórios sobre a massa de mil grãos. No IVE, a utilização de sementes ionizadas propiciou o melhor índice. Aos 45 dias após a emergência, o melhor resultado obtido no índice de clorofila e na massa secas das plantas foi no tratamento onde as sementes e o adubo foram submetidos a ionização. A utilização da ionização em trigo, para controle de pragas de armazenamento é recomendada pelas evidências obtidas neste experimento.

**Palavras-chave:** *Triticum aestivum*; Tecnologia natural; Pragas de armazenando.

## Physical and physiological attributes of wheat under ionization

**Abstract:** The cultivation of wheat (*Triticum aestivum* L.) is of great food and economic importance in the national and world markets. The irradiation process in the normal pulsation of the electrical energy used (AC or DC), proposed by GEL BIOMAGNÉTICO Tecnologia MHR Magnetohidroressonante® combines the delivery of ionization (non-ionizing) in the seed and fertilizer, with loads of negative ions and rays of long infrared and vital energy, which can also be complemented via the Scalar Antenna, with transfers of complementary charges when necessary, through the use of 100% national technology. This process aims to provide savings in the order of 10% in the energy matrix, as it also proposes improvements in the agronomic variables of the most varied plant species, and does not have scientific evidence, thus requiring studies on the efficiency of its use. The present study aimed to verify the influence of ionization on several agronomic characteristics of wheat. Three studies were carried out, being in the field, in a greenhouse and in a laboratory. Both were held at Centro Universitário FAG, in the municipality of Cascavel - PR. The variables evaluated in the field were productivity, mass of a thousand grains and hectoliter weight. In the greenhouse, the emergence speed index, number of tillers per plant, chlorophyll index, dry mass. In the laboratory were germination, vigor, root length, shoot length, dry mass and examination of infested seeds. Among the results obtained in the various variables evaluated, ionization showed satisfactory results over the mass of a thousand grains. At IVE, the use of ionized seeds provided the best index. At 45 days after emergence, the best result obtained in the chlorophyll index and in the dry mass of the plants was in the treatment where the seeds and fertilizer were subjected to ionization. The use of ionization in wheat to control storage pests is recommended by the evidence obtained in this experiment.

**Keywords:** *Triticum aestivum*; Natural technology; Storing pests.

## Introdução

A cultura do trigo (*Triticum aestivum* L.) tem grande importância alimentar e econômica no mercado nacional e mundial. No Brasil, é uma das principais culturas de inverno, sendo cultivado principalmente na Região Sul (STEFEN *et al.*, 2015). O rendimento de grãos e as características de qualidade tecnológica são fortemente influenciados pelas condições climáticas de cada região e meteorológicas durante a safra (MICHELON *et al.*, 2009).

De acordo com Fontaneli *et al.* (2011) os principais riscos de perda de rendimento de grãos nas regiões subtropicais estão relacionados ao excesso de chuva após a maturação fisiológica e o período de colheita, e à ocorrência de geadas e déficit hídrico no florescimento, as quais comumente ocorrem nessas regiões.

Para ser evitado a infestação de grãos algumas medidas de controle são adotadas visando solucionar os danos e perdas ocasionados pelos insetos tais como: boa prática de armazenamento, monitoramento das pragas e tratamento químico, este por sua vez, acabaram causando alguns danos além da resistência dos insetos aos princípios ativos utilizados na composição dos produtos químicos, e devido a esses problemas, existe a necessidade de métodos de controle mais eficientes com custo baixo. Assim, a irradiação por inúmeros fatores vem se apresentando como a melhor solução no controle de pragas (FOLLETT *et. al.*, 2013; HALLMAN, 2013; ARTHUR, 1997; RAMOS, 2009; ARTHUR, MARCHI, MASTRANGENO, 2015).

A emissão estimulada de impulsos elétricos no organismo acontece principalmente pelo transporte de elétrons deslocalizados, realizados por meio do tunelamento quântico em tecidos de baixa condutividade elétrica (TRIXLER, 2013).

Segundo a teoria quântica, a energia de micropartículas, cujo movimento ocorre em uma área limitada no espaço (por exemplo, elétrons em átomos), adota uma série discreta de valores e átomos irradiam energia eletromagnética na forma de quantum de luz, ou Fótons (GRIFFITS *et. al.*, 2001).

Visando reduzir os custos de produção e elevar os índices de produtividade, Araújo *et. al.* (2018) ressaltam a importância da execução de pesquisas sobre a radiação ionizante, como um método físico sem efeitos secundários ao homem e ao ambiente.

Lorini *et al.* (2015), apresentam em seu livro sobre controle de pragas que há muitas espécies de insetos sensíveis a tipos de radiação. Uma delas é radiação gama produzida por  $^{60}\text{Co}$  ou  $^{137}\text{Cs}$ . Verificou-se que a radiosensibilidade de insetos diminui na seguinte ordem: ovo, larva, pupa e adultos. Assim, as doses que matam adultos são tomadas como máximas para tratamento

de grãos. O uso de radiação como método de controle, apesar de eficaz, entretanto, deve-se considerar que a radiação pode reduzir a qualidade dos cereais tratados, especialmente trigo, e também reduzir o teor das vitaminas A, C, E, B<sub>1</sub> e K. Em cevada, as doses que eliminam insetos afetam a germinação, o que inviabiliza a produção de malte e prejudica a qualidade da semente (BANKS; FIELDS, 1995).

O Projeto que através do processo de irradiação na pulsação normal da energia elétrica utilizada (CA ou CC), proposto pelo GEL BIOMAGNÉTICO Tecnologia MHR Magnetohidroressonante<sup>®</sup> combina a entrega de ionização (não-ionizante) na semente e adubo, com cargas de íons negativos e raios de infravermelho longo e energia vital, podendo ainda ser complementada via Antena Escalar, com transferências de cargas complementares quando necessárias, através do uso de tecnologia 100% nacional, visa proporcionar uma economia na ordem de 10 % na matriz energética utilizada. Sendo uma tecnologia promissora e limpa e que ainda não há estudos sobre o devido assunto, por isso a importância do mesmo.

O presente trabalho teve como objetivo verificar a influência da ionização sobre diversas características agronômicas do trigo.

## **Material e Métodos**

### *Experimento a campo*

O ensaio foi realizado em um campo experimental na Fazenda Escola do Centro Universitário FAG, no município de Cascavel - PR, com localização geográfica de latitude 24° 56' 25" S e longitude 53° 30' 50" W, com 702 m de altitude. O solo local é classificado como Latossolo Vermelho distrófico, de textura argilosa.

A semeadura foi realizada no dia 18 de maio de 2019 de forma mecanizada, em área com restos culturais utilizando-se uma semeadeira de linhas, empregando-se espaçamento de 0,15 m entre linhas.

A cultivar de trigo utilizada foi a Tbio Toruk, filho de Quartzo e Mirante e com genética francesa, ciclo médio e um arrojado tipo de planta, tem estatura baixa, perfilhamento e espigamento uniformes e uma boa resistência ao acamamento, requer solo com maior fertilidade, e apresenta boa tolerância a brusone (*Pyricularia grisea*) e a germinação na espiga.

O experimento foi conduzido em faixas, sendo que as sementes e o adubo utilizados passaram por irradiação utilizando uma Bateria MHR ECOTURB quântica que é composta por dezenas de pastilhas impregnadas com a tecnologia hidroressonante. Durante os estádios vegetativos e reprodutivos do trigo, o mesmo passou pelo processo de ionização e irradiação via antena

escalar semanalmente, onde uma antena foi instalada em meio a uma das faixas, constituindo assim o tratamento ionizado. O segundo tratamento teve a mesma cultivar e os mesmos tratamentos culturais, porém sem a irradiação da semente e do adubo e sem a irradiação via antena no campo. No momento da colheita, foram selecionadas aleatoriamente nas duas faixas, dez repetições de um metro quadrado com o auxílio de uma estrutura confeccionada em ferro de um metro quadrado, a qual era largada sobre a plantação aleatoriamente e as plantas que ficavam dentro do quadro foram colhidas com uma foicinha, recolhidas e formando feixes foram amarradas com um elástico e identificadas com os termos “ionizado” e “não ionizado”.

As parcelas foram trilhadas e limpas de materiais inertes, pesadas para determinar a produtividade ( $\text{kg ha}^{-1}$ ).

A massa de mil grãos foi obtida conforme descrito nas Regras para Análises de Sementes - RAS, onde foram separados ao acaso oito repetições de grãos por parcela, pesados e os resultados expressos em gramas (BRASIL, 2009).

Peso hectolitro é a massa de 100 L de trigo, expressa em quilogramas. Os valores do peso hectolitro foram obtidos em balança marca DalleMolle, 0,01g, realizado de acordo com a metodologia descrita nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), e os resultados foram expressos em  $\text{kg hl}^{-1}$ .

Os dados obtidos foram submetidos a comparação das médias das parcelas dos dois tratamentos com a utilização do Teste "t" com auxílio do programa estatístico Sisvar 5.7 (FERREIRA, 2014).

#### *Experimento em casa de vegetação*

A condução do experimento aconteceu em casa de vegetação, sem sistema de irrigação, no Centro Universitário da Fundação Assis Gurgacz, em Cascavel – PR. Teve início no dia 18 de outubro de 2019 e conclusão no dia 11 de dezembro de 2019.

O delineamento utilizado foi em Blocos Casualizados, com 4 tratamentos e 5 repetições de 10 plantas da cultivar BRS Atobá, totalizando 20 unidades experimentais. Os tratamentos foram: T1 – Semente e adubo sem ionização, T2 – Semente ionizada e adubo sem ionização, T3 Semente sem ionização e adubo ionizado, T4 – Semente e adubo ionizados.

As variáveis avaliadas foram: a) Índice de velocidade de emergência (IVE), o qual foi calculado através do tempo de emergência, com base no critério agrônomo, que consistiu na contagem diária das plântulas emergidas até o oitavo dia após a semeadura, considerou-se como plântula emergida aquela que apresentava parte aérea emersa superior a 1 cm, conforme

Maguire (1962).  $IVG = N1/DQ + N2/D2 + \dots + Nn/Dn$ . Onde: IVG = índice de velocidade de emergência; N = números de plântulas verificadas no dia da contagem; D = números de dias após a semeadura em que foi realizada a contagem; b) Número de perfilhos por planta no estágio 2 (Escala de Zadocks); c) Índice de Clorofila (15, 30, 45 dias após a emergência), foi realizado o teste utilizando clorofilometro, em três plantas de cada vaso; e d) Massa seca das plantas (15, 30, 45 dias após a emergência), a cada 15 dias foram feitas as coletas de três plantas de cada vaso e colocado em estufa com circulação de ar forçado, regulada a 60° por 48 horas, após foi realizada a pesagem utilizando balança de precisão com quatro casas decimais e os resultados foram expressos em gramas.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância, com auxílio do programa estatístico SISVAR 5.7 (FERREIRA, 2014).

#### *Experimento em laboratório*

O experimento foi conduzido no laboratório de germinação do Centro Universitário da Fundação Assis Gurgacz em Cascavel - PR. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), com 6 tratamentos e 4 repetições de 100 sementes cada, tendo por tratamentos: T1 – Tbio Toruk, safra 2018/2018, ionizado; T2 – Tbio Toruk, safra 2018/2018, não ionizado, T3 – BRS Atobá, safra 2019/2019 ionizada, T4 – BRS Atobá, safra 2019/2019 não ionizada; T5 – Tbio Sonic, safra 2019/2019 ionizada; T5 – Tbio Sonic, safra 2019/2019 não ionizada.

O trabalho teve início dia 06 de novembro de 2019, com término no dia 13 de novembro de 2019.

As variáveis avaliadas nas sementes com e sem ionização foram: Germinação (%), Vigor (envelhecimento acelerado) (%), Comprimento da raiz (cm), Comprimento da parte aérea (cm), Massa seca das plântulas (g) e Exame Visual de Sementes Infestadas (%).

Para o teste de germinação foram utilizadas quatro repetições de 100 sementes em cada tratamento, distribuídas em rolos de papel umedecido com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato seco, que após a montagem dos rolos foram depositados em um germinador à temperatura constante de  $20 \pm 2$  °C, onde permaneceram por cinco dias. A avaliação foi realizada no quinto dia após a semeadura, conforme prescrito pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009) e os resultados expressos em porcentagem média com base no número de plântulas normais.

Para determinação comprimento da raiz e da parte aérea, foram medidas ambas as partes vegetais com o auxílio de uma régua milimétrica, e os resultados foram expressos em centímetro por plântula.

A massa seca das plântulas foi determinada após a retirada do endosperma das cariopses, deixando as raízes e parte aérea em estufa com circulação de ar forçada regulada a 60 °C por 24 horas, após esse período e o resfriamento da massa seca, a mesma foi submetida a pesagem em balança analítica, e os resultado expressos em grama.

No teste de vigor – envelhecimento acelerado foi utilizado caixa gerbox para cada amostra com tela metálica horizontal fixada. Foram adicionados 40 mL de água no fundo de cada caixa gerbox, e sobre a tela foram distribuídas as sementes de cada tratamento a fim de cobrir a superfície da tela, constituindo uma única camada. Em seguida, as caixas com as sementes foram tampadas e acondicionadas em BOD, a 43 °C, onde permaneceram por 48 horas (MARCOS FILHO, 2015), após este período, as sementes foram submetidas ao teste de germinação. Os resultados são expressos em percentual.

Para o exame de sementes infestadas, foi realizado após as 4 repetições de 100 sementes passarem 20 horas submersas em água, e então para a avaliação foi realizada a análise visual e corte de todas as sementes, na busca por ovo, larva, pupa ou inseto adulto (BRASIL, 2009). Os resultados foram expressos em percentual.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e as médias serão comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância, com auxílio do programa estatístico SISVAR 5.7 (FERREIRA, 2014).

## **Resultados e Discussão**

### *Experimento a campo*

A colheita das parcelas a campo bem como a trilha das plantas, limpeza dos grãos e pesagem de cada parcela foram realizadas em setembro de 2019. Os resultados das variáveis avaliadas encontram-se na Tabela 1.

Nas condições que o experimento a campo foi conduzido, onde foi aproveitado a área de produção comercial de trigo da cultivar Tbio Toruk para a coleta dos dados em faixa, em dez repetições de cada tratamento (ionizado e não ionizado), em que não foi realizado o controle populacional, apenas coletado os dados das parcelas de um metro quadrado, analisando os resultados referentes à produtividade e o peso hectolitro, observou-se que as médias dentre os tratamentos não diferiram estatisticamente entre si naquele nível testado. Constata-se apenas a ocorrência de variações numéricas entre os tratamentos empregados.

**Tabela 1** - Teste “t” de comparação de médias da produtividade (P), massa de mil grãos (MMG) e peso hectolitro (PH) de trigo da cultivar Tbio Toruk, Cascavel / PR, 2019.

Tratamentos	P (kg ha <sup>-1</sup> )	PH (kg hl <sup>-1</sup> )	MMG (g)
Não Ionizado	2.913,600 a	80,525 a	28,524 b
Ionizado	3.202,800 a	80,310 a	28,980 a
CV (%)	10,07	1,02	1,68
DMS	289,396	0,77	0,45

Valores seguidos da mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste “t” ( $p < 0,05$ ). CV = Coeficiente de Variação. DMS. = Diferença Mínima Significativa.

De acordo com Araújo *et al.* (2018), o emprego da radiação ionizante para a elevar a produtividade, é dependente das doses, e também do gênero, espécie e variedade da planta, condições ambientais, tipo do solo e adubação, onde os organismos apresentam ou não modificações aparentes tais como inibição, morte ou estimulação. Vilhena (2010), com o intuito de verificar os efeitos horméticos no campo de produção de arroz, realizou a radiação gama com Co-60 em 90 sacas de sementes com aumento de 30 % na produtividade presumida no início do cultivo, na região de São Gabriel / RS no ano de 2007.

Observando a massa de mil grãos, estatisticamente se diferem entre si ao nível de 5% significância, apresentando maior massa o trigo que foi ionizado durante a condução da produção a campo, na safra 2019/2019.

#### Experimento em casa de vegetação

As avaliações realizadas em casa de vegetação, foram realizadas de outubro a novembro de 2019 e os resultados das variáveis avaliadas encontram-se na Tabela 2.

Avaliando os resultados realizados em casa de vegetação o IVE dentre os tratamentos T1, T3 e T4 se assemelham estatisticamente. O tratamento T2 possui maior valor numérico (1,89), sendo ele semente e adubo sem ionização, estando ele igual estatisticamente ao T3 e T4.

Em avaliação o número de perfilhos, os tratamentos não se diferem estatisticamente. Diferente dos resultados obtidos por Vilhena (2010), que observaram um aumento do número de perfilhos e maior produção final no capim colônio submetido a radiação gama com Co-60.

Dentre as avaliações do índice de clorofila nos 15 e 30 dias após a emergência todos os tratamentos são semelhantes estatisticamente. Nas avaliações após 45 dias de emergência ocorreu diferenciação estatística entre a testemunha e o tratamento 4, o mesmo apresentou maior valor numérico, indicando que a ionização do adubo e das sementes favoreceu a clorofila, consequentemente favorecendo a produção de fotoassimilados através da fotossíntese, processo esse que a clorofila é a principal responsável (TAIZ *et al.*, 2017).

**Tabela 2** – Resultados médios do Índice de Velocidade de Emergência (IVE), Numero de Perfilhos, Índice de Clorofila aos 15, 30 e 45 Dias Após a Emergência (DAE) e Massa Seca das Plântulas aos 15, 30 e 45 Dias Após a Emergência (DAE). Cascavel / PR, 2019.

Tratamentos	IVE	Nº de Perfilhos	Índice de Clorofila			Massa Secas das Plântulas (g)		
			15 DAE	30 DAE	45 DAE	15 DAE	30 DAE	45 DAE
T1	1,51 b	1,79 a	44,60 a	31,22 a	44,07 b	0,97 a	4,84 a	6,64 b
T2	1,89 a	1,52 a	44,38 a	33,63 a	47,93 ab	0,84 a	4,45 a	7,55 b
T3	1,71 ab	1,52 a	45,50 a	30,87 a	49,18 ab	0,95 a	4,51 a	6,44 b
T4	1,84 ab	1,82 a	44,70 a	30,37 a	49,96 a	0,76 a	3,86 a	9,49 a
CV (%)	12,61	28,16	4,97 a	8,53	6,82	18,37	26,34	9,51
DMS	0,355	0,75	3,59	4,35	5,27	0,26	1,87	1,16

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não se diferenciam estatisticamente entre si a 5% de significância pelo teste de Tukey. CV = Coeficiente de Variação. DMS. = Diferença Mínima Significativa. Tratamentos: T1 – Semente e adubo sem ionização, T2 – Semente ionizada e adubo sem ionização, T3 Semente sem ionização e adubo ionizado, T4 – Semente e adubo ionizado.

Nas avaliações de massa seca dentre os 15 e 30 dias todos os tratamentos se assemelham estatisticamente, onde só é observado diferenciação numérica que coincidentemente a testemunha possui o maior valor numérico e o tratamento 4 que está presente com porcento a ionização tem o menor valor numérico.

Na avaliação de massa seca aos 45 dias após a emergência o T4 se diferenciou estaticamente dos demais tratamento, possuindo o maior valor numérico (9,49). Na testemunha, T2 e T3 constataram-se apenas a ocorrência de variações numéricas expressivas entre os tratamentos empregados, sem apresentarem diferenças estatísticas entre eles.

#### *Experimento em laboratório*

As avaliações dos testes realizados em laboratório foram realizadas em novembro de 2019. Analisando os resultados referentes às variáveis germinação e vigor (Tabela 3), observou-se que as médias da cultivar Tbio Toruk, sem ocorrência de ionização difere-se da ionizada, onde o tratamento que possui a ionização apresentou valores numéricos consideravelmente elevados comparados a ela. Isso, além da não ionização é explicado pela elevada presença de insetos neste tratamento, apresentados na Tabela 4.

Segundo Araújo *et al.* (2018), nos vegetais, altas doses de radiação ionizante inibem o brotamento de tubérculos, germinação de sementes e induzem a mutações. O que não ocorreu neste experimento quando observados os resultados das três cultivares quando submetidas a radiação ionizante.



Nas cultivares BRS Atobá e Tbio Sonic não houve diferença estatística entre os resultados obtidos nas sementes ionizadas e não ionizadas nas variáveis germinação e vigor.

Em observação as variáveis comprimento de parte aérea, comprimento radicular e massa seca todas as cultivares se parecem estatisticamente, independentemente de serem ou não ionizadas, apresentando apenas variações numéricas.

**Tabela 3** – Resultados médios de Germinação (%), Comprimento da Parte Aérea (CPA – cm), Comprimento das Raízes (CR – cm), Massa Seca (MS – g), Vigor – Envelhecimento Acelerado (%) realizado em novembro de 2019. Cascavel / PR, 2020.

Cultivar / safra	Ionizado	Germinação (%)	CPA (cm)	CR (cm)	MS (g)	Vigor (%)
Tbio Toruk 18/18	Sim	90 a	4,39 a	8,25 a	56,63 a	80 a
	Não	66 b	4,34 a	6,03 a	51,18 a	58 b
BRS Atobá 19/19	Sim	96 a	7,82 a	8,18 a	55,30 a	91 a
	Não	93 a	8,08 a	8,87 a	62,40 a	90 a
Tbio Sonic 19/19	Sim	96 a	7,29 a	10,21 a	54,43 a	93 a
	Não	98 a	7,11 a	10,30 a	54,45 a	92 a
CV (%)		3,09	7,62	22,5	9,92	4,42
DMS		4,11	0,74	2,89	8,21	5,51

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não se diferenciam estatisticamente entre si a 5% de significância pelo teste de Tukey. CV = Coeficiente de Variação. DMS = Diferença Mínima Significativa.

Analisando os resultados obtidos no exame de sementes infestadas (Tabela 4), observa-se que na cultivar Tbio Toruk, safra 2018/2018 apresentou diferença estatística desde a primeira execução do exame entre as sementes ionizadas e não ionizadas, sendo que as sementes não ionizadas apresentaram em novembro de 2019, 15,50 %, em janeiro, diferindo-se estatisticamente das demais épocas, sendo 98,50 % e em junho de 2020, 99,75 % de sementes com orifício de saída de inseto, ovo, larva, pupa ou inseto adulto. Onde o principal inseto presente era a traça dos cereais (*Sitotroga cerealella*). E nas sementes ionizadas os resultados se mantiveram iguais (0,50 %) nas três épocas de testes.

**Tabela 4** – Resultados médios do Exame de Sementes Infestadas (%), nas cultivares Tbio Toruk, safra 2018/2018, BRS Atobá e Tbio Sonic, safra 2019/2019, realizados e três épocas distintas. Cascavel / PR, 2020.

Cultivar / safra	Ionizado	Exame de Sementes Infestadas (%)		
		Novembro/2019	Janeiro/2020	Junho/2020
Tbio Toruk 2018/2018	Sim	0,50 aA	0,50 aA	0,50 aA
	Não	15,50 bA	98,50 bB	99,75 bB
BRS Atobá 2019/2019	Sim	0,25 aA	0,25 aA	0,25 aA
	Não	0,50 aA	7,50 bA	39,00 bA
Tbio Sonic 2019/2019	Sim	0,00 aA	0,00 aA	0,00 aA
	Não	0,00 aA	1,00 aA	6,50 bA
CV (%)		71,52	4,1	6,24
DMS (coluna)		2,96	1,09	2,26
DMS (linha)			52,70	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não se diferenciam estatisticamente entre si a 5% de significância pelo teste de Tukey. CV = Coeficiente de Variação. DMS. = Diferença Mínima Significativa.

Quando analisados os resultados da cultivar, BRS Atobá, safra 2019/2019, em novembro de 2019, não apresentou diferença estatística entre os resultados obtidos nas sementes de trigo ionizada e não ionizada. Já em janeiro e junho de 2020 os resultados diferiram estatística e as sementes não ionizadas apresentaram elevação na infestação por caruncho do trigo (*Sitophilus granarius*).

Na cultivar Tbio Sonic ocorreu diferença estatística apenas nos resultados obtidos em junho de 2020, onde novamente as sementes que não foram submetidas a ionização apresentaram a elevação do percentual de sementes infestadas pela traça dos cereais (*Sitotroga cerealella*).

No que se refere as cultivares BRS Atobá e Tbio Sonic, entre os diferentes tratamentos e épocas de realização do exame de sementes infestadas, essas não apresentaram diferença estatística devido ao DMS (52,70) obtido para comparar os resultados ao longo do tempo.

Singes (2006) e Texeira (2011) afirmam que o processo de irradiação desencadeia algumas alterações nas suas características físico-químicas da farinha que podem ser utilizadas incrementando a sua aplicação tecnológica, aprimorando a utilização da farinha irradiada no emprego da panificação, melhorando assim o seu desempenho na elaboração de pães. Agúndez-Arvizu (2006) descreve que doses baixas desempenham efeito positivo na confecção de pães.

O processo de irradiação de alimentos é um método que consiste em uma exposição controlada do alimento a uma fonte de radiação ionizante (EHLERMANN, 2016; RASHID, 2017). Bernardes e Dias-Filho (1982), em levantamento bibliográfico, no emprego da

tecnologia da irradiação com finalidade em controle da infestação de insetos em grãos de trigo e farinha de trigo durante o armazenamento constatou naquela época que doses fitossanitárias não alteravam os parâmetros de cinza, glicídios totais, açúcar redutores e não redutores, acidez, lipídios e proteínas em 2 meses de armazenamento.

Marathe *et al.* (2002), também concluíram que doses baixas foram suficientes para prolongar a vida útil da farinha em até 6 meses, sem alterações significativas nos seus atributos nutricionais. Bashir *et al.* (2017) concluíram em seu trabalho que a irradiação pode ser utilizada como um método eficiente e rápido para a modificação das propriedades da farinha e de amido, tornando-se um diferencial dos outros tratamentos como enzimáticos e químicos que consomem tempo.

### Conclusões

A ionização apresenta resultados satisfatórios sobre a massa de mil grãos. No IVE, a utilização de sementes ionizadas propiciou o melhor resultado. No índice de clorofila e na massa secas das plantas das sementes e o adubo que foram submetidos a ionização apresentaram os melhores valores aos 45 DAE.

A utilização da radiação não-ionizante MHR em trigo, para controle de pragas no armazenamento é recomendada pelas evidências obtidas neste experimento.

### Agradecimentos

A empresa Saúde Plena - MHR Ecoturb<sup>®</sup> pela assistência técnica, concessão da bolsa e auxílio financeiro. Ao Centro Universitário Assis Gurgacz – FAG pela concessão do local experimental e auxílio durante o período de realização do experimento.

### Referências

AGÚNDEZ-ARVIZU, Z; FERNANDEZ-RAMIREZ, M. V; ARCE- CORRALES, M. E; CRUZZARAGOZA, E; MELÉNDREZ, R; CHERNOV, V; BARBOZA- FLORES, M. Gamma radiation effects on commercial Mexican Bread made with wheat flour. **Nuclear Instruments and Methods in Physics Research**, v. 245, n.4, p.455-458, 2006.

ARAÚJO, A.L.; ARTHUR, P.B.; ROSSI, R.S.; FRANCO, C.F.O.; ARTHUR, V. Eficiência da radiação gama em sementes de algodão. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**. v. 12, n. 1, p. 51-55, 2018.

ARTHUR, V. Controle de insetos pragas por radiações ionizantes. **Arquivos do Instituto Biológico**. v.64, n.2, p. 77-79, 1997.

ARTHUR, V., MACHI, R. A., MASTRANGELO, T. Ionizing Radiation in Entomology: *In: Topics in Ionizing Radiation Research*, II Rd., In Tech. n.1, p. 1-17, 2015.

BASHIR, K., SWER, T. L., PRAKASH, K. S., AGGARWAL, M. Physico-chemical and functional properties of gamma irradiated whole wheat flour and starch. **Food Science and Technology**, v. 76, p.131-139, 2017.

BANKS, H. J.; FIELDS, P. G. Physical methods for insect control in stored grain ecosystems. In: JAYAS, D. S.; WHITE, N. D. G.; MUIR, W. E. **Stored grain ecosystems**. New York: Marcell Dekker, 1995. p. 353-409.

BERNARDES B.; DIAS FILHO. M. Levantamento bibliográfico de trabalhos realizados sobre arroz, batata, café, cebola, feijão, milho, morango, trigo e farinha de trigo irradiado. Departamento de instalações e materiais nucleares. Rio de Janeiro. CNEN, 1982. 56p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. 399p.

EHLERMANN, D. A. E. Wholesomeness of irradiated food. *Radiat. Phys. Chem.* v.129. 2016.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**. v. 38, n.2. 2014.

FOLLETT, P. A., ESNOOK, K., JANSON, A., ANTONIO, B., HARUKI, A.,

OKAMURA, M., BESEL, J. Irradiation quarantine treatment for control of *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae) in rice. **Journal Stored Products Research**, n. 52, p. 63-67, 2013.

FONTANELI, R.S.; DEL DUCA, L. de J.A.; SANTOS, H.P. dos; FONTANELI, R.S.; CAIERÃO, E. Trigo de duplo propósito. In: PIRES, J. L. F.; VARGAS, L.; CUNHA, G. R. da. (Eds.) **Trigo no Brasil: bases para produção competitiva e sustentável**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2011. p.239-252.

GRIFFITS, A.; GELBART, W. M.; MILLER, J. H.; LEWONTIN, R. C. **Genética moderna**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001.

HALLMAN, G. J. Control stored product pests by ionizing radiation. **Journal Stored Products Research**, v. 52, p. 36-41, 2013.

LORINI, I. KRZYŻANOWSKI, F. C. FRANÇA-NETO, J. B. HENNING, A. A. HENNING, F. A. **Manejo Integrado de Pragas de Grãos e Sementes Armazenadas**. Embrapa. Brasília. 2015.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962.

MARATHE, S.A.; MACHAIAH, J. P.; PEDNEKAR, B. Y. K. M. D.; SUDHA, V. RAO, Extension of shelf-life of whole -wheat flour by gamma radiation. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 37, p. 163-168, 2002.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2ª ed. Londrina, PR. ABRATES, 2015. 660p.

MICHELON, C. J., CARLESSO, R., PETRY, M. T., MELO, G. L., SPOHR, R. B., ANDRADE, J. G. Qualidade física de solos irrigados de algumas regiões do Brasil Central. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 13, n. 1, p. 39-45, 2009.

RAMOS, A. C. O. **Aplicação da radiação na desinfestação de rações a base de grãos para alimentação de animais domésticos**. 2009. Dissertação (Mestrado) Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN – São Paulo, 68p.

RASHID, I. A. Current activities in food irradiation as a sanitary and phytosanitary treatment in the Asia and the Pacific Region and a comparison with advanced countries. **Food Control**, v.72, p.345- 359, 2017.

SINGES, C. S. **Propriedade físico-química, reológica, entálpicas e de panificação da farinha obtida de trigo irradiado**. São Paulo, 2006. 120 f. Dissertação (Mestrado na Área de engenharia química). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

STEFEN, D.L.V.; SOUZA, C.A.; COELHO, C.M.M.; GUTKOSKI, L.C.; SANGOI, L. A adubação nitrogenada durante o espigamento melhora a qualidade industrial do trigo (*Triticum aestivum* cv. Mirante) cultivado com regulador de crescimento etiltrinexapac. **Revista de La Facultad de Agronomía**, v.114, n.2, p.161-169, 2015

TAIZ, I.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858 p.

TEXEIRA, C. A. H. M. **Efeito da radiação ionizante em diferentes tipos de farinhas utilizadas em tecnologia de panificação**. São Paulo. 2011. 159f. Dissertação de mestrado Instituto de Pesquisa Energéticas e Nucleares Tecnologia Nuclear – aplicações, IPENCNEN

TRIXLER, F. Túnel quântico para a origem e evolução da vida, **Current Organic Chemistry**. 2013. vol. 17 (pág. 1758-1770). Disponível em: <https://doi.org/10.2174/13852728113179990083>.

VILHENA, M.T.M.B. **Aumento da produtividade de arroz e capim colônia com o uso de baixas doses de raios gama do Co-60, no município de São Gabriel, Estado do Rio Grande do Sul**. UFRGS (Comunicação pessoal), 2010.