

Efeitos da antecipação da colheita sobre a qualidade fisiológica de semente de milho

Rafael Fiabane^{1*}; Norma Schlickmann Lazaretti¹

¹ Curso de Agronomia, Centro Universitário Assis Gurgacz (FAG), Cascavel, Paraná.

^{1*}rafaelfiabane@gmail.com

Resumo: O objetivo investigar o efeito da antecipação da colheita de sementes de milho sobre a qualidade fisiológica das sementes. O experimento foi realizado no município de Cascavel, iniciando em março e indo até outubro de 2023. O delineamento experimental utilizado foi o de Blocos Casualizados (DBC), tendo como tratamento as diferentes épocas de colheita, ocorrendo a cada 7 dias. A primeira época de colheita foi realizada 20 dias após a polinização, seguida por intervalos de 7 dias até a última colheita, que ocorreu 83 dias após a polinização. Cada parcela consistiu em quatro linhas de quatro metros cada, com entrelinhas espaçadas de 50 cm e um corredor de 1 m separando as parcelas, totalizando uma área de doze metros quadrados por parcela. A área total do experimento foi de duzentos e quarenta metros quadrados. As variáveis analisadas incluíram germinação, vigor (1ª contagem), vigor (envelhecimento acelerado), comprimento da parte aérea e da raiz, e massa seca total da plântula. Os resultados indicaram que a maior germinação e vigor das plântulas, avaliados pela primeira contagem de germinação, comprimento da parte aérea, comprimento da raiz primária, massa seca total da plântula e envelhecimento acelerado, ocorreram para sementes colhidas com teores de umidade entre 42 e 46%. Concluiu-se que a antecipação da colheita de sementes de milho resulta em maior germinação e qualidade fisiológica, especialmente quando realizada com teores de umidade próximos a 46%. O atraso da colheita a partir da maturidade fisiológica resultou em menor qualidade fisiológica das sementes, devido à exposição a condições menos adequadas do ambiente.

Palavras-chave: Germinação, vigor, longevidade.

Effects of harvest anticipation on physiological quality of corn seed

Abstract: The aim of this study was to investigate the effect of advancing the harvest of corn seeds on the physiological quality of the seeds. The experiment was conducted in the municipality of Cascavel, starting in March and extending until October 2023. The experimental design employed was that of Randomized Complete Blocks (RCB), with different harvest times as treatments, occurring every 7 days. The first harvest took place 20 days after pollination, followed by intervals of 7 days until the final harvest, which occurred 83 days after pollination. Each plot consisted of four rows, each four meters long, with inter-row spacing of 50 cm and a 1 m corridor separating the plots, totaling an area of twelve square meters per plot. The total area of the experiment was two hundred and forty square meters. Variables analyzed included germination, vigor (1st count), vigor (accelerated aging), shoot and root length, and total seedling dry weight. The results indicated that higher germination and vigor of seedlings, as assessed by the first germination count, shoot length, primary root length, total seedling dry weight, and accelerated aging, occurred for seeds harvested with moisture content between 42 and 46%. It was concluded that advancing the harvest of corn seeds results in higher germination and physiological quality, especially when carried out with moisture content close to 46%. Delaying the harvest beyond physiological maturity resulted in lower physiological quality of the seeds due to exposure to less favorable environmental conditions.

Keywords: Germination, force, longevity.

Introdução

O milho (*Zea mays* L.) é um dos cereais mais antigos e difundidos no mundo devido sua composição nutricional e elevado potencial produtivo. No Brasil, o cultivo é realizado em todo o território nacional, especialmente como cultura de segunda safra, com produção total de aproximadamente 125,8 milhões toneladas (CONAB, 2023). Embora o melhoramento genético de plantas tenha disponibilizado cultivares de milho com potencial produtivo elevado e adaptabilidade a diversas condições ambientais, a semente é considerada o insumo agrícola de maior importância dentro do sistema de produção devido sua relação no estabelecimento de plantas e contribuição no sucesso de uma lavoura, com ganhos de produtividade superiores a 15% quando combinado com outras práticas de manejo (MARCOS FILHO, 2015; PRASAD *et al.*, 2017).

A qualidade de sementes envolve um conjunto de atributos que podem ser afetados pelas condições ambientais e práticas culturais utilizadas para a produção, afetando a qualidade genética, física e fisiológica da semente (FINCH-SAVAGE; BASSEL, 2016). Um dos pontos principais da produção de sementes envolve a determinação do momento ideal da colheita, na qual coincide com a maturidade fisiológica, ou seja, imediatamente após o desligamento fisiológico da planta-mãe (KUMAR *et al.*, 2012). No entanto, o teor de água da semente nesse estágio é elevado, inviabilizando a colheita mecanizada devido as dificuldades de trilha pela colhedora e ocorrência de danos mecânicos severos que afetam a qualidade de sementes e reduzem o potencial de germinação de plântulas (FINCH-SAVAGE; BASSEL, 2016). Por outro lado, o retardamento da colheita a partir da maturidade fisiológica pode influenciar negativamente a qualidade da semente devido a sua exposição a condições menos favoráveis do ambiente.

A antecipação da colheita reduz os riscos de deterioração no campo e permite a obtenção de sementes de qualidade superior quando colhidas mais próximo da maturidade fisiológica, contribuindo para o ganho produtivo, maximização e o aproveitamento do solo em áreas agrícolas. Estudos científicos têm analisado os efeitos da antecipação da colheita do milho sobre a produtividade e a qualidade de sementes. Araújo (2006) constatou que a antecipação da colheita em uma semana pode resultar em aumento da produtividade. Adicionalmente, estudos conduzidos por Cordeiro (2021) demonstraram que a colheita antecipada do milho pode reduzir as perdas por quebra de grãos e aumentar a porcentagem de espigas com grãos cheios. Outro aspecto importante da antecipação da colheita do milho está associado ao controle de pragas e doenças devido redução do tempo de exposição aos agentes bióticos e abióticos (HENNING *et al.*, 2011).

Na prática, algumas metodologias têm sido utilizadas para determinar o ponto ideal de colheita na cultura do milho. A metodologia mais comum usada atualmente envolve a observação da faixa branca que aparece na superfície do grão quando este atinge o estágio de maturação leitosa, conhecida como *milk line* (ARAUJO, 2006). Outro método bastante utilizado avalia a formação da camada negra (*black layer*) que ocorre quando há o fechamento dos vasos que transportam nutrientes para o grão, resultando na interrupção da sua atividade metabólica e mudança de cor (KONFLANZ, 2005). De acordo com Jacob Junior (2010), a presença da camada negra indica o momento adequado para a colheita, uma vez que o grão já se encontra seco e com baixa umidade, evitando danos mecânicos severos e perdas por fermentação e germinação.

A determinação do ponto ideal de colheita através da análise da atividade enzimática da catalase e peroxidase em sementes de milho tem evidenciado correlação com o atraso da colheita e redução da qualidade fisiológica das sementes (CONCEIÇÃO, 2011). Em quase todos os métodos utilizados na definição do ponto ideal de colheita, o teor de umidade dos grãos com base no peso úmido está associado aos aspectos da qualidade de sementes, incluindo a maturidade, longevidade e vigor (ELIAS *et al.*, 2012; BARBOSA, 2021). Nesse sentido, a determinação do momento adequado da colheita é crucial para garantir a qualidade fisiológica das sementes de milho. Além disso, é importante considerar também as condições de armazenamento após colheita, pois a qualidade das sementes pode ser afetada por fatores como temperatura, umidade e presença de insetos e fungos (MARCOS FILHO, 2015).

Deste modo, o objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da antecipação da colheita de sementes de milho sobre sua qualidade fisiológica.

Material e Métodos

O experimento foi realizado na estação de pesquisa da Syngenta Seeds localizada no município de Cascavel, região Oeste do Estado do Paraná, no período de março a outubro de 2023. O cultivo de milho foi conduzido na Estação de Pesquisa localizada sob latitude 24°56'07.0"S e longitude 53°33'54"W, com altitude média de 672 metros em relação ao nível do mar (Figura 1). Segundo Aparecido *et al.* (2016), o clima da região é classificado como subtropical úmido com invernos secos e baixa deficiência hídrica, enquanto o solo da região é classificado como Latossolo Vermelho Distroférrico típico (EMBRAPA, 2018).

Figura 1 – Vista superior do experimento obtida através de imagem de drone.



Fonte: O autor, (2023).

As parcelas foram compostas por quatro linhas de cinco metros cada, com espaçamento das entrelinhas de 50 cm e um metro de corredor para haver a separação das parcelas que totalizaram uma área de 12 m² cada. Para este experimento, foi utilizado o híbrido NS 88 VIP3 obtido através da combinação entre os parentais X e Y (fecundação cruzada), na qual a linhagem receptora (fêmea) e a doadora de pólen (macho) foram semeadas em momentos distintos, em um processo chamado de SPLIT (Figura 2). O doador de pólen foi semeado em três épocas diferentes para obter quantidades significativas de pólen da linhagem doadora (macho) e otimizar a polinização cruzada. O primeiro SPLIT foi semeado no dia 01/03/2023, o segundo semeio foi realizado no dia 05/03/2023 e, o terceiro SPLIT foi semeado juntamente com a receptora de pólen (fêmea) no dia 08/03/2023.

Figura 2 – Área do experimento.



Fonte: O autor, (2023).

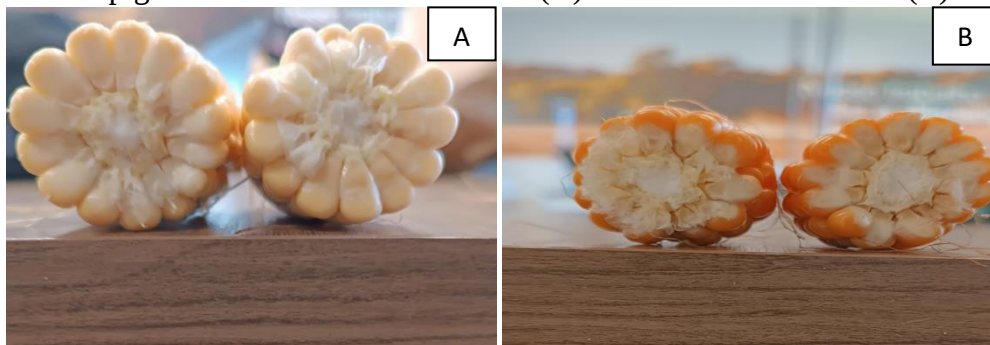
BLOCOS DO EXPERIMENTO	8							ENCHIMENTO	ENCHIMENTO	30 - T10 - R:3	29 - T4 - R:3							8														
	7							25 - T2 - R:3	26 - T3 - R:3	27 - T5 - R:3	28 - T1 - R:3							7														
	6							24 - T7 - R:3	23 - T6 - R:3	22 - T8 - R:3	21 - T9 - R:3							6														
	5							17 - T9 - R:2	18 - T10 - R:2	19 - T7 - R:2	20 - T2 - R:2							5														
	4							16 - T8 - R:2	15 - T1 - R:2	14 - T4 - R:2	13 - T6 - R:2							4														
	3							9 - T5 - R:2	10 - T9 - R:1	11 - T10 - R:1	12 - T3 - R:2							3														
	2							8 - T6 - R:1	7 - T2 - R:1	6 - T7 - R:1	5 - T8 - R:1							2														
	1							1 - T1 - R:1	2 - T5 - R:1	3 - T3 - R:1	4 - T4 - R:1							1														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
	LINHAS DO EXPERIMENTO																															
	PARENTAL POLINIZADOR							PARCELAS DO EXPERIMENTO																	PARENTAL POLINIZADOR							

Para a semeadura, foi utilizado um conjunto trator e semeadora com sistema de distribuição a vácuo da Wintersteiger. A adubação de base foi composta por adubo da formulação NPK 10-15-15, distribuídos em quantidade igual a 350 kg ha⁻¹. A adubação nitrogenada em cobertura foi realizada em estádio V4 e V8, totalizando 300 kg ha⁻¹ de ureia (46% de N).

Tabela 1 – Descrição dos tratamentos. Cascavel / PR, 2023

Tratamento	Umidade (%)	Data da colheita	Dias após a polinização
T1	66,8	03/07/2023	20
T2	63,8	10/07/2023	27
T3	56,6	17/07/2023	34
T4	46,8	24/07/2023	41
T5	42,3	31/07/2023	48
T6	36,3	07/08/2023	55
T7	31,5	14/08/2023	62
T8	25,3	21/08/2023	69
T9	19,3	28/08/2023	76
T10	13,1	04/09/2023	83

Figura 4 – Espigas de milho colhidas com alto (A) e baixo teor de umidade (B)



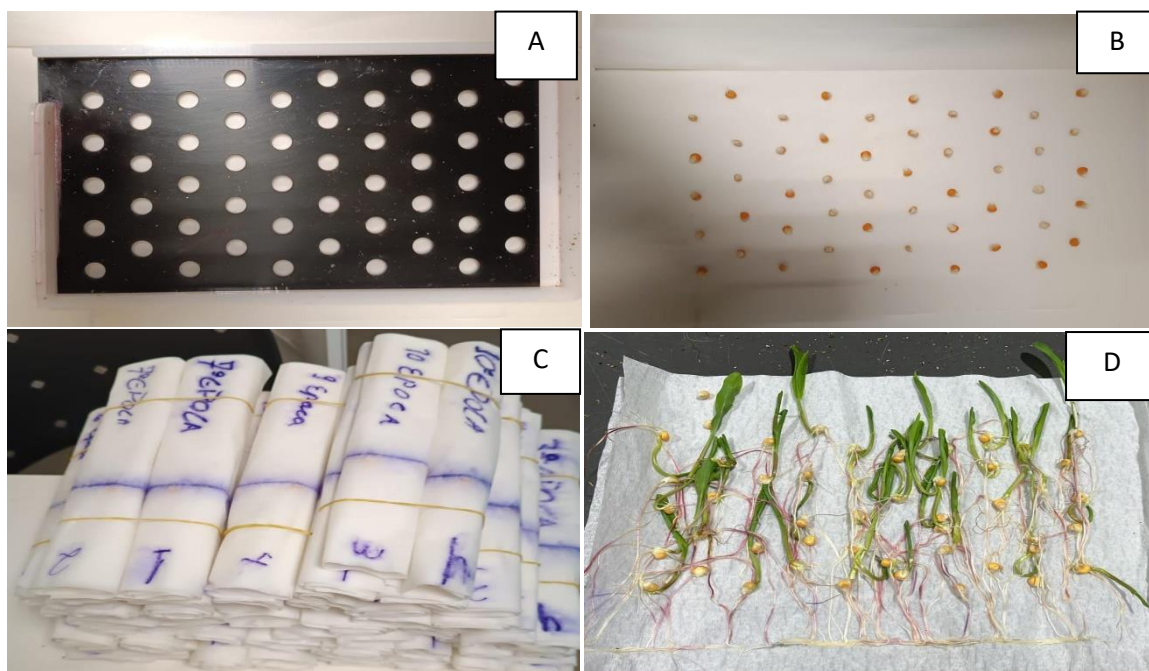
Fonte: O autor, (2023).

O delineamento experimental utilizado foi de Blocos Casualizados (DBC), com 10 tratamentos, sendo eles as diferentes épocas de colheita após a polinização. As variáveis analisadas foram germinação, vigor (1ª contagem), vigor (envelhecimento acelerado) determinação do comprimento da parte aérea e raiz, massa seca total da plântula.

Para montagem do teste de germinação foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes cada (Figura 5A), distribuídas uniformemente em folhas de papel filtro (Figura 5B), que foram umedecidas com água pH neutro em quantidade correspondente a 2,5 vezes a massa do papel seco e, posteriormente, confeccionados os rolos de germinação (Figura 5C). Os rolos ficaram acondicionados dentro de sacos plásticos fechados mantidos em germinador regulado à temperatura de 25°C com luz constante.

O vigor de 1ª contagem e a germinação foram contabilizadas aos quatro e sete dias após a instalação do teste, classificando-as a partir de avaliações visuais (Figura 4 D), conforme descrito no Manual de Análises de Sementes (BRASIL, 2009). Ao final da contagem os resultados foram expressos em percentual.

Figura 5 – Processo para montagem dos testes de germinação. Contador de sementes (A); Distribuição das sementes no papel (B); Rolo confeccionados (C); Contagens das plântulas (D).



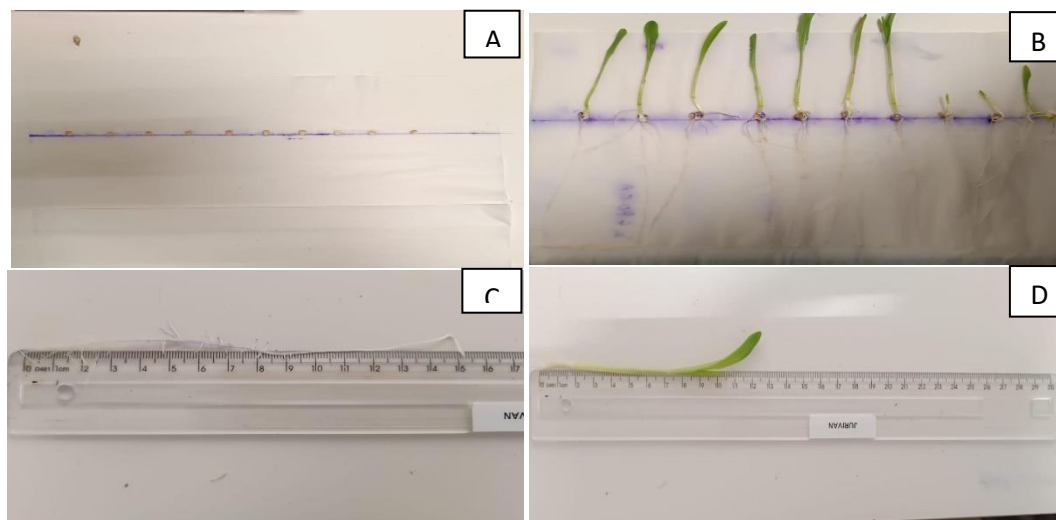
Fonte: O autor, (2023).

Para determinação do comprimento da parte aérea e raiz bem como a massa da matéria seca foram utilizadas quatro repetições de dez sementes cada, com sementes dispostas previamente em papel filtro de germinação, umedecido com água destilada em quantidade equivalente a 2,5 vezes a massa do papel seco. Uma linha foi traçada no terço superior do papel no sentido longitudinal e as sementes posicionadas com a ponta da radícula para a parte inferior do papel e o embrião voltado para cima, visando orientar o crescimento da plântula de forma mais retilínea possível (Figura 6 A e B).

Os rolos foram acondicionados em sacos plásticos posicionados verticalmente no germinador a 25°C com presença de luz pelo período de sete dias.

Após este período, o comprimento da parte aérea e da raiz primária das plântulas normais foi mensurado individualmente, e os valores médios foram expressos em centímetros (Figura 6 C e D). Após a avaliação do comprimento da parte aérea e do sistema radicular sem o endosperma, as amostras foram levadas para uma estufa de circulação de ar, na qual foram mantidas a uma temperatura de 60°C por 48 horas. Ao final desse período, procedeu-se à pesagem do material, resultando no cálculo médio em gramas (g) de massa seca por plântula.

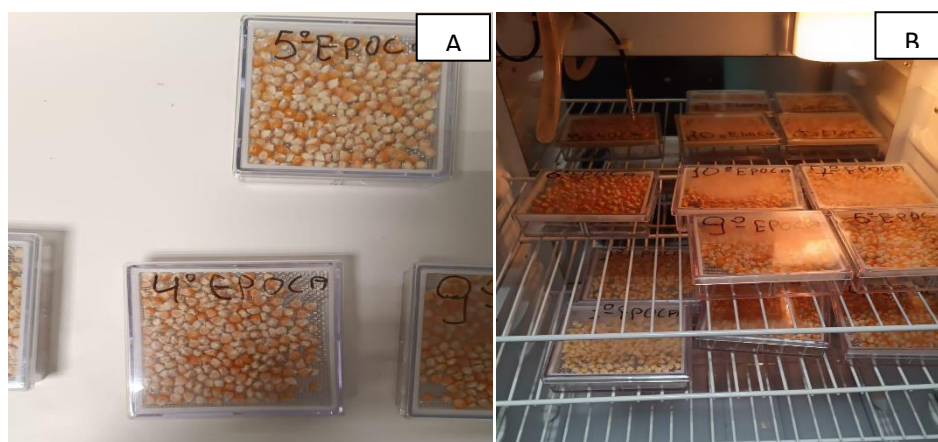
Figura 6 – Processo de mensuração de parte aérea e raiz de plântulas. Sementes dispostas (A); Sementes pronta para medição (B); Medicação parte radicular (C); Medicação parte aérea (D).



Fonte: O autor, (2023).

Para o teste de envelhecimento acelerado, quatro repetições com 50 sementes cada foram condicionadas em caixas gerbox, onde foram dispostas sobre uma tela suspensa e no interior da caixa foi adicionado 40 mL de água (Figura 6 A). Em seguida, as caixas foram colocadas em uma incubadora *Biological Oxygen Demand* (BOD) e mantidas a uma temperatura de 40°C por um período de 72 horas (Figura 7 B). Após esse período, as sementes foram submetidas ao teste de germinação, conforme descrito anteriormente. As avaliações foram realizadas quatro dias após através da contagem das plântulas normais, com valores expressos em percentagem.

Figura 7 – Condicionamento das sementes (A) Incubadora BOD (B)



Fonte: O autor, (2023).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) com auxílio do programa estatístico SISVAR 5.8 (FERREIRA, 2019).

Resultados e Discussão

Ao analisar os resultados de germinação, observa-se que houve diferença estatística para a antecipação da colheita, com maior percentagem de germinação das sementes quando a colheita foi realizada entre 41 e 48 dias após a polinização e com grau de umidade próximo a 46% (Tabela 2). A colheita realizada com teor de umidade igual a 46,8% proporcionou máxima taxa de germinação, com valores estatisticamente semelhantes para a colheita realizada com teores de umidade que variaram de 63,8 a 36,3% (Tabela 2). Resultados similares foram obtidos para sementes colhidas com teores de água superiores a 40%, com expressão do máximo potencial de germinação para sementes colhidas antes de atingirem o acúmulo máximo de massa seca (KNITTLE e BURRIS, 1976; BORBA *et al.*, 1994a; BORBA *et al.*, 1994b). Por outro lado, cabe ressaltar que os resultados menos promissores foram observados nas colheitas realizadas com teores de umidade de 66,8% e 13,1.

Tabela 2 – Germinação, vigor de 1ª contagem e envelhecimento acelerado obtidos na cultura do milho em função da relação dias após a polinização e graus de umidade em diferentes épocas de colheita Cascavel / PR, 2023.

Dias após a polinização	Grau de umidade (%)	Germinação (%)	Vigor % (1ª Contagem)	Vigor % (Envelhecimento Acelerado)
20	66,8	77d	33 d	48 f
27	63,8	98 a	85 b	80 cd
34	56,6	96 ab	86 b	99 a
41	46,8	100 a	96 a	100 a
48	42,3	99 a	94 a	99 a
55	36,3	95 ab	84 b	95 ab
62	31,5	89 bc	71 c	87 bc
69	25,3	82 cd	52 d	78 cd
76	19,3	83 cd	50 d	70 de
83	13,1	78 d	43 d	60 df
Média geral		89,45	69,25	81,5
CV (%)		3,71	10,92	8,33
DMS		8,00	8,25	11,38

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. CV = Coeficiente de Variação. DMS = Diferença Mínima Significativa.

Os resultados de vigor avaliados na 1ª contagem de germinação evidenciaram que a colheita realizada entre 41 e 48 dias após polinização e com teores de umidade próximos a 46%

apresentaram maior vigor, com valores de vigor de 1ª contagem superiores a 94% (Tabela 1). Por outro lado, a antecipação da colheita com teores umidade mais elevados (>50%) e o atraso da colheita com níveis de umidade inferiores a 30% resultaram em menor germinação de plântulas e redução drástica do vigor (Tabela 2).

De acordo com o estudo conduzido por Faria *et al.* (2002), maior porcentagem de germinação e vigor foram encontradas em sementes de milho colhidas no estágio três de linha de leite, correspondendo a teores de umidade acima de 35%. Os valores de vigor encontrados nesta pesquisa demonstram que o máximo vigor das sementes de milho ocorre para colheitas realizadas com teor de umidade próximo a 46%, com potencial de vigor superior a 94%. No entanto, é importante destacar que teores de umidade de 13.1, 19.3 e 66.8 resultaram em uma redução do vigor das sementes de milho, indicando um efeito negativo, isso enfatiza a importância de identificar o momento ideal de colheita, garantindo um alto vigor.

Para avaliação do vigor através do teste do envelhecimento acelerado, os resultados obtidos demonstraram que a antecipação da colheita para teores de umidade entre 36 e 46% resultaram em maior vigor de plântulas, com taxas de germinação de sementes superiores a 95% (Tabela 2). Em contraste, a colheita realizada com teores de umidade inferiores a 30% e superiores a 60% reduziram fortemente o vigor de plântulas quando avaliado pelo teste do envelhecimento acelerado (Tabela 2). HENNING *et al.* (2011) e Tekrony e Hunter (1995) reportaram em seus estudos que a maturidade fisiológica das sementes é um ponto-chave para obtenção de alto vigor pois a colheita com teores de umidade um pouco mais alto resultaram em maior vigor de plântulas.

Tabela 3 – Comprimento da parte aérea, comprimento da raiz primária e massa seca da plântula obtidos na cultura do milho em função da antecipação da colheita usando como base dias decorridos após a polinização e grau de umidade da semente para avaliar a qualidade fisiológica. Cascavel / PR, 2023

Dias após a polinização	Grau de umidade (%)	Comprimento da parte aérea (cm)	Comprimento da raiz primária (cm)	Massa seca da plântula (g)
20	66,8	5,33 e	19,46 ab	0,0119 e
27	63,8	8,64 cd	19,71 ab	0,02245 c
34	56,6	11,56 a	20,52 a	0,0367 b
41	46,8	12,54 a	20,34 a	0,0485 a
48	42,3	10,03 bc	17,60 abc	0,0355 b
55	36,3	10,40 bc	18,44 abc	0,0250 c
62	31,5	8,82 cd	16,92 bc	0,0242 c
69	25,3	8,71 cd	15,95 cd	0,0203 cde
76	19,3	6,81 de	15,37 cd	0,0205 cd
83	13,1	5,50 de	13,42 d	0,0152 de
Média geral		8,83125	17,773	0,026
CV (%)		15,47	7,54	13,44
DMS		2,3	3,23	0,0084

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. CV = Coeficiente de Variação. DMS = Diferença Mínima Significativa.

A qualidade fisiológica de sementes de milho submetidas a antecipação da colheita evidenciou maior comprimento da parte aérea quando a colheita foi realizada aos 34 e 41 dias após a polinização, com teores umidade entre 46 e 56% (Tabela 3). A colheita das sementes de milho com teores de umidade inferiores 40% reduziram o comprimento da parte aérea em mais 15% na comparação com o melhor momento de colheita (Tabela 3). O comprimento da parte aérea de plântulas é um parâmetro importante relacionado a capacidade de competição pela captação da radiação solar e expressão do potencial produtivo, evidenciado especialmente em sementes com elevado vigor (DAN *et al.*, 1987). De maneira similar, maior vigor de sementes resulta plântulas com maior taxa de crescimento devido à maior capacidade de transferência das reservas dos tecidos de armazenamento para o desenvolvimento do eixo embrionário (MEROTTO JUNIOR *et al.*, 1999).

A antecipação da colheita das sementes de milho com teores de umidade superiores a 36% proporcionou maior da raiz primária, com valores maiores que 17,5 cm plântula⁻¹ (Tabela 3). Em contraste, o atraso da colheita das sementes reduziu o comprimento da raiz primária, demonstrando menor desempenho fisiológico e vigor de plântulas. Minuzzi *et al.* (2010) reportaram desempenho fisiológico superior de sementes com vigor, com desenvolvimento mais rápido e uniforme da raiz primária durante o processo de germinação. Adicionalmente, plantas com maior desenvolvimento radicular são mais eficientes na absorção de recursos

essenciais como água e nutrientes disponíveis no solo, tornando-as mais competitivas e com maior capacidade produtiva. Dessa forma, a determinação precisa do momento ideal da colheita revela-se de extrema relevância na busca por sementes de elevada qualidade fisiológica.

Para o acúmulo de massa seca total da plântula, o momento mais adequado para antecipação da colheita ocorreu para sementes com teores de umidade próximo a 46%, na qual proporcionaram maior acúmulo de massa seca total. A colheita realizada sob elevada umidade ou quando as sementes apresentarem baixo teor de umidade foram prejudiciais para o acúmulo de massa seca total, com efeitos negativos superiores a 50% dependendo do momento colheita. Assim como reportado para o comprimento da parte aérea e raiz primária, o acúmulo da massa seca total está diretamente relacionado ao potencial fisiológico das sementes, na qual maior vigor tende a favorecer a geração da biomassa seca (HÖFS *et al.* 2004).

Com base nos resultados desta pesquisa podemos inferir que, a antecipação da colheita tendo como base o intervalo de tempo decorridos após a polinização e os teores de umidade representaram uma oportunidade ímpar para obtenção de sementes com maior qualidade fisiológica. A antecipação da colheita quando as sementes apresentarem teores de umidade próximo a 46% constitui o melhor momento de colheita, com obtenção das melhores respostas de germinação e qualidade fisiológica das sementes. Por outro lado, cabe ressaltar que a colheita mecanizada para sementes com teores de umidade acima de 30% tende a favorecer a ocorrência de dano mecânico e, conseqüentemente, reduzir drasticamente a qualidade fisiológica das sementes.

Conclusões

A antecipação da colheita das sementes de milho proporciona maior germinação de sementes e qualidade fisiológica, especialmente quando realizada com teores de umidade próximo a 46%.

O retardamento da colheita a partir da maturidade fisiológica acarreta menor qualidade fisiológica da semente devido a sua exposição a condições menos favoráveis do ambiente.

Referências

- APARECIDO, L. E. O., ROLIM, G. S., RICHETTI, J., SOUZA, P. S., JOHANN, J. A.; Köppen, Thornthwaite and Camargo climate classifications for climatic zoning in the State of Paraná, Brazil. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 40, n. 4, p. 405-417, 2016.
- ARAUJO, E.F.; ARAUJO, R.F.; SOFIATTI, V.; SILVA, R.F. Qualidade Fisiológica de Sementes de Milhos-doce colhidas em diferentes épocas. **Bragantia**, Campinas, SP. v. 65, nº 4, p. 687-692, 2006
- BARBOSA, D. P. **Silagem de milho grão reidratado submetido a níveis crescentes de pepsina aberto em diferentes tempos**. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Recursos Pesqueiros) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus (AM), 2021. 49 f.
- BORBA, C.S.; ANDRADE, R.V.; AZEVEDO, J.T. Maturidade fisiológica de sementes do híbrido simples BR 201 fêmea de milho (*Zea mays* L.) produzidas no inverno. **Revista Brasileira de Sementes**, Campinas, v.17, n.1, p.129-132, 1995.
- BORBA, C.S.; ANDRADE, R.V.; AZEVEDO, J.T.; ANDREOLI, C.; OLIVEIRA, A.C. Maturação fisiológica de sementes do milho BR 451. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 20., 1994, Goiânia. **Resumos...** Goiânia: ABMS, 1994b. p.264.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399p.
- CONAB - COMPANHIA BRASILEIRA DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra Brasileira de grãos**. v. 10. Safra 2022/2023 n. 12 – Décimo segundo levantamento. Brasília, setembro, 2023. 97p.
- CONCEIÇÃO, P. M. da. **Root system of seedlings as vigor indicative and biostimulant effect in bean and corn seeds**. Tese (Doutorado em Plantas daninhas, Alelopatia, Herbicidas e Resíduos; Fisiologia de culturas; Manejo pós-colheita de) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011. 79 f.
- CORDEIRO, W. S. Corn grain quality at different harvesting times. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 25, p. 703-709, 2021.
- DAN, E. L., MELLO, V. D. C., WETZEL, C. T., POPINIGIS, F., ZONTA, E. P. Transferência de matéria seca como método de avaliação do vigor de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 9, n. 3, p. 45 – 55, 1987.
- ELIAS, S. G., COPELAND, L. O., MCDONALD, M. B., BAALBAKI, R. Z. **Seed testing: principles and practices**. Michigan State University Press, East Lansing. 2012. 354p.
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5. ed., Brasília, 2018. 356 p.
- FARIA, M. A. V. D. R., VON PINHO, R. G., VON PINHO, É. V. D. R., GUIMARÃES, R. M., & FREITAS, F. E. D. O. Qualidade fisiológica de sementes de milho colhidas em diferentes estádios de “linha de leite”. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 1, n. 01, 2002.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.

FINCH-SAVAGE WE, BASSEL GW Seed vigour and crop establishment: extending performance beyond adaptation. **J Exp Bot** v. 67, n. 3, p. 567 – 591, 2016.

HENNING, F. A., JACOB J, E. A., MERTZ, L. M., PESKE, S. T. Qualidade sanitária de sementes de milho em diferentes estádios de maturação. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, p. 316-321, 2011.

HÖFS, A.; SCHUCH, L.O.B.; PESKE, S.T.; BARROS, A.C.S.A. Emergência e crescimento de plântulas de arroz em resposta à qualidade fisiológica de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 26, n. 1, p. 92 – 97, 2004.

JACOB JUNIOR, E. A. **Parâmetros indicativos do ponto de colheita de sementes de milho**. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Sementes), Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel – FAEM, Pelotas / RS, 2010. 47 f.

KNITTLE, K. H.; BURRIS, J. S. Effect of kernel maturation on subsequent seedling vigor in maize 1. **Crop Science**, v. 16, n. 6, p. 851-855, 1976

KONFLANZ, V. A. **Momento de colheita e qualidade fisiológica de sementes de linhagens e híbridos de milho**, Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes), Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel – FAEM, Pelotas / RS, 2005. 23 f.

KUMAR, S., SRIPATHY, K.V., UDAYA BHASKAR, K., VINESH, B. Principles of Quality Seed Production. In: **Dadlani, M., Yadava, D.K. (eds) Seed Science and Technology**. Springer, Singapore. 2012. https://doi.org/10.1007/978-981-19-5888-5_6

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

MEROTTO JUNIOR, A., SANGOI, L., ENDER, M., GUIDOLIN, A. F., HAVERROTH, H. S. A desuniformidade de emergência reduz o rendimento de grãos de milho. **Ciência Rural**, v. 29, p. 595-601, 1999.

MINUZZI, A.; BRACCINI, A. L.; RANGEL, M. A. S.; SCAPIM, C. A.; BARBOSA, M. C.; ALBRECHT, L. P. Qualidade de sementes de quatro cultivares de soja, colhidas em dois locais no estado de Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 1, p. 176-185, 2010.

PRASAD, S. R., CHAUHAN, J. S. AND SRIPATHY, K. V. An Overview of national and international seed quality assurance systems and strategies for energizing seed production chain of field crops in India. **Indian J Agric Sci** v. 87, n. 3, p. 287 – 300, 2017.

TEKRONY, D. M.; HUNTER, J. L. Effect of seed maturation and genotype on seed vigor in maize. **Crop science**, v. 35, n. 3, p. 857-862, 1995.