

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

ANA LUIZA SILVA FRANCO

**POSIÇÃO DAS SEMENTES DE MILHO PIPOCA NO TESTE DE COMPRIMENTO
DE PLÂNTULAS PARA DETERMINAÇÃO DO VIGOR**

Uberlândia – MG

2022

ANA LUIZA SILVA FRANCO

**POSIÇÃO DAS SEMENTES DE MILHO PIPOCA NO TESTE DE COMPRIMENTO
DE PLÂNTULAS PARA DETERMINAÇÃO DO VIGOR**

Trabalho de conclusão de curso apresentado a Universidade Federal de Uberlândia como parte das exigências do Curso de graduação em Agronomia para a obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Orientador: Prof. Dr. Hugo César Rodrigues
Moreira Catão

Coorientador: Dr. Adílio de Sá Júnior

Uberlândia – MG

2022

ANA LUIZA SILVA FRANCO

**POSIÇÃO DAS SEMENTES DE MILHO PIPOCA NO TESTE DE COMPRIMENTO DE
PLÂNTULAS PARA DETERMINAÇÃO DO VIGOR**

Trabalho de Conclusão apresentado ao curso de Agronomia da Universidade Federal de Uberlândia, Campus Glória, das exigências do Curso de graduação em Agronomia para a obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Uberlândia, 2022.

Banca Examinadora:

Dr. Hugo César Rodrigues Moreira Catão – Professor (UFU)

Dr. Adílio de Sá Júnior – Técnico (UFU)

Maurício Alves de Oliveira Filho – Mestrando (UFU)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais, Maria Olivia e Eric Dreyer, por todo apoio, por serem meu primeiro exemplo de amor, e por não medirem esforços pela minha educação e dos meus quatro irmãos amados, obrigada pelo incentivo, obrigada por tudo.

Aos meus amigos de longa data que me acompanharam desde antes a minha entrada na Universidade até a saída, sempre me apoiando.

Aos amigos que fiz durante essa trajetória em especial a turma 62, que deixaram o processo mais leve, com muito companheirismo e cheio de histórias boas para contar.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Hugo Catão e ao meu coorientador, Dr. Adilio de Sá Júnior, pela oportunidade, por todo apoio, paciência e auxílio ao longo do trabalho, vocês me fizeram ter um grande carinho pela disciplina de produção e tecnologia de sementes.

Agradeço ao meu parceiro Matheus, que me ajudou muito durante o trabalho, me motivando e sendo meu grande companheiro de todas as horas.

Por fim, e não menos importante, agradeço-me, por ter sido persistente e independente de todos os obstáculos, segui firme no processo. Graças a mim, a Deus e a todas as pessoas citadas aqui e todas outras que não foram citadas mas que estiveram comigo de alguma forma. Muito obrigada.

RESUMO

O Brasil é o segundo maior produtor de milho pipoca do mundo produzindo cerca de 80mil toneladas/ano, ficando atrás apenas dos Estados Unidos. O milho pipoca (*Zea mays L. everta*) é caracterizado principalmente por grãos pequenos e duros que, quando aquecidos a aproximadamente 177°C, podem estourar devido à pressão de 135 psi criada dentro do grão. A qualidade fisiológica da semente é de extrema importância para obtenção de um estande de plantas adequado. Sementes com alta capacidade germinativa e com elevado vigor desenvolvem de forma rápida, uniforme e são capazes de suportar melhor as adversidades do ambiente. Os testes de vigor e de germinação são os principais testes para comprovar a qualidade fisiológica e o desempenho de sementes de milho pipoca, sendo realizados em laboratório. Os testes de vigor que apresentam avaliação sobre o desempenho de plântulas discutidos nesse trabalho são: classificação do vigor da planta em normal forte e fraca, comprimento de plântulas e massa seca. No teste de vigor sobre o desempenho de plântulas a posição das sementes de milho pipoca durante a realização do teste pode influenciar no resultado final, sendo recomendado uma posição padrão, o que dificulta a execução do teste, sendo necessário a avaliação do desempenho para outras posições da semente. O trabalho tem por objetivo avaliar a posição das sementes de milho pipoca no teste de comprimento de plântulas para determinação do vigor. O experimento foi conduzido em delineamento em blocos casualizados com 4 repetições, em esquema fatorial 3x3, sendo o primeiro fator as 3 posições (posição 1 com a radícula voltada para a face interior do papel sendo a indicada pela metodologia científica, a posição 2 com a radícula voltada para a parte lateral do papel e a posição 3 com a radícula para a parte superior do papel), e o segundo fator sementes de três híbridos de milho pipoca (AP6008, AP4002 e AP4001). Foi realizado a classificação do vigor da planta em normal forte (vigorosas), fraca (pouco vigorosas), comprimento de plântulas e massa seca. As posições foram influenciadas nas variáveis estudadas, sendo a posição padrão indicada pela metodologia científica a recomendada para o teste de vigor para crescimento de plântulas em milho de pipoca.

Palavra-chave: *Zea mays* (L.) *everta*, parte aérea e radicular, massa seca, desempenho de plântulas

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	7
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	9
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	13
4. CONCLUSÃO.....	20
5. REFERÊNCIAS.....	20

1. INTRODUÇÃO

O milho pipoca, *Zea mays* (L.) var. *evarta*, é um alimento muito popular no Brasil, porém a maior parte das sementes de milho pipoca disponível no mercado ainda é importada, esse fato ocorre pela baixa disponibilidade de cultivares nacionais (CRUZ et al., 2021). Todavia, a produção está crescendo, sendo uma fonte de renda vantajosa devido ao valor agregado do produto (ROCHA et al., 2018; KAVAN et al., 2019). Esse aumento é consequência, em parte, do desenvolvimento e adaptação de cultivares importadas às condições climáticas do país (CATÃO; CAIXETA, 2017).

O Brasil é o segundo maior produtor mundial, produzindo cerca de 80 mil toneladas/ano, ficando atrás apenas dos Estados Unidos. Embora ocupe esse ranking e o valor comercial ser bem superior ao do milho comum, a cultura apresenta um perfil de cultivo comercial modesto (MIRANDA et al., 2011). Atualmente, o milho pipoca é cultivado por produtores que utilizam tecnologias de irrigação e maior investimento (CRUZ et al., 2021), aumentando assim a demanda na produção nacional.

Segundo Hosney et al. (1983) o milho pipoca é caracterizado principalmente por grãos pequenos e duros que, quando aquecidos a aproximadamente 177°C, podem estourar devido à pressão de 135 psi criada dentro do grão. Em geral, as variedades de milho pipoca caracterizam-se por serem bastante prolíficas, com colmos finos, poucas folhas, espigas pequenas e são menos produtivas quando comparadas aos milhos comuns (GAMA et al. 1990).

Assim, como muitas outras culturas, além da correta aplicação das práticas culturais, se faz necessário a utilização de sementes de alta qualidade, caracterizadas por conter atributos físicos, fisiológicos, genéticos e sanitários das sementes. Dentre esses atributos, a qualidade fisiológica da semente é de extrema importância para obtenção de estandes de plantas adequados. As sementes com alta capacidade germinativa e com elevado vigor desenvolvem de forma rápida e uniforme, sendo capazes de suportar melhor as adversidades do ambiente (BRACCINI et al., 1999). Lavouras derivadas de sementes de alta qualidade oferecem excelentes produtividades, as sementes de alto vigor mostram um aumento de 20% a 35% no rendimento de grãos quando comparadas as sementes de baixo vigor, além de assegurarem o estabelecimento da lavoura, portanto se faz necessário a realização de testes que comprovem a qualidade da semente (FERNANDES e MARINHO, 2017).

Os testes de vigor e de germinação são os principais testes para comprovar a qualidade fisiológica e o desempenho das sementes, sendo o percentual mínimo de 70% de germinação para comercialização das sementes de milho pipoca (BRASIL, 2013). De acordo com as Regras para Análise de sementes (BRASIL, 2009) a germinação de sementes em teste de laboratório é definido como a emergência e desenvolvimento das estruturas essenciais do embrião, demonstrando sua aptidão para produzir uma planta normal sob condições favoráveis.

Nesse teste é possível classificar as plântulas em normais e anormais; sendo plântulas normais as que apresentam potencial para se desenvolverem, já as anormais são as que não possuem capacidade de desenvolver e dar origem ao indivíduo adulto mesmo que em condições favoráveis (NUNES, 2018). Tendo em vista, que o teste de germinação é realizado em condições controladas de laboratório, e sabendo que as condições ambientais nem sempre são favoráveis, os testes de vigor se fazem necessário.

A Association of Official Seed Analysts (AOSA,1983) definiu o vigor como aquela propriedade das sementes que determina o potencial para uma emergência rápida e uniforme e para o desenvolvimento de plântulas normais sob uma ampla faixa de condições de campo. Já a Internacional Seed Testing Association (ISTA, 1981), define o vigor de sementes como sendo a soma daquelas propriedades que determinam o nível potencial de atividade e desempenho de uma semente ou de um lote de semente durante a germinação e a emergência da plântula sob condições adversas.

Os testes de vigor são usados para distinguir os níveis entre as sementes e também a diferenciação entre os lotes. Esses testes são divididos em métodos diretos e indiretos (OLIVEIRA et al., 2009). Segundo Carvalho & Nakagawa (2000) os métodos indiretos referem-se à avaliação de atributos físicos, fisiológicos e biológicos que indiretamente estão relacionados ao vigor das sementes e já os métodos diretos são aqueles que procuram representar as condições encontradas a campo.

Os testes de vigor que apresentam avaliação sobre o desempenho de plântulas são: classificação do vigor da planta em normal forte (vigorosas), fraca (pouco vigorosas), comprimento de plântulas e massa seca.

O comprimento das plântulas e a matéria seca são avaliações importantes para o vigor, pois representam a maior uniformidade na emergência das plântulas (MARCOS-FILHO, 2015). O teste de comprimento de plântulas utiliza o próprio teste de germinação (MATOS, 2021); é realizado com vinte sementes, que são colocadas em uma ou duas fileiras, em quatro repetições. As amostras que apresentam os maiores valores médios de comprimento em

centímetros (cm) ou milímetros (mm) são consideradas mais vigorosas (NAKAGAWA, 1999), pelo fato da maior translocação de reservas para os pontos de crescimento do embrião.

Além do vigor das sementes que influencia no comprimento das plântulas, outro fator que pode causar interferência são as posições nas quais as sementes são alocadas durante a condução do teste, podendo comprometer o resultado final. Segundo Matos (2021), dependendo da posição em as sementes de soja se encontra no papel de germinação, após a alocação dos rolos contendo as sementes no germinador, ocorre maior gasto de energia durante o processo de desenvolvimento da plântula.

A posição considerada padrão para o teste é com a radícula voltada para parte inferior do papel, favorecendo o crescimento das plântulas (MARCOS-FILHO et al., 1999). No entanto, a necessidade de posicionar as sementes de maneira correta faz com que a montagem do teste seja mais lenta e trabalhosa; além de que as sementes podem movimentar durante o processo de montagem saindo da posição recomendada modificando o resultado. Sendo assim, faz necessária a avaliação do desempenho de outras posições das sementes no teste de comprimento de plântulas a fim de determinar o vigor das sementes (SILVA, 2022).

Diante do exposto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar diferentes posições de sementes no teste de comprimento para a determinação do vigor de sementes e plântulas de milho pipoca.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Sementes (LASEM), localizado na Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Foram utilizadas sementes de milho pipoca da empresa AG ALUMNI SEED, produzidas na safra de 2020 cedidas pela empresa General Mills Alimentos LTDA. Inicialmente foi realizada a caracterização inicial da qualidade das sementes por meio dos testes: teor de água, peso de mil sementes e de germinação.

O teor de água foi realizado pelo método da estufa a $105\pm 3^{\circ}\text{C}$, utilizando-se duas subamostras com 4 a 5 gramas de sementes cada; o peso de mil sementes (PMS) foi determinado pela utilização de 8 repetições de 100 sementes; e o teste de germinação realizado a 25°C com leitura de plântulas normais no sétimo dia. Os testes foram realizados para conforme prescrito nas Regras para Análises de Sementes (BRASIL, 2009).

Foi utilizado o delineamento em blocos casualizados (DBC) com 4 repetições, em esquema fatorial 3x3, sendo o primeiro fator composto por três híbridos de milho pipoca e o

segundo por três posições de sementes no teste de comprimento de plântulas. Cada tratamento foi composto por 4 rolos com 20 sementes cada, totalizando 9 tratamentos e 36 parcelas.

Os híbridos de milho pipoca com tratamento de sementes industrial contendo fungicida (Maxim® XL) e grafite foram caracterizados pelos híbridos: AP6008, AP4002 e AP4001. Esses híbridos foram dispostos da seguinte forma (Figura 1):

- Posição 1: radícula voltada para a face inferior do papel;
- Posição 2: radícula voltada para a parte lateral do papel;
- Posição 3: radícula voltada para a parte superior do papel;



Figura 1. Esquema de posicionamento de sementes. **Fonte:** FRANCO,A.L.S.,2022.

O teste de comprimento foi preparado em papéis para germinação, os quais foram, umedecidos com água deionizada com volume igual a 2,5 vezes o peso seco dos papéis.

Vinte sementes foram distribuídas em cima do papel umedecido de forma horizontal, e posicionadas em duas fileiras intercaladas entre si, sendo a distância entre as duas fileiras de 3 centímetros. As sementes foram dispostas de tal forma que não atrapalhasse o crescimento das plântulas (Figura 2).



Figura 2. Disposição das sementes de milho pipoca no papel germinador. **Fonte:** FRANCO, A.L.S.,2022.

Após finalizado a montagem dos testes, foi feito o sorteio dos tratamentos em cada bloco. Em seguida os rolos foram distribuídos conforme sorteio no germinador do tipo Mangelsdorf (Figura 3), onde ficaram durante 5 dias com temperatura de 25°C, com ausência de luz para favorecer o estiolamento das plântulas e crescimento máximo das plântulas. (Figura 4).



Figura 3 e 4. Germinador do tipo Mangelsdorf e distribuição dos rolos no germinador. **Fonte:** FRANCO,A.L.S.,2022.

Os rolos foram retirados do germinador após 5 dias (Figura 5), e procedeu-se as avaliações de cada tratamento. Inicialmente, os rolos foram abertos, e as plântulas normais, anormais e sementes mortas foram avaliadas de acordo com os princípios gerais indicados na RAS (BRASIL,2009). As plântulas anormais e as sementes mortas foram descartadas. As plântulas normais foram separadas em fortes e fracas (Figura 6), usando como critério o desenvolvimento inicial da parte aérea (coleóptilo) e o sistema radicular.



Figura 5. Rolos de germinação após 5 dias e início das avaliações dos tratamentos. **Fonte:** FRANCO, A.L.S.,2022.



Figura 6. Separação plântulas fortes, fracas e anormais. **Fonte:** FRANCO, A.L.S.,2022.

Após a separação, realizou-se as medições com o auxílio de uma régua dos comprimentos das plântulas mensurando a parte aérea (coleóptilo e/ou os primeiros pares de folhas) e radicular (raiz principal) em centímetros. Posteriormente, com auxílio do bisturi as plântulas foram seccionadas separando a parte aérea, parte radicular e tecido de reserva (Figura 7), partes as quais foram acondicionas em envelopes de papel devidamente identificados.

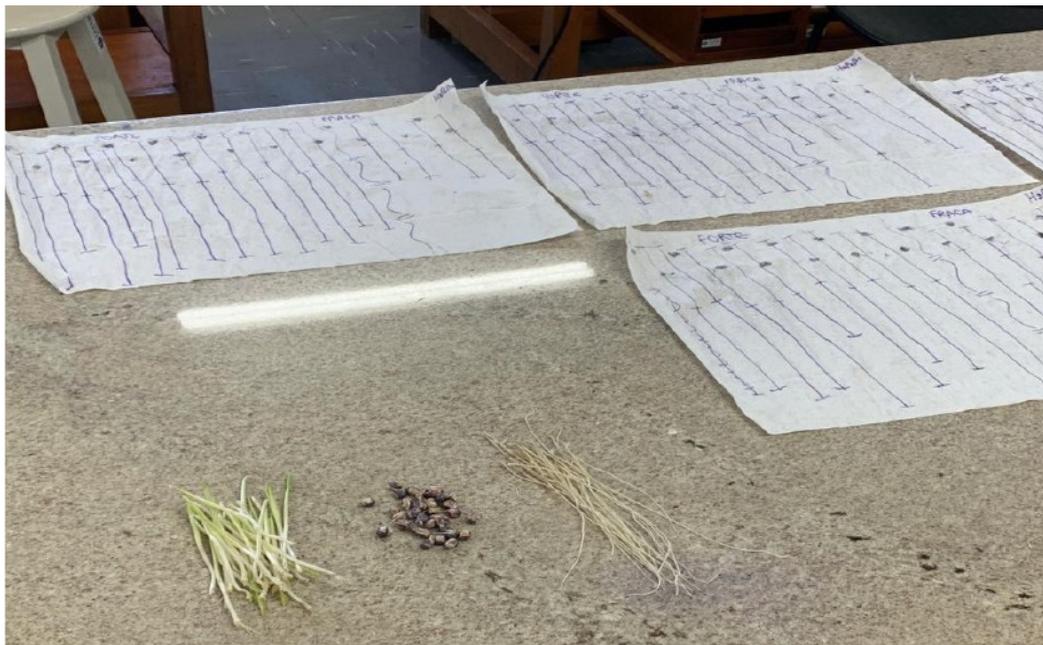


Figura 7. Medição do comprimento e secção das plântulas. **Fonte:** FRANCO, A.L.S.,2022

Os envelopes foram levados para a estufa regulada a 65°C até peso constante, que ocorreu em 24 horas. Após o término da secagem, o material foi retirado, colocado para esfriar em dessecador com sílica gel por meia hora e posteriormente pesado em balança analítica com precisão de três casas decimais, a fim de obter a massa da matéria seca de cada tratamento em gramas.

As médias das variáveis foram submetidas ao teste de “F” e quando significativas, submetidas ao teste de Tukey a 5% de significância pelo programa estatístico SISVAR.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A caracterização inicial foi realizada com testes de germinação (G), peso de mil sementes (PMS) e umidade (U), onde se observa na Tabela 1, que as sementes dos híbridos apresentaram germinação superior ao padrão mínimo estabelecida na Instrução Normativa nº 45 (BRASIL, 2013) que trata dos padrões para comercialização de sementes de milho e suas variedades. Apesar de apresentarem peso de mil sementes diferentes, os coeficientes de variação foram menores que o exigido pelas RAS (MAPA, 2009). Na variável umidade, as diferenças foram menor que 1%, indicando a possibilidade do desenvolvimento dessa pesquisa.

Tabela 1. Caracterização inicial de sementes híbridas de milho pipoca por meio dos testes de germinação (G), peso de mil sementes (PMS) e umidade (U).

VARIÁVEIS ANALISADAS			
HÍBRIDOS	G (%)	PMS (g)	U (%)
AP6008	97	182,3	4,0
AP4002	96	186,9	4,0
AP4001	90	147,6	4,3

Os quadrados médios provenientes da Análise de Variância (ANAVA) para o teste F a 5% de significância, são apresentados na Tabela 2. Pode-se observar significância entre os fatores para as variáveis de comprimento da parte aérea das plântulas normais fracas (CPANFr) e comprimento da parte radicular das plântulas normais fracas (CPRNFr).

As variáveis germinação (G%), comprimento da parte radicular das plântulas normais fortes (CPRNFo) (Tabela 2), massa seca dos tecidos de reserva das plântulas normais fortes (MSTRF) e massa seca dos tecidos de reserva das plântulas normais fracas (MSTRFr) (Tabela 3) foram significativas para o fator Híbridos.

Tabela 2. Quadrados médios provenientes da ANAVA de três híbridos de milho pipoca para germinação (G), plântulas normais fortes (PNFo), plântulas normais fracas (PNFr), comprimento da parte aérea das plântulas normais fortes (CPANFo), comprimento da parte radicular das plântulas normais fortes (CPRNFo), comprimento da parte aérea das plântulas normais fracas (CPANFr), comprimento da parte radicular das plântulas normais fracas (CPRNFr), para o experimento com três diferentes tipos de posicionamento de radícula no teste de crescimento de plântulas, Uberlândia, MG, Agosto/2022.

FV	GL	QUADRADOS MÉDIOS						
		G	PNFo	PNFr	CPANFo	CPRNFo	CPANFr	CPRNFr
H	2	98,58*	3,02 ^{ns}	1,86 ^{ns}	0,08 ^{ns}	8,58*	0,19	0,19
P	2	252,08*	75,69*	26,69*	3,00*	16,58*	2,52	8,36
H x P	4	92,66 ^{ns}	0,94 ^{ns}	4,52 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,91 ^{ns}	0,61*	0,61*
Bloco	3	189,28	23,73	5,13	0,62	14,74	2,07	0,66
Erro	24	23,70	0,93	2,09	0,26	1,32	0,19	1,58
CV	-	5,47	10,80	-	6,66	10,15	-	-

ANAVA= Análise de variância, H= híbridos, P=posição, ^{ns}-não significativo para “F”, * significativo para o teste “F”0,5%.

Analisando o fator Posições de sementes isoladamente todas foram significativas, com exceção do comprimento da parte aérea das plântulas normais fracas (CPANFr) e comprimento da parte radicular das plântulas normais fracas (CPRNFr) (Tabela 2). Também foi observado significância para massa seca da parte radicular das plântulas normais fortes (MSPRF) e massa seca da parte radicular das plântulas normais fracas (MSPRFr) (Tabela 3).

Tabela 3. Quadrados médios provenientes da ANAVA de três híbridos de milho pipoca para o comprimento de plântulas inteiras normais fortes (CPINF), comprimento de plântulas inteiras normais fracas (CPINFr), massa seca da parte aérea das plântulas normais fortes (MSPAF), massa seca da parte radicular das plântulas normais fortes (MSPRF), massa seca da parte aérea das plântulas normais fracas (MSPAFr), massa seca da parte radicular das plântulas normais fracas (MSPRFr), massa seca do tecido de reserva das plântulas fortes (MSTRF), massa seca do tecido de reserva das plântulas fracas (MSTRFr), massa seca de plântula inteira forte (MSPIF), massa seca da plântulas inteira fracas (MSPIFr) para o experimento com três diferentes tipos de posicionamento de radícula no teste de crescimento de plântulas, Uberlândia, MG, Agosto/2022.

FV	GL	QUADRADOS MÉDIOS									
		CPINF	CPINFr	MSPAF	MSPRF	MSPAFr	MSPRFr	MSTRF	MSTRFr	MSPIF	MSPIFr
H	2	7,69 ^{ns}	0,75 ^{ns}	0,19 ^{ns}	0,19 ^{ns}	0,25 ^{ns}	0,02 ^{ns}	9,33*	9,52*	0,19 ^{ns}	0,25 ^{ns}
P	2	28,52*	22,75*	0,77*	0,19 ^{ns}	0,75*	0,02 ^{ns}	14,33*	4,52*	0,86*	0,25 ^{ns}
H x P	4	0,52 ^{ns}	0,37 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,15 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,41 ^{ns}	0,77 ^{ns}	0,40 ^{ns}	0,25 ^{ns}
Bloco	3	14,14	0,96	0,51	0,62	0,10	0,02	2,85	2,84	3,11	1,65
Erro	24	1,43	1,69	0,10	0,09	0,16	0,02	0,39	0,46	0,13	0,11

CV	-	6,28	9,76	41,03	16,62	54,05	0,02	16,36	17,21	46,70	27,02
----	---	------	------	-------	-------	-------	------	-------	-------	-------	-------

ANAVA= Análise de variância, H= híbridos, P=posição, ^{ns}-não significativo para "F", * significativo para o teste "F"^{0,5%}.

A classificação do vigor de plântulas, normais fortes (PNFo) e normais fracas (PNFr), são apresentadas na Tabela 4. Foi verificado que não houve interação entre os fatores. No entanto, ao ser analisado os híbridos em separado, as posições foram significativas. Ao ser analisada a variável plântulas normais fracas (PNFr) não houve diferenças entre os híbridos. A posição 1 se diferiu das demais para plântulas normais fortes (PNFo) e fracas (PNFr), salientando-se que para essa última variável é desejável a obtenção de menores percentagens (Tabela 4).

Tabela 4. Percentagem de plântulas normais fortes (PNFo) e fracas (PNFr) para o experimento com três híbridos de milho pipoca em três diferentes tipos de posicionamento de radícula no teste de crescimento de plântulas. Uberlândia, MG, Agosto/2022.

Híbridos	PNFo (%)				PNFr (%)			
	Posição				Posição			
	1	2	3	Média	1	2	3	Média
AP6008	54	43	31	43A	45	41	54	47A
AP4002	60	51	31	48A	36	43	59	46A
AP4001	56	45	33	45A	35	46	48	43A
Média	57a	47b	32c	-	39a	43b	54b	-

Médias seguidas de letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância.

As percentagens de germinação demonstra que o híbrido AP4001 obteve percentagens significativas e superiores aos híbridos AP6008 e AP4002, os quais são iguais entre si. As posições também foram significativas (Tabela 5).

Tabela 5. Percentagem de germinação proveniente de três híbridos de milho pipoca em três diferentes tipos de posicionamento de radícula no teste de crescimento de plântulas.

Híbridos	Germinação (%)			
	Posição			
	1	2	3	Média
AP6008	98	83	84	88AB
AP4002	94	94	89	92A
AP4001	89	90	81	87B
Média	94a	89ab	85b	

Médias seguidas de letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância.

O vigor pode ser mensurado pelos testes de comprimento de plântulas (CPANFo), mas para o fator isolado Híbridos, não houve diferenças entre as médias (Tabela 6). Para o fator

Posições, é possível verificar que na posição 1 foram obtidos os maiores comprimentos de parte aérea. Para o comprimento da parte radicular das plântulas normais fortes (CPRNFo) foi verificado diferenças entre os híbridos, sendo AP4001, o que houve maior crescimento de raízes (Tabela 6).

Tabela 6. Comprimentos da parte aérea (CPANFo) e radicular (CPRNFo) de plântulas normais fortes provenientes de três híbridos de milho pipoca em três diferentes tipos de posicionamento de radícula no teste de crescimento de plântulas, Uberlândia, MG, Agosto/2022.

Híbridos	CPANFo (cm)				CPRNFo (cm)			
	Posição				Posição			
	1	2	3	Média	1	2	3	Média
AP6008	8,25	7,75	7,50	7,83A	12,25	10,00	9,00	10,41B
AP4002	8,25	7,75	7,25	7,75A	12,50	11,25	10,75	11,50AB
AP4001	8,25	7,75	7,00	7,66A	13,00	12,25	11,00	12,08A
Média	8,25a	7,75ab	7,25b		12,58a	11,16b	10,25b	

Médias seguidas de letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Apesar das plântulas fracas não serem computadas como vigorosas, elas compõem o percentual da germinação. E estudando sua composição para o comprimento da parte aérea das plântulas normais fracas (CPANFr) e comprimento da parte radicular das plântulas normais fracas (CPRNFr) foi verificado interação significativa entre os fatores (Tabela 7).

Tabela 7. Comprimentos da parte aérea (CPANFr) e radicular (CPRNFr) de plântulas normais fracas provenientes de três híbridos de milho pipoca para o experimento em três diferentes tipos de posicionamento de radícula no teste de crescimento de plântulas, Uberlândia, MG, Agosto/2022.

Híbridos	CPANFr (cm)				CPRNFr (cm)			
	Posição				Posição			
	1	2	3	Média	1	2	3	Média
AP6008	5,75Aa	5,25Aa	5,25Aa	5,41	9,25	8,00	6,75	8,00A
AP4002	6,50Aa	5,75Aa	4,75Ab	5,66	8,50	7,75	7,00	7,75A
AP4001	5,75Aa	5,75Aa	5,25Aa	5,58	8,50	7,75	7,50	7,91A
Média	6,00	5,58	5,08		8,75a	7,83ab	7,08b	

Médias seguidas de letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Para a parte aérea de plântulas normais fracas é possível verificar na Tabela 7 que todos os híbridos se comportam de forma semelhante independentemente da posição. O menor comprimento de parte aérea nas plântulas normais fracas foi verificado no híbrido

AP4002 na posição 3. Já na parte radicular, houve diferenças somente nas posições, sendo a posição 1, com a radícula voltada para a face inferior do papel a que proporcionou o maior desenvolvimento de raiz em plântulas normais fracas (CPRNFr). O comprimento de plântulas é usado como teste de vigor, pois quanto mais a semente metabolizar as reservas dos tecidos e transferir para o embrião, maior será seu tamanho, facilitando o seu desenvolvimento no campo.

Para o comprimento de plântula inteira forte (CPIFo) não houve interação significativa entre os fatores. Entretanto, as médias obtidas no híbrido AP4001 foi estatisticamente superior ao híbrido AP6008. O híbrido AP4002 se comportou de forma ambígua. A posição 1 utilizada na montagem dos testes se diferiu das demais para a variável comprimento de plântula inteira fraca (CPIFR). É possível verificar também que as posições 2 e 3 não se diferiram (Tabela 8).

Tabela 8. Comprimentos de plântulas inteiras fortes (CPIFo) e fracas (CPIFR) provenientes de três híbridos de milho pipoca para o experimento com três diferentes tipos de posicionamento de radícula no teste de crescimento de plântulas, Uberlândia, MG, Agosto/2022.

Híbridos	CPIFo (cm)				CPIFR (cm)			
	Posição				Posição			
	1	2	3	Média	1	2	3	Média
AP6008	20,25	18,00	16,50	18,25B	15,00	13,00	12,00	13,33A
AP4002	20,50	19,25	18,00	19,25AB	14,50	13,25	11,50	13,08A
AP4001	21,25	20,00	18,25	19,83A	14,75	13,50	12,50	13,58A
Média	20,66a	19,08b	17,58c		14,75a	13,25b	12,00b	

Médias seguidas de letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância.

A quantidade de compostos orgânicos e inorgânicos fixados aos tecidos das partes aéreas e radiculares é quantificada pela massa seca (Tabelas 9, 10, 11 e 12). A parte aérea das plântulas ou epicótilo é de grande relevância, pois quanto mais a plântula crescer de forma rápida e uniforme, mais chances terá de sobreviver a condições desfavoráveis de campo.

Na variável massa seca da parte aérea de plântulas fortes (MSPAPFo) é possível verificar que as posições 1 e 2 podem ser utilizadas (posição 1 é a indicada na metodologia científica). Em relação a massa seca da parte radicular de plântulas fortes (MSPRPFo), não foram verificadas diferenças significativas nos híbridos e nas posições (Tabela 9).

Tabela 9. Massa seca da parte aérea (MSPAPFo) e radicular (MSPRPFo) de plântulas fortes provenientes de plântulas fortes para o experimento com três híbridos de milho pipoca em três diferentes tipos de posicionamento de radícula no teste de crescimento de plântulas, Uberlândia, MG, Agosto/2022.

Híbridos	MSPAPFo (g)				MSPRPFo (g)			
	Posição				Posição			
	1	2	3	Média	1	2	3	Média
AP6008	1,00	0,75	0,50	0,75A	0,25	0,00	0,00	0,08
AP4002	1,00	1,00	0,75	0,91A	0,50	0,50	0,00	0,33
AP4001	1,00	0,75	0,25	0,66A	0,25	0,00	0,25	0,16
Média	1,00a	0,83a	0,50b		0,33	0,16	0,08	

Médias seguidas de letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Na Tabela 10 estão apresentadas as médias da massa seca da parte aérea das plântulas fracas (MSPAPFr). Não houve diferença estatística entre os híbridos de milho pipoca, entretanto, ocorreram diferenças significativas nas posições 1 e 3. Mesmo na posição 1, que é recomendável, sementes que possuem menor vigor tem dificuldade para redirecionar suas reservas para o desenvolvimento das plântulas. Para a massa seca da parte radicular de plântulas fracas (MSPRPFr) não houve significância para os híbridos e as posições de sementes.

Tabela 10. Massa seca da parte aérea (MSPAPFr) e radicular (MSPRPFr) provenientes de plântulas fracas para o experimento com três híbridos de milho pipoca em três diferentes tipos de posicionamento de radícula no teste de crescimento de plântulas, Uberlândia, MG, Agosto/2022.

Híbridos	MSPAPFr (g)				MSPRPFr (g)			
	Posição				Posição			
	1	2	3	Média	1	2	3	Média
AP6008	0,50	0,50	1,00	0,66A	0,00	0,00	0,00	0,000
AP4002	0,75	1,00	1,00	0,91A	0,00	0,00	0,25	0,083
AP4001	0,25	0,75	1,00	0,66A	0,00	0,00	0,00	0,000
Média	0,50b	0,75 ab	1,00a		0,00	0,00	0,08	

Médias seguidas de letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância.

O endosperma é a principal de reserva entre as monocotiledôneas. As sementes de milho o utilizam essa fonte de reserva energética no processo inicial da germinação. Desta forma, é de se esperar dentro do mesmo híbrido que quanto menos massa seca tiver nesse tecido melhor será para o desenvolvimento das plântulas, pois conseguiu transferir de forma mais eficiente as reservas.

Na Tabela 11 é possível comparar os híbridos quanto a massa seca dos tecidos de reservas de plântulas fortes (MSTRFO). É possível observar que o híbrido AP4002 foi o que mais redirecionou reservas para as plântulas, portanto o mais eficiente entre os híbridos. A posição 3 foi a que melhor permitiu a transferência de reservas para as plântulas. Para os tecidos de reservas provenientes das plântulas fracas os híbridos AP6008 e AP4002 não se diferiram, porém inferiores ao híbrido AP4001 (Tabela 11).

Tabela 11. Massa seca do tecido de reservas das plântulas fortes (MSTRFO) e fracas (MSTRFr) para o experimento com três híbridos de milho pipoca em três diferentes tipos de posicionamento de radícula no teste de crescimento de plântulas, Uberlândia, MG, Agosto/2022.

Híbridos	MSTRFO (g)				MSTRFr (g)			
	Posição				Posição			
	1	2	3	Média	1	2	3	Média
AP6008	5,25	4,25	2,00	4,16 B	4,75	4,25	5,25	4,75B
AP4002	5,50	5,00	3,00	2,83A	3,25	4,00	5,25	4,16B
AP4001	3,75	2,75	3,00	4,50C	2,50	3,00	3,50	3,00A
Média	4,83c	4,00b	2,66a		3,50a	3,75a	4,66b	

Médias seguidas de letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância.

A massa seca é uma importante ferramenta para separar lotes de milho em diferentes classes de vigor. Na Tabela 12 a massa seca das plântulas inteiras fortes sem tecido de reserva (MSPIFOstr) não foi verificada a interação significativa dos fatores analisados. Na separação da qualidade, o teste se mostrou ineficiente, para classificá-los. Quanto as posições foi verificado que a posição 1 foi a que melhor respondeu a essa variável. Estudando a massa seca das plântulas inteiras fracas e sem tecido de reserva (MSPIFRstr) é possível observar comportamento similar a variável anterior para os híbridos. Mas nesse caso a posição 3 foi a que melhor respondeu (Tabela 12).

Tabela 12. Massa seca das plântulas inteiras fortes (MSPIFOstr) e fracas sem tecido de reserva (MSPIFRstr) para o experimento com três híbridos de milho pipoca em três diferentes tipos de posicionamento de radícula no teste de crescimento de plântulas, Uberlândia, MG, Agosto/2022.

Híbridos	MSPIFOstr (g)				MSPIFRstr(g)			
	Posição				Posição			
	1	2	3	Média	1	2	3	Média
AP6008	0,75	0,75	0,75	0,75A	0,50	0,50	1,50	0,66A
AP4002	1,25	1,00	0,50	0,91A	0,75	1,00	1,50	0,91A
AP4001	1,25	0,25	0,50	0,66A	0,25	0,75	1,25	0,66A
Média	1,08a	0,66b	0,58b		0,50b	0,75ab	1,41a	

Médias seguidas de letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Em sementes de soja há muitas pesquisas nessa área, Barboza (2021) verificou que as sementes de soja dispostas com a ponta da radícula voltada para uma das laterais do papel apresentaram significância superior ou equivalente a posição recomendada, com a ponta da radícula voltada para a face inferior do papel. Já Carvalho (2022) analisando cultivares de soja observou que as posições não influenciaram nos testes de vigor para o crescimento de plântulas, porém a posição com a radícula voltada para baixo com a micrópila posicionada em direção a dobradura do papel é recomendada para realização do teste de comprimento, sendo necessário o aperfeiçoamento do teste. De maneira semelhante, Vinhais (2021) por meio da análise computadorizada de imagens para determinação de comprimento de plântulas de soja em razão de vigor e posição de sementes em três lotes da cultivar Brasmax – Desafio, verificou que a posição e o vigor influenciaram de maneira significativa no teste de comprimento, no qual sementes com radícula voltada para baixo e a micrópila em direção à dobradura de papel apresentaram melhor desempenho.

Nascimento et al. (2002) verificaram que as sementes de bacabinha (*Oenocarpus mapora*) não têm a germinação afetada nas quatro posições de semeadura testadas, porém a emergência das plântulas se torna mais rápida quando colocadas com o poro de germinação voltado para a superfície do substrato. Já Martins et al. (2012) observaram que todas as posições de semeadura adotadas em substrato a base de serragem de pinus oferecem as condições mais adequadas ao processo de germinação e crescimento de plântulas de guapuruvu (*Schizolobium parahyba*).

4. CONCLUSÃO

As posições das sementes influenciam no crescimento de plântulas e no vigor de sementes. As sementes devem ser posicionadas com radícula voltada para a face inferior do papel sendo a posição recomendada para o teste de vigor baseado no crescimento de plântulas de milho de pipoca.

5. REFERÊNCIAS

AOSA. Association of Official Seed Analysts. **Seed vigor testing handbook**. East Lansing, AOSA, 1983. 88p.

BARBOZA, A. B. O. **Posição das sementes de cultivares de soja no teste de crescimento de plântulas**. 2021. 22f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2021.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa N° 45, de 17 de setembro de 2013**. Brasília, p.13 – Anexo XX. 2013

BRASIL. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2009.

BRACCINI, A.L.; REIS, M.S.; SEDIYAMA, C.S.; SCAPIM, C.A.; BRACCINI, M.C. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja, após o processo de hidratação-desidratação e envelhecimento acelerado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.6, p.1053-1066, 1999.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588 p.

CARVALHO, G. O. **Testes de vigor pelo comprimento de plântulas de soja (*Glycine max L*) podem ser influenciados pela posição da semente?**. 2022. 20f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2022.

CATÃO, H. C. R. M.; CAIXETA, F. Physiological, isozyme changes and image analysis of popcorn seeds submitted to low temperatures. **Journal of Seed Science**, 39(3):234- 243, 2017.

CRUZ, J, C, et al. **Cultivo do Milho**. Dezembro, 2021. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/milho/producao/sistemas-diferenciais-de-cultivo/milho-pipoca>>. Acesso em: 15 de set. 2022.

FERNANDES, R. L; MARINHO, M. S. Controle de qualidade na produção de milho-semente. **ICESP**, v.1, n.1, p.1-10, 2017

GAMA, E. E. G. et al. Milho pipoca. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 14, n. 165, p. 12-16, 1990.

HOSENEY, R.C.; ZELEZNAK,K. ; ABDELRAHMAN, A. Mechanism of Popcorn popping. **Journal of Cereal Science I**, 43-52, 1983.

KAVAN, et al. Accelerated aging periods and its effects on electric conductivity of popcorn seeds. **Revista de Ciências Agrárias**, 42(1):40-48, 2019.

ISTA. **International Rules for Seed Testing**. Basseldorf, Switzerland, International Seed Testing Association, 303 p., 2006.

MATOS, M. E. S. **Posição das sementes soja com diferentes níveis de vigor no teste de comprimento de plântulas**. 2021. 18 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2021.

MARCOS-FILHO, J. Testes de vigor: importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.1.1-1.21.

MARTINS, C. C. ET AL. **Posição da semente na semeadura e tipo de substrato sobre a emergência e crescimento de plântulas de *Schizolobium parahyba* (vell.) s.f. blake.** 2012. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 22, n. 4, p. 845-852, out.-dez., 2012.

MIRANDA, D. S.; SILVA, R. R.; TANAMATI, A. A. C.; CESTARI, L. A.; MADRONA, G. S.; SCAPIM, M. R. Avaliação da qualidade do milho-pipoca. **Revista Tecnológica, Edição Especial V Simpósio de Engenharia, Ciência e Tecnologia de Alimentos**, p.13-20, 2011.

NASCIMENTO, W. M. O.; OLIVEIRA, M. S. P.; CARVALHO, J. E. U.; MÜLLER, C. H. Influência da posição de semeadura na germinação, vigor e crescimento de plântulas de bacabinha (*Oenocarpus mapora* Karsten-arecaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, v.24, n.1, p.179-182, 2002.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação de plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA-NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.2:1- 2:21.

NUNES, S.P. **Teste de classificação de plântulas normais fortes para as espécies *Enterolobium contortisiliquum*, *Pityrocarpa moniliformis* e *Poincianella pyramidalis*.** Trabalho de Conclusão de Mestrado em Ciências Florestais - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Macaíba, 2018.

OLIVEIRA, A. C. S.; MARTINS, G. N.; SILVA, R. F.; VIEIRA, H. D.; Testes de vigor em sementes baseados no desempenho de plântulas. **Inter Science Place**, ano 2, n. 4. 2009.

ROCHA, C. S. et al. Physiological quality of popcorn seeds assessed by the accelerated aging test. **Journal of Seed Science**, 40(4):428-434, 2018.

VINHAIS, L. M. **Uso da análise de imagens para determinação de diferentes índices de vigor em função das posições de sementes de soja.** 2021. 23 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2021.