

**AVALIAÇÃO DO RENDIMENTO E QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES  
HÍBRIDAS DE MILHO SOB DIFERENTES RELAÇÕES PARENTAIS E  
SINCRONISMO DE FLORESCIMENTO**

**VALDINEI CRUZ AZEREDO**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY RIBEIRO**

**CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ  
AGOSTO – 2024**

AVALIAÇÃO DO RENDIMENTO E QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES  
HÍBRIDAS DE MILHO SOB DIFERENTES RELAÇÕES PARENTAIS E  
SINCRONISMO DE FLORESCIMENTO

**VALDINEI CRUZ AZEREDO**

“Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e  
Tecnologias Agropecuárias da Universidade  
Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como  
parte das exigências para obtenção do título de  
Mestre em Produção Vegetal”

Orientador: Prof. Dr. Henrique Duarte Vieira

Coorientadora: Dra. Rosenilda de Souza

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ  
AGOSTO – 2024

**FICHA CATALOGRÁFICA**  
UENF - Bibliotecas  
Elaborada com os dados fornecidos pelo autor.

A993      Azeredo, Valdinei Cruz.

Avaliação do rendimento e qualidade fisiológica de sementes híbridas de milho sob diferentes relações parentais e sincronismo de florescimento / Valdinei Cruz Azeredo. - Campos dos Goytacazes, RJ, 2024.

97 f. : il.  
Inclui bibliografia.

Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, 2024.  
Orientador: Henrique Duarte Vieira.  
Coorientadora: Rosenilda de Souza.

1. *Zea mays* L. 2. Relação fêmea/macho. 3. Vigor de sementes. 4. *split*. 5. Produção de sementes. I. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. II. Título.

CDD - 630

AVALIAÇÃO DO RENDIMENTO E QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES  
HÍBRIDAS DE MILHO SOB DIFERENTES RELAÇÕES PARENTAIS E  
SINCRONISMO DE FLORESCIMENTO

**VALDINEI CRUZ AZEREDO**

“Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e  
Tecnologias Agropecuárias da Universidade  
Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como  
parte das exigências para obtenção do título de  
Mestre em Produção Vegetal”

Aprovada em 01 de agosto de 2024.

Comissão Examinadora:

Documento assinado digitalmente  
 **JANEU EUSTAQUIO DE ALMEIDA FILHO**  
Data: 30/09/2024 13:55:34-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Janeu Eustáquio de Almeida Filho (D. Sc. Genética e Melhoramento) – Bayer Brasil

Documento assinado digitalmente  
 **ROSENILDA DE SOUZA**  
Data: 01/10/2024 15:22:43-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Rosenilda de Souza (D. Sc. Ciências) – UENF

Documento assinado digitalmente  
 **ALEXANDRE PIO VIANA**  
Data: 02/10/2024 10:17:00-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Alexandre Pio Viana (D. Sc. Produção Vegetal) – UENF

Documento assinado digitalmente  
 **HENRIQUE DUARTE VIEIRA**  
Data: 30/09/2024 17:23:25-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Henrique Duarte Vieira (D. Sc. Produção Vegetal) – UENF  
Orientador

*Aos meus familiares, especialmente minha mãe, mulher batalhadora e guerreira, que não mediu esforços para auxiliar nos meus estudos e sente orgulho em ver seus filhos crescendo.*

**Com todo amor, dedico!!!**

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradecer a Deus, a fé é fundamental para que possamos sempre acreditar que somos capazes de alcançar nossos objetivos. Também agradeço a Deus pelas pessoas acolhedoras que sempre tive ao meu redor;

Agradeço aos meus familiares por todo apoio, sobretudo minha mãe, Altamira Rodrigues, pessoa simples e humilde, que sempre fez de tudo para que eu pudesse estudar. Sem ela nada disso seria possível, mesmo sendo mãe solo, me deu a melhor criação;

Agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. Henrique Duarte, por ter aberto as portas do laboratório de Produção e Tecnologia de Sementes para que eu pudesse adquirir alguns conhecimentos. Foi muito gratificante contar com seu apoio para meu crescimento acadêmico e profissional, sendo um excelente orientador. Atenção nos prazos e nos detalhes!

Agradeço a todos do laboratório de Sementes, o técnico Carlos, Laura, Fernanda, José Daniel, sempre que necessário estavam dispostos a ajudar ou esclarecer alguma dúvida;

Sou grato a minha coorientadora, Dra. Rosenilda, que teve papel fundamental para a conclusão desse trabalho. Ajudou acintuosamente no planejamento, estatística, escrita de resumos para eventos (até com premiação), avaliações (sobretudo laboratoriais) e principalmente na escrita e organização das ideias da dissertação;

À Juliana Santa Barbara, na época dos experimentos minha namorada, hoje minha esposa e companheira que foi extremamente necessária na coleta dos dados, a condução de experimentos de campo e de laboratório. A pessoa que mais ajudou, seja na sementeira, desbaste, adubação, despendoamento, avaliações, entre outros. Sou grato por toda ajuda e por tê-la em minha vida;

Aos membros da banca, Alexandre Pio e Janeo Eustaquio, pelo aceite em participar desta etapa primordial em minha trajetória;

Aos amigos Cristian, Durval, José Manuel (técnico do Colégio Agrícola) e Marcelo sou grato por terem me apoiado sempre que preciso;

A Rio Norte Sementes, por meio de Alexandre Pio, por todo apoio na pesquisa e oportunidade de crescimento profissional;

Sou grato à UENF, Universidade onde tive o privilégio de concluir minhas atividades acadêmicas;

Sou grato a todo o Programa de Produção Vegetal. A todo corpo docente, secretários, técnicos e coordenação;

Agradeço ao CNPq, órgão de fomento que financiou minha passagem pela Universidade;

Enfim, deixo aqui um agradecimento especial a todos, peço desculpa se esqueci de citar alguém, mas certamente cada um que me ajudou foi especial nessa conquista.

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ix</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>3</b>
<b>2.1. A cultura do milho</b> .....	<b>3</b>
<b>2.2. Cultivares híbridas</b> .....	<b>4</b>
<b>2.3. Produção comercial de sementes híbridas de milho</b> .....	<b>7</b>
<b>2.4. O híbrido interpopulacional ‘UENF 506-11’</b> .....	<b>10</b>
<b>2.5. Empresa Rio Norte Sementes</b> .....	<b>11</b>
<b>3. OBJETIVOS</b> .....	<b>13</b>
<b>3.1. Objetivo geral</b> .....	<b>13</b>
<b>3.2. Objetivos específicos</b> .....	<b>13</b>
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>14</b>
<b>4.1. Material vegetal</b> .....	<b>14</b>
<b>4.2. Condução dos experimentos à campo</b> .....	<b>14</b>
<b>4.3. Calagem e adubação</b> .....	<b>17</b>
<b>4.4. Semeadura</b> .....	<b>18</b>
<b>4.5. Controle de pragas, doenças e plantas daninhas</b> .....	<b>18</b>
<b>4.6. Irrigação</b> .....	<b>19</b>
<b>4.7. Despendoamento</b> .....	<b>19</b>
<b>4.8. Colheita</b> .....	<b>20</b>
<b>4.9. Avaliação das características fenológicas, morfológicas e agrônômicas</b> .....	<b>20</b>
<b>4.10. Ensaio de laboratório</b> .....	<b>23</b>
<b>4.11. Delineamento experimental dos ensaios de laboratório</b> .....	<b>23</b>
<b>4.12. Características avaliadas</b> .....	<b>24</b>
<b>4.13. Análises estatísticas</b> .....	<b>26</b>
<b>4.13.1. Análises dos ensaios de campo</b> .....	<b>26</b>
<b>4.13.2. Análises dos ensaios de laboratório</b> .....	<b>28</b>

<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>30</b>
<b>5.1. Experimentos de campo.....</b>	<b>30</b>
5.1.1. Fenologia e condições climáticas .....	30
5.1.2. Avaliação morfoagronômica da safra de inverno .....	34
5.1.3. Avaliação morfoagronômica da safra de verão .....	45
5.1.4. Comparação dos ambientes nas duas safras .....	53
<b>5.2. Análise física e fisiológica das sementes.....</b>	<b>61</b>
5.2.1. Primeira contagem e Índice de velocidade de germinação - safra de inverno e verão .....	61
5.2.2. Germinação e peso de mil sementes - safra de inverno e verão .....	64
5.2.3. Análise conjunta de safra, ambiente e peneira para as características físicas e fisiológicas de sementes .....	66
<b>6. CONCLUSÃO.....</b>	<b>70</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>71</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>79</b>

## RESUMO

AZEREDO, Valdinei Cruz; M.Sc.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; agosto de 2024; Avaliação do rendimento e qualidade fisiológica de sementes híbridas de milho sob diferentes relações parentais e sincronismo de florescimento; Orientador: D.Sc. Henrique Duarte Vieira; Coorientadora: D.Sc. Rosenilda de Souza.

O rendimento agrônômico do milho cresceu ao longo dos anos, podendo ser associado ao uso de cultivares híbridas, destacando-se a importância da produção e comercialização de sementes de alto potencial fisiológico e genético. Este estudo investigou as respostas agrônômicas e de qualidade fisiológica das sementes híbridas do milho UENF 506-11, variando a relação fêmea/macho com e sem uso do método *split*. Para tal, foram conduzidas, em duas safras (inverno e verão), quatro áreas experimentais, a saber: A1 – Relação fêmea/macho (F/M) de 6x2 sem uso do *split* (SS); A2 – Relação F/M de 6x2 com uso do *split* (CS); A3 – Relação F/M de 8x2 SS; e A4 – Relação F/M de 8x2 CS. O *split* consistiu na semeadura de 50% das linhas machos sete dias após a primeira semeadura. Os tratamentos correspondem a distância da linha fêmea em relação à linha macho, assim, os ambientes 6x2 foram constituídos por três tratamentos e os ambientes 8x2 por quatro tratamentos. Foram avaliadas características morfológicas e agrônômicas, além de físicas e fisiológicas de sementes. As observações foram submetidas à análise de variância individual e conjunta pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ) e posterior teste de média, por meio do software Genes. Foi identificado efeito significativo na análise conjunta para efeito do ambiente, sem e com *split*, para produtividade em ambas relações e safras, com exceção da relação 8x2 no inverno. O ambiente com *split* apresentou maiores incrementos na relação 6x2, safra de inverno e 8x2, safra de verão, representando um aumento de, respectivamente, 14,85% e 28,38% na produtividade de sementes. Nas análises de laboratório, não foram identificadas diferenças significativas entre tratamentos, em todas as áreas e safras, para germinação. Para peso de mil sementes, foram identificadas diferenças significativas entre tratamentos em todas as áreas e safras. O *split* melhorou a polinização em ambas relações e nas duas safras, aumentando a produtividade em até 1.280 kg ha<sup>-1</sup>, caso da relação 8x2 safra de verão. A melhor polinização proporcionou maior número de sementes por espiga, redução na proporção de sementes arredondadas e incremento nas sementes de tamanho mediano, caso da Peneira 20. A relação 8x2 apresentou resultado satisfatório quando

adotado o *split*, obtendo as maiores produtividades. Nas análises de laboratório, as características 1ª contagem e índice de velocidade de germinação, em ambas safras, apresentaram a P18 com as maiores médias e a P16 com as menores. Para germinação, as médias gerais para safra de inverno e verão foram de 93,92% e 94,20%, respectivamente. No peso de mil sementes, as peneiras se diferenciaram na mesma magnitude em todos os ambientes e safras, seguindo da maior para menor, sendo P16, P24, P22, P15, P20 e P18. Conclui-se que, o *split* aumenta a produtividade de sementes. A polinização menos eficiente aumenta as falhas nas espigas, resultando em sementes maiores e arredondadas. As sementes menores tiveram maior vigor que as sementes maiores e arredondadas, entretanto, não reflete em maior viabilidade. A relação 8x2 com *split* proporcionou maior rendimento na produção de sementes do híbrido interpopulacional UENF 506-11.

Palavras-chave: *Zea mays* L., relação fêmea/macho, vigor de sementes, *split*, produção de sementes, híbridos interpopulacionais.

## ABSTRACT

AZEREDO, Valdinei Cruz; M.Sc.; State University of Northern Fluminense Darcy Ribeiro; august 2024; Evaluation of the yield and physiological quality of hybrid corn seeds under different parental relationships and flowering timing; Adviser: D.Sc. Henrique Duarte Vieira; Co-Adviser: D.Sc. Rosenilda de Souza.

The agronomic yield of corn has increased over the years and can be associated with the use of hybrid cultivars, highlighting the importance of producing and marketing seeds with high physiological and genetic potential. This study investigated the agronomic and physiological quality responses of UENF 506-11 corn hybrid seeds, varying the female/male ratio with and without using the *split* method. To this end, four experimental areas were conducted in two seasons (winter and summer), namely: A1 – Female/male ratio (F/M) of 6x2 without using *split* (SS); A2 – F/M ratio of 6x2 using *split* (CS); A3 – F/M ratio of 8x2 SS; and A4 – F/M Ratio of 8x2 CS. The *split* consisted of sowing 50% of the male lines seven days after the first sowing. The treatments correspond to the distance of the female line in relation to the male line, thus, the 6x2 environments were made up of three treatments and the 8x2 environments were made up of four treatments. Morphological and agronomic characteristics, as well as physical and physiological characteristics of seeds, were evaluated. The data were subjected to individual and joint analysis of variance using the F test ( $p \leq 0.05$ ) and a subsequent mean test, using the Genes software. A significant effect was identified in the joint analysis for the effect of the environment, without and with *split*, for productivity in both relationships and crops, with the exception of the 8x2 relationship in winter. The *split* environment showed greater increases in the ratio 6x2, winter harvest and 8x2, summer harvest, representing an increase of, respectively, 14.85% and 28.38% in seed productivity. In laboratory analyses, no significant differences were identified between treatments, in all areas and crops, for germination. For thousand seed weight, significant differences were identified between treatments in all areas and harvests. The *split* improved pollination in both relationships and in both crops, increasing productivity by up to 1,280 kg ha<sup>-1</sup>, in the case of the 8x2 summer crop relationship. Better pollination provided a greater number of seeds per ear, a reduction in the proportion of rounded seeds and an increase in medium-sized seeds, as in the case

of P20. The 8x2 relationship presented satisfactory results when *split* was adopted, obtaining the highest productivity. In laboratory analyses, the characteristics 1st count and germination speed index, in both harvests, presented P18 with the highest averages and P16 with the lowest. For germination, the general averages for winter and summer crops were 93.92% and 94.20%, respectively. In the weight of a thousand seeds, the sieves differed in the same magnitude in all environments and crops, going from largest to smallest, being P16, P24, P22, P15, P20 and P18. It is concluded that *split* increases seed productivity. Less efficient pollination increases gaps in ears, resulting in larger, rounded seeds. The smaller seeds had greater vigor than the larger, rounded seeds, however, this did not reflect greater viability. The 8x2 relationship with *split* is the best alternative to provide greater yield in seed production of the interpopulation hybrid UENF 506-11.

Keywords: *Zea mays* L., female/male ratio, seed vigor, *split*, seed production, interpopulation hybrids.

## 1. INTRODUÇÃO

A população mundial tem apresentado crescimento expressivo, tendo uma estimativa de chegar a 10 bilhões de habitantes em 2050 (Gazzoni, 2017), sendo necessário aumentar a disponibilidade de alimentos. Assim, o milho tem grande importância pela ampla utilização que apresenta, podendo ser utilizado na alimentação direta ou indireta da população, por meio de fornecimento de alimentos para animais, além de ser matéria-prima para indústria (Môro; Frischie Neto, 2017).

O milho (*Zea mays* L.) é uma gramínea pertencente à família Poaceae, originária da América Central, no México. É uma planta de grande importância comercial, sendo de fácil cultivo devido a sua ampla variabilidade genética e grande capacidade de adaptação as diferentes condições ambientais (Pinheiro et al., 2021).

O Brasil tem destaque mundial na produção de milho grão, sendo o terceiro maior produtor, estando atrás apenas dos Estados Unidos e China. Segundo o 9º levantamento da CONAB, na safra 2023/2024 foi produzido um total de 11,4 milhões de toneladas do grão, sendo destaque os estados do Mato Grosso, Paraná, Mato Grosso do Sul, Goiás e Minas Gerais (CONAB, 2024). A crescente na produção mundial e nacional tem grande influência da utilização de cultivares híbridas (Singh et al., 2016; Qi et al., 2020). O Brasil cultiva mais de 20 milhões de hectares de milho destinado a produção de grãos, onde aproximadamente 90% dessas áreas utilizam materiais híbridos, movimentando mais de três trilhões de reais por ano com a comercialização aproximada de 13 milhões de sacas com 60.000 sementes (Seed News, 2024).

Existem diferentes tipos de híbridos, a saber: híbridos simples – obtido através do cruzamento entre duas linhagens endogâmicas; híbrido triplo – obtido pelo cruzamento de três linhagens, onde um híbrido simples é cruzado com uma terceira linhagem; híbrido duplo – cruzamento entre dois híbridos simples, ou seja, envolve o cruzamento entre quatro linhagens; e híbrido interpopulacional – resultado entre o cruzamento de duas variedades ou populações (Sawazaki; Paterniani, 2004).

Os diferentes tipos de híbridos são cultivados em todas as regiões brasileiras. Na região Norte e Noroeste do estado do Rio de Janeiro, o milho vem se tornando uma cultura com potencial de utilização para substituir o cultivo da cana-de-açúcar, a qual teve predomínio até a década de 80, perdendo força devido ao mau manejo do solo (Pereira et al., 2019). Neste sentido, a Universidade Estadual do Norte

Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), vem desenvolvendo diversas pesquisas que possibilitam alternativas para substituir a cana-de-açúcar, dentre elas a cultura do milho. Como resultado de anos de pesquisas na universidade, foi registrado em 2013 o híbrido interpopulacional UENF 506-11, no qual é multiplicado e disponibilizado para os produtores pela empresa Rio Norte Sementes em parceria com a UENF (RNS, 2023; Pereira et al., 2019), possibilitando o cultivo deste material genético adaptado para a região.

A utilização de sementes melhoradas e de fontes confiáveis é fundamental para o sucesso na produção (Paterniani et al., 2013; Santos; Baldoni, 2018). Com isso, as empresas exercem o papel de multiplicar as sementes híbridas em campos com alto rigor de qualidade de produção, disponibilizando no mercado cultivares híbridas com alto potencial genético e fisiológico.

Entre os fatores primordiais para a produção de sementes híbridas está a sincronia do florescimento entre os genitores masculinos e femininos, onde as espigas das fileiras fêmeas devem estar viáveis ao mesmo tempo em que os pendões das fileiras doadoras estejam liberando pólen, possibilitando a polinização e a fecundação das espigas (Timóteo et al., 2010; Singh et al., 2016). Nos casos em que os genótipos que estão sendo cruzados não apresentem sincronia de florescimento, pode ser adotado o semeio com intervalo de tempo entre os genitores, técnica denominada *split*.

Um dos problemas que pode ocorrer nos campos de produção de sementes híbridas de milho é a má granação das espigas das fileiras fêmeas, decorrente da falta de polinização (Moura et al., 2021). A quantidade de linhas machos com relação às linhas fêmeas deve ser o suficiente para proporcionar a correta fertilização das espigas das linhas receptoras de pólen, evitando que ocorra má granação delas e resulte em queda na produção de sementes (Ireland et al., 2006).

Com base no exposto, existe a necessidade de constantes estudos relacionados à produção e tecnologia de sementes, possibilitando o melhor conhecimento sobre cada genótipo desenvolvido, garantindo a máxima produção de sementes com manutenção da qualidade fisiológica. Assim, essa pesquisa tem como objetivo avaliar o efeito de diferentes técnicas na produção de sementes do milho híbrido interpopulacional UENF 506-11.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. A cultura do milho

O milho (*Zea mays* L) é originário das Américas, mais especificamente da região central do México (Serratos; José, 2012). Os primeiros indícios arqueológicos do cultivo de milho datam de cerca de 9.000 a.C., se tornando uma cultura de extrema importância para as civilizações pré-colombianas, como os maias, astecas e incas (Viegas; Miranda, 1982; Perry et al., 2006). Acredita-se que sua origem se deu a partir de uma planta selvagem denominada teosinte, onde ao longo dos anos ocorreu a completa domesticação por agricultores mexicanos e do sudeste da Amazônia, via seleção de plantas com características desejáveis, como maior tamanho de espiga e maior quantidade de grãos (Kistler et al., 2018).

O milho é uma planta pertencente à família das gramíneas (Poaceae), uma espécie monoica, alógama e anual, com ciclo aproximado de 120 dias. Morfologicamente possui um colmo ereto, cilíndrico que apresenta nós e entrenós. As folhas surgem de cada nó acima do solo e quando entra no estágio reprodutivo, sua inflorescência feminina (espiga) emerge nas axilas das folhas e a masculina (pendão) no ápice da planta (Fancelli; Dourado, 2000).

O milho é um dos cereais de maior importância, estando entre os três mais produzidos no mundo (Coelho, 2021). Sua expressiva produção se dá pelos inúmeros fins, principalmente como fonte nutricional para os seres humanos e animais, além de ser utilizado na produção de biocombustíveis e como matéria-prima em diversas indústrias (Miranda et al., 2021; Silva et al., 2022). A produção vem crescendo expressivamente ao longo dos anos em todo o mundo, ultrapassando 1,22 bilhões de toneladas de grão colhido na safra 2024/2025, sendo os Estados Unidos, China e Brasil responsáveis por produzir mais de 65% deste valor (USDA, 2024).

No Brasil, o milho é a segunda cultura de maior importância no mercado agrícola, perdendo apenas para a soja. Segundo o 9º levantamento da CONAB da safra 23/24, foram cultivados um total de 20,8 milhões de hectares, com produtividade média de 5.478 kg/ha e produção total de 114.144 mil toneladas do grão (CONAB, 2024). Tais dados representam redução de 6,4% em área cultivada, 7,5% em produtividade e 13,8% de produção, quando comparado à safra anterior. Essa diferença se torna ainda mais expressiva quando se compara com valores anteriores,

na safra de 1991/1992 foram colhidas 30.771 mil toneladas do grão no Brasil (CONAB, 2024), assim, ao se passar 30 anos a produção mais que triplicou. Ao longo dos anos, associado às condições climáticas que favorece seu cultivo o ano todo, os avanços tecnológicos foram fundamentais para possibilitar a evolução nacional de produção.

Um dos fatores que proporciona a crescente produção nacional e mundial é o uso de cultivares híbridas (Qi et al., 2020), as quais manifestam maior produtividade, por apresentar plantas mais vigorosas, mais resistente a pragas e doenças, e demais vantagens quando comparadas com variedades de polinização aberta (Shi et al., 2020). A primeira produção comercial de milho híbrido foi nos Estados Unidos, em 1930 (Denis et al., 2013). Atualmente mais de 95% das lavouras comerciais utilizam essa tecnologia, tendo grande demanda por material genético (Venkatesh et al., 2014). Assim, houve uma notável crescente com relação à produção de sementes híbridas de milho, sendo o Brasil o 4º maior produtor, representando 5% da produção de sementes, estando atrás da China (23%), Índia (15%) e Estados Unidos (9%) (Arisnabarreta; Solari, 2017; Shi et al., 2020).

As condições climáticas, a dimensão territorial e a localização no globo terrestre do Brasil proporcionam o cultivo do milho o ano inteiro, associado aos avanços tecnológicos de cultivo, o que auxilia para a evolução no rendimento da cultura. Dentre as tecnologias que proporcionam aumento da produção, pode ser destacado o melhoramento genético (Qi et al., 2020), o qual disponibiliza no mercado material de qualidade para cada região, possibilitando a máxima expressão do potencial da cultura. Paralelo a isso, a produção e a disponibilização de material genético de qualidade é fundamental para garantir uma boa safra (Maciel; de Tunes, 2021). Para tal, pesquisas voltadas para o avanço em genótipos de qualidade são fundamentais, assim como a aquisição de sementes em fontes confiáveis é extremamente importante para garantir o sucesso da lavoura.

## **2.2. Cultivares híbridas**

Plantas híbridas são os descendentes do cruzamento seletivo entre dois genitores distintos, sendo variedades ou linhagens, com o objetivo de obter características desejáveis em seus descendentes (Borém et al., 2013). Os híbridos são desenvolvidos para melhoria de características como resistência a doenças,

produtividade, qualidade dos frutos, adaptabilidade a diferentes condições climáticas, entre outros (Shi et al., 2020).

O processo de produção de híbridos envolve a seleção de genitores com características complementares e desejadas, onde um genitor é escolhido como a planta feminina (receptora de pólen) e outro como a planta masculina (doadora de pólen) (Singh et al., 2016). O pólen da planta masculina é transferido para a flor da planta feminina, podendo ser por método manual (polinização manual) ou natural, com a realização do despendoamento das plantas femininas. Os descendentes dessa polinização terão o conteúdo genético para compor as sementes híbridas.

Quando se realiza o cruzamento entre duas plantas da mesma espécie, contrastantes e complementares, ocorre o que se denomina heterose, também conhecida como vigor híbrido. Esse fenômeno, para fins acadêmicos, é caracterizado por apresentar descendentes com características superiores em relação à média dos pais. Para fins comerciais, a heterose é considerada quando seus descendentes apresentam médias superiores ao melhor genitor (Borém et al., 2013). Quando duas linhagens ou espécies geneticamente diferentes são cruzadas, ocorre uma mistura de alelos que pode levar a uma expressão aumentada ou melhorada de características desejáveis. Por exemplo, um híbrido pode ter um crescimento mais rápido, maior tamanho, maior produção de frutos ou melhor tolerância a estresses ambientais (Borém et al., 2013).

Existem várias teorias que explicam a origem da heterose, entre elas a teorias de dominância, que foi proposta por Andrew B. Bruce em 1910, citada por Borém e Miranda (2007). Segundo essa teoria, as plantas híbridas herdaram alelos dominantes de ambos os pais, resultando em um efeito sinérgico que leva a um maior vigor. A hipótese da sobredominância, também conhecida como hipótese da heterozigose, proposta por Shull (1908) e expandida por East (1936), propõe que a heterose ocorre devido à maior expressão fenotípica de alelos heterozigotos em relação aos homozigotos. De acordo com essa hipótese, a presença de dois alelos diferentes em um *locus* gênico (heterozigose) resulta em uma expressão fenotípica mais vigorosa do que a presença de dois alelos idênticos (homozigose).

Dentre os tipos de híbridos estão os híbridos de linhagens, que são obtidos a partir do cruzamento entre duas ou mais linhagens puras, previamente selecionadas e mantidas por autofecundação (Sawazaki; Paterniani, 2004).

Os híbridos podem ser simples, também conhecido como híbrido de primeira geração ( $F_1$ ), é o resultado do cruzamento entre duas linhagens. Essas linhagens parentais são geralmente homozigotas, ou seja, têm características genéticas estáveis e uniformes. Híbridos triplos são obtidos pelo cruzamento entre um híbrido simples e uma linhagem parental adicional. O objetivo da inclusão do terceiro parental é introduzir características específicas, como resistência a doenças, qualidade de fruto ou adaptabilidade ambiental, ao híbrido resultante. O híbrido duplo, também conhecido como híbrido de segunda geração ( $F_2$ ), é obtido por meio do cruzamento entre dois híbridos simples, ou seja, quatro linhagens. Nesse caso, os híbridos simples são cruzados entre si para produzir uma população de plantas que exibe maior diversidade genética em relação aos híbridos simples de primeira geração. Os híbridos duplos podem apresentar uma ampla gama de características devido à recombinação genética ocorrida durante a formação da população  $F_2$ . No entanto, a heterose observada nos híbridos simples geralmente diminui nos híbridos duplos (Sawazaki; Paterniani, 2004; Fritsche-Neto; Môro, 2015).

Outro tipo de híbrido é o intervarietal ou interpopulacional, obtido por meio do cruzamento entre duas variedades distintas, técnica utilizada na cultura do milho. O objetivo do cruzamento entre variedades é explorar a variabilidade genética existente dentro da espécie para criar um híbrido com características superiores em relação às variedades parentais. O híbrido intervarietal pode combinar o melhor de cada variedade, aproveitando a diversidade genética para melhorar as características de interesse (Sawazaki; Paterniani, 2004).

O desenvolvimento de cultivares híbridas intervarietais apresenta vantagem em relação aos híbridos de linhagens, onde demanda menor investimento para produção, pois a etapa de formação e multiplicação das linhagens é eliminada, permitindo a exploração da heterose sem a necessidade da formação das linhagens, sendo necessário apenas a manutenção das populações (Paterniani; Zagatto, 2013).

Cada cultivar híbrida apresenta particularidades para garantir seu máximo rendimento, como exigências nutricionais, densidade de plantio, produção de pólen das linhas doadoras, entre outros, os quais exigem estudos para seu conhecimento. Pelo exposto, as pesquisas voltadas para a formação de novos híbridos para potencializar a produção comercial dessas sementes desempenham um papel essencial no desenvolvimento e disponibilidade no mercado de cultivares mais produtivas, adaptadas e de alta qualidade, contribuindo para impulsionar a

produtividade agrícola, promover a sustentabilidade e atender às necessidades do setor agrícola e dos consumidores.

### **2.3. Produção comercial de sementes híbridas de milho**

As sementes híbridas de milho apresentam alto valor agregado, pois possuem uma genética melhorada, ou seja, maior vigor e produtividade, fazendo com que a produção de sementes seja mais lucrativa que produzir o grão (Bahtiar et al., 2020). Entretanto, esse benefício de melhor genética é somente na primeira geração, sendo necessário a produção e a comercialização de sementes de milho híbrido para cada safra, aspecto que garante a propriedade intelectual dos melhoristas e das empresas, garantindo o retorno do investimento (Kempe; Gils, 2011).

A produção de sementes híbridas de milho envolve inúmeras práticas específicas para garantir a obtenção de sementes de alta qualidade e pureza genética (Ireland et al., 2006), onde seus campos de produção são caracterizados por ter um genitor doador de pólen (macho) e outro receptor (fêmea), necessitando de um rígido controle da polinização, garantindo a fecundação e completa granação das espigas (Moura et al., 2021). As sementes híbridas são obtidas a partir das plantas do genitor feminino (Singh et al., 2016).

O controle da polinização é fundamental, tendo como objetivo garantir a fecundação entre o doador de pólen e o receptor, não ocorrendo a autofecundação ou contaminação com pólen indesejável (Ireland et al., 2006). A produção de sementes em campos isolados, ou seja, longe de outras variedades ou híbridos que possam causar polinização cruzada, é especialmente importante para culturas como o milho, que é polinizado pelo vento e tem um alto risco de contaminação genética (Kempe; Gils, 2011; Schoemaker et al., 2023). O isolamento espacial das áreas produtoras de sementes pode ser feito por meio da utilização de barreiras físicas, bordaduras maiores com genitores masculinos ou estabelecendo diferentes épocas de semeio para não coincidir o florescimento entre as áreas.

Para garantir a correta polinização e formação de sementes híbridas na cultura do milho é necessário realizar o despendoamento das fileiras fêmeas, consistindo na remoção física dos pendões antes de sua extrusão da folha bandeira, quando florescem (Kempe; Gils, 2011; Singh et al., 2016). Esta técnica pode ser realizada de forma mecanizada ou manual, onde a mecanizada é mais rápida e menos trabalhosa,

porém, menos confiável e mais danosa, necessitando de correção com remoção manual de pendões restantes (Magalhães et al., 1999; Kempe; Gils, 2011). Komatuda et al., (2006) encontraram em sua pesquisa perdas de até 24,5% na produção de sementes quando feito o despendoamento mecanizado. Em contrapartida, o despendoamento manual se torna mais custoso, devido a necessidade de mais mão-de-obra (Komatuda et al., 2006).

A sincronia de florescimento entre os genitores é um aspecto crucial na produção de híbridos de milho, onde as plantas dos parentais masculinas e femininas florescem simultaneamente, permitindo que o pólen das plantas masculinas seja liberado e alcance os estigmas das plantas femininas no momento certo (Singh et al., 2016). Entretanto, uma combinação de linhagens ou variedades com alta heterose pode não apresentar igualdade no florescimento, onde as plantas doadoras de pólen florescem antes que os estigmas das espigas das linhas fêmeas estejam viáveis, resultando na falta de polinização (Timóteo et al., 2010).

Uma estratégia adotada para alcançar a sincronia de florescimento entre os genitores na produção de híbridos de milho é o controle do plantio por meio do semeio intercalado entre os parentais, técnica denominada *split*. As linhas femininas podem ser semeadas alguns dias antes ou depois das linhas masculinas (dependendo das características dos genótipos utilizados), garantindo que as espigas das linhas femininas estejam receptivas quando as inflorescências dos doadores estiverem liberando pólen.

A relação parental entre o número de linhas machos com o de linhas fêmeas está relacionado com a capacidade de produzir pólen do genitor masculino, podendo ter mais ou menos linhas femininas. Na grande maioria dos casos, se adota a semeadura de seis linhas fêmeas a cada duas linhas machos, três fileiras femininas a cada linha macho ou quatro linhas fêmeas a cada uma linha macho (Sobrinho; Wetzel, 1966; Ireland et al., 2006; Singh et al., 2016).

As sementes híbridas devem ser colhidas no momento correto de maturação e submetidas a um processamento adequado para remover impurezas e garantir a pureza genética, assim como a integridade física e o vigor (Gu et al., 2017; Mendonça Guedes et al., 2021). Isso envolve a secagem adequada, limpeza, beneficiamento e armazenamento adequado das sementes.

Após a colheita, as sementes devem passar pelo beneficiamento, que consiste em limpeza, classificação (tamanho, forma, densidade), tratamento, embalagem e

armazenamento. O beneficiamento tem a finalidade de aumentar a qualidade física e fisiológica das sementes, visando uma comercialização de sementes uniformes e com alto potencial germinativo, dando qualidade em sua semeadura (Schmidt et al., 2023)

Antes da comercialização, as sementes devem ser submetidas a testes laboratoriais, para garantir que atendam aos padrões estabelecidos, os quais passam por diversos procedimentos com a finalidade de verificar a qualidade física e fisiológica das sementes, dentre eles: teste de germinação padrão, teste de envelhecimento acelerado, teste de tetrazólio, condutividade elétrica, teste frio, teste de primeira contagem, entre outros (Coimbra et al., 2009).

Teste de germinação é o teste básico que determina a porcentagem de sementes que germinam. As sementes são colocadas em condições controladas de temperatura, umidade e luz, e o número de sementes que germinam é contado ao longo de um período de tempo específico.

Teste de frio é um teste de vigor das sementes tendo como princípio básico expor as sementes à baixa temperatura. Esse é considerado um teste de resistência, pois o lote de sementes que melhor resistir às condições adversas será considerado de maior potencial fisiológico, ou seja, mais vigoroso (Miguel; Cicero, 1999). É um teste amplamente utilizado para determinar o vigor de sementes da cultura do milho (Coimbra et al., 2009).

Todos os testes devem seguir recomendações certificadas as quais fornecem diretrizes e procedimentos padronizados para a análise de sementes, incluindo métodos de teste, critérios de qualidade, classificação de sementes e requisitos para a certificação de sementes. Em diferentes países, podem existir diferentes conjuntos de regras para análise de sementes. Alguns exemplos conhecidos incluem:

- Regras para Análise de Sementes da International Seed Testing Association (ISTA): A ISTA estabelece regras internacionais para análise de sementes, que são amplamente adotadas em todo o mundo;
- Regras para Análise de Sementes do Brasil: No Brasil, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) estabelece as regras e procedimentos para a análise de sementes no país;
- Regras Oficiais para Análise de Sementes da Association of Official Seed Analysts (AOSA): Nos Estados Unidos, a AOSA é responsável por estabelecer regras e procedimentos para análise de sementes.

Essas regras são desenvolvidas com base em pesquisas científicas, experiência prática e colaboração entre especialistas em análise de sementes. Elas garantem a uniformidade e a confiabilidade dos resultados das análises de sementes, ajudando a determinar a qualidade das sementes.

As empresas e produtores de sementes híbridas devem aderir as exigências preestabelecidas pelos órgãos competentes, onde os campos de sementes são fiscalizados quanto ao isolamento e pureza, enquanto as sementes colhidas são verificadas quanto à ausência de defeitos, taxa de germinação adequada e livre de pragas e doenças, em caso de não atender aos padrões exigidos, não podem ser comercializadas (Singh et al., 2016).

No Brasil, a comercialização segue os testes da RAS, por meio da Lei nº 10.711/2003. Assim, é fundamental o papel das empresas em ter a responsabilidade de produzir sementes de qualidades e disponibilizar no mercado para os produtores.

#### **2.4. O híbrido interpopulacional ‘UENF 506-11’**

O Programa de Melhoramento Genético de Milho da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF) desempenha um papel crucial no desenvolvimento e avanço da agricultura na região do Norte e Noroeste Fluminense do Rio de Janeiro e no país. O programa tem como objetivo principal melhorar as características agronômicas e genéticas das plantas de milho, visando aumentar a produtividade, resistência a doenças, adaptabilidade a diferentes condições ambientais e qualidade dos produtos agrícolas, disponibilizando para os produtores novas cultivares para alavancar a produção agrícola.

A cultivar UENF 506-11 é oriunda do cruzamento de duas populações de grupos heteróticos distintos, uma denominada Cimmyt (Flint) e a outra Piranão (dente). Essas duas populações foram melhoradas via seleção recorrente com a seleção até o sexto ciclo sendo realizada na Universidade Federal de Viçosa (UFV) e finalizado na UENF, no Laboratório de Melhoramento Genético Vegetal (LMGV), sob liderança do professor Dr. Messias Gonzaga Pereira. O registro do híbrido UENF 506-11 se deu pelo cruzamento das duas populações no 11º ciclo (Pereira et al., 2019), gerando um híbrido interpopulacional de milho que foi registrado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA no ano 2013 e sob registro nº 30595.

Para o registro do híbrido foi necessário seguir uma série de exigências, realizando avaliações morfológicas e agronômicas as quais os resultados devem estar dentro do exigido pelo sistema nacional de registro de cultivares (MAPA, 2024). As avaliações são feitas por testes em campo em diferentes ambientes denominados ensaios de VCU (Valor de Cultivo e Uso). Esse híbrido foi testado em nove ambientes, sendo dois locais em Campos dos Goytacazes e um em Itaocara, ambas as cidades do estado Rio de Janeiro, por três anos consecutivos, 2009/2010, 2010/2011 e 2011/2012. Os ensaios foram realizados com testemunhas, entre elas: os híbridos comerciais 'AG 1051' e 'BM 2202', híbrido intervarietal 'Fortaleza' versus CIMMYT 8, as variedades comerciais 'BR 106', 'Fortaleza' e 'Sol da Manhã', e o Composto Caboclo br<sub>2</sub>. Com os resultados obtidos foi possível prosseguir com o registro (Pereira, et al., 2019).

Como resposta dos estudos, o híbrido 'UENF 506-11' é recomendado tanto para produção de grãos como para silagem, podendo ainda ser consumido *in natura* (Pereira et al., 2019; RNS, 2023). Morfologicamente seus grãos são classificados como semiduro e apresentam coloração amarelo/laranja, suas plantas possuem em média 2 metros de altura (Pereira et al., 2019). Seu cultivo para região Norte e Noroeste do estado do Rio de Janeiro é recomendado entre setembro e fevereiro, sendo bem manejados podem apresentar ótimos resultados, superior a 7000 Kg/ha (RNS, 2023), superior à média nacional de 5.478 Kg/ha (CONAB, 2024).

A produção e comercialização da cultivar UENF 506-11 se dá pela empresa Rio Norte Sementes, a qual tem parceria com a UENF.

## **2.5. Empresa Rio Norte Sementes**

A Rio Norte Sementes é uma empresa particular fundada em 2018 que possui parceria com uma instituição pública, a UENF, tendo como princípio ser uma empresa de base tecnológica para os produtores. Essa parceria tem o intuito de possibilitar a produção e comercialização das sementes de cultivares de milho, milho-pipoca, maracujá, milho-doce, pimentas, pimentas para ornamentação, abóbora, feijão-de-vagem, feijão comum, desenvolvidas por pesquisas da UENF, possibilitando o acesso dos produtores a essas tecnologias, sobretudo para a região Norte e Noroeste do estado do Rio de Janeiro.

A região do Norte e Noroeste do Rio de Janeiro, onde fica localizada a sede da empresa Rio Norte Sementes, possui um histórico de predominância do cultivo agrícola com a cana-de-açúcar durante a década de 80, e devido à queda de rendimento dessa cultura, resultante do mau manejo, fez com que perdesse força na região, dando espaço para outras atividades. O clima da região é propício ao cultivo do milho, possibilitando o manejo mecanizado das lavouras, seja para produção de grãos ou silagem (para bovinos). Assim, como as variedades disponibilizadas pela Rio Norte Sementes foram desenvolvidas nas condições edafoclimáticas da região, são cultivares mais adaptadas, sendo mais produtivas e possuindo um diferencial no mercado (Pereira et al., 2019), resultando em retorno econômico aos produtores.

Para o cultivo do híbrido 'UENF 506-11', a empresa recomenda uma semeadura com densidade de 55 a 60 mil plantas por hectare. A cultivar tem necessidade hídrica de 500 mm ao longo do seu ciclo, a adubação deve ser feita de acordo com a análise de solo e os tratamentos fitossanitários devem ser feitos através de monitoramento e aplicação de defensivos, se necessário, como o material é convencional (sem transgenia) pode haver o ataque de pragas (principalmente a *Spodoptera frugiperda*) e/ou doenças.

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1. Objetivo geral

Avaliar a produtividade, qualidade fisiológica e tamanho de peneiras na produção de sementes do milho híbrido interpopulacional UENF 506-11 sob diferentes relações parentais e com adoção do *split*.

#### 3.2. Objetivos específicos

- Testar a polinização na produção de sementes híbridas do UENF 506-11 com diferentes números de linhas fêmeas em relação às linhas machos;
- Avaliar o efeito da técnica do *split* no rendimento da produção de sementes híbridas;
- Avaliar o efeito das diferentes condições de produção sob o tamanho e o peso das sementes;
- Analisar a qualidade fisiológica das sementes de diferentes tamanhos de peneiras produzidas sob distintas condições de produção;
- Fornecer informações sobre a produção do híbrido interpopulacional UENF 506-11, visando melhorar o rendimento e a qualidade nos campos de produção de sementes.

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1. Material vegetal

Para avaliação da eficiência da produção de sementes do milho híbrido interpopulacional UENF 506-11 foram utilizadas as populações genitoras, o Piranão 11 (doador de pólen) e o Cimmyt 11 (receptor de pólen). Estas populações são provenientes de diferentes grupos heteróticos, apresentando o gene braquítico ( $br_2$ ), resultando em plantas com menor porte. As duas populações são originárias da Universidade Federal de Viçosa (UFV). Após avanços nas pesquisas, o Programa de Melhoramento Genético Vegetal da UENF fez o registro do híbrido interpopulacional UENF 506-11.

As sementes de cada genitor foram provenientes do mesmo lote de sementes para a implantação dos ensaios, em ambas as safras avaliadas.

### 4.2. Condução dos experimentos à campo

Foram conduzidos quatro experimentos em duas safras experimentais, sendo uma entre os meses de março a agosto de 2023, safra de inverno, e outra entre outubro de 2023 a janeiro de 2024, safra de verão, totalizando oito experimentos. Os experimentos foram conduzidos na área experimental da UENF, localizada na Escola Técnica Estadual Agrícola Antônio Sarlo, em Campos dos Goytacazes – RJ, onde foi averiguado o efeito das diferentes relações parentais e adoção do *split* na produção e qualidade das sementes.

O estudo foi constituído por quatro ambientes em cada safra agrícola, as quais foram cultivadas simultaneamente, a saber: Ambiente 1 (A1) – Relação fêmea/macho (F/M) de 6 x 2 sem uso do *split* (padrão adotado para produção do híbrido UENF 506-11 atualmente); Ambiente 2 (A2) – Relação F/M de 6 x 2 com uso do *split*; Ambiente 3 (A3) – Relação F/M de 8 x 2 sem uso do *split*; Ambiente 4 (A4) – Relação F/M de 8 x 2 com uso do *split* (Figura 1). Nos ambientes sem uso do *split* todas as linhas doadoras de pólen foram semeadas na mesma data da semeadura das linhas femininas. Nos ambientes com uso de *split*, 50% das linhas doadoras de pólen foram semeadas no dia da semeadura das linhas femininas e as outras 50% foram semeadas sete dias após a primeira semeadura (Figura 1).

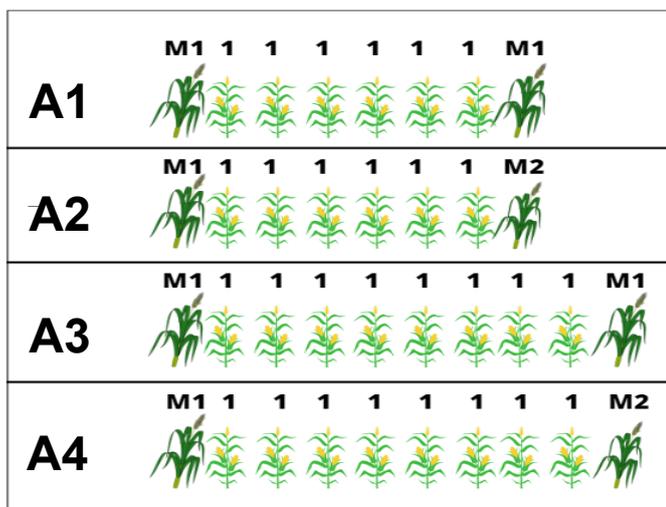


Figura 1: Croqui demonstrativo dos ambientes.

1 – data de semeadura das linhas fêmeas; M1 – linha macho semeada na data 1; M2 – linha macho semeada sete dias após a data 1. A1 – 6x2 sem *split*; A2 – 6x2 com *split*, A3 – 8X2 sem *split*; A4 – 8X2 com *split*.

Para evitar a contaminação de pólen entre os ambientes, cada área foi semeada com um distanciamento entre si de no mínimo 400 metros, havendo ainda a presença de barreiras físicas, possibilitando a correta polinização de cada ambiente (Figura 2).



Figura 2: Localização das quatro áreas experimentais conduzidas na Escola Técnica Estadual Agrícola Antônio Sarlo, em Campos dos Goytacazes, RJ.

E – Estação agrometeorológica do INMET; A1 – 6x2 sem *split*; A2 – 6x2 com *split*, A3 – 8X2 sem *split*; A4 – 8X2 com *split*. Fonte: Google Maps.

Os ambientes 1 e 2 foram constituídos por 32 linhas de 17 metros, sendo 24 linhas fêmeas e oito linhas machos (Figura 3A). Já os ambientes 3 e 4, foram constituídos por 40 linhas de 17 metros, sendo 32 linhas fêmeas e oito linhas machos (Figura 3B). Desse modo, cada ambiente foi constituído de quatro sequências de fileiras femininas entre duas fileiras masculinas, onde as duas sequências centrais foram utilizadas como área para coleta dos dados (Figura 3). O espaçamento adotado nos experimentos foi de 0,20 m entre plantas e 0,80 m entre fileiras, gerando uma densidade populacional de aproximadamente 60.000 plantas ha<sup>-1</sup>. O parental masculino teve a mesma densidade do feminino.

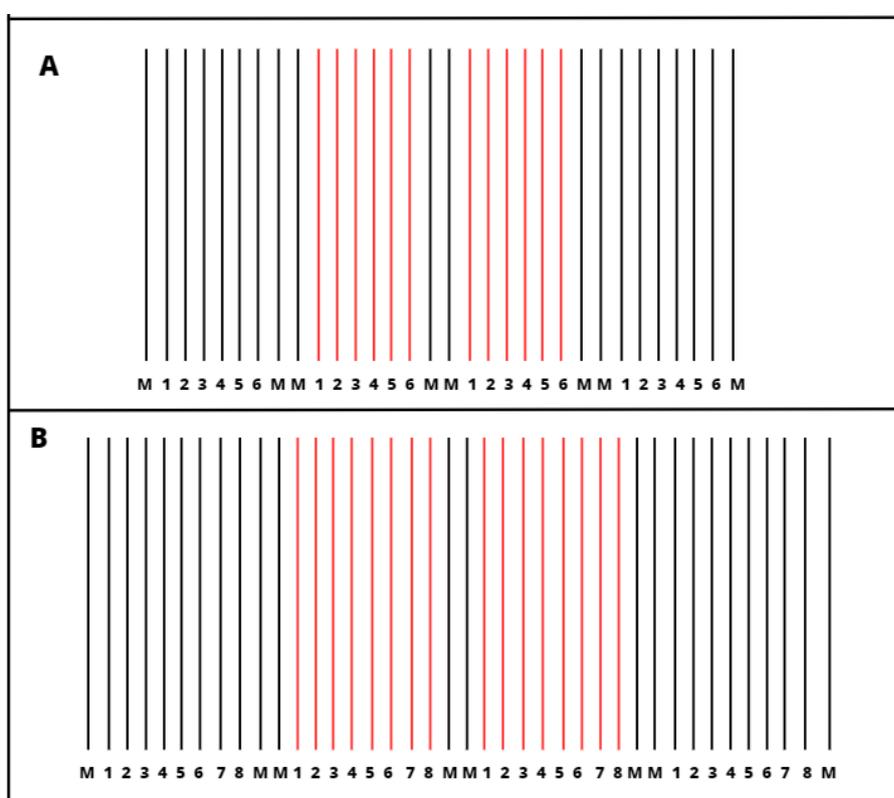


Figura 3: Croqui demonstrativo das áreas experimentais.

A - Ambientes A1 – 6x2 sem *split* e A2 – 6x2 com *split*; B – Ambientes A3 – 8X2 sem *split* e A4 – 8X2 com *split*. M – linhas machos; números correspondem às linhas femininas; e as linhas vermelhas correspondem à área experimental.

As parcelas experimentais foram coletadas das fileiras femininas nas duas sequências centrais de cada ambiente, onde os tratamentos correspondem à distância da fileira fêmea em relação à fileira doadora de pólen. Assim, os ambientes com relação F/M de 6/2 foram constituídos por três distâncias, a saber: D1: fileiras mais próximas do genitor masculino, sendo as linhas 1 e 6; D2: fileiras 2 e 5; e, D3: fileiras 3 e 4, as mais distantes do genitor masculino (Figura 4A). Os ambientes com relação

F/M de 8/2 foram constituídos por quatro distâncias, sendo: D1: fileiras mais próximas do genitor masculino, linhas 1 e 8; D2: fileiras 2 e 7; D3: fileiras 3 e 6; e, D4: fileiras 4 e 5, as mais distantes do genitor masculino (Figura 4B).

Em cada ambiente foram avaliadas oito repetições por tratamento, sendo cada repetição composta por 5,0 m lineares de linha feminina, gerando uma parcela útil de 4,0 m<sup>2</sup>.

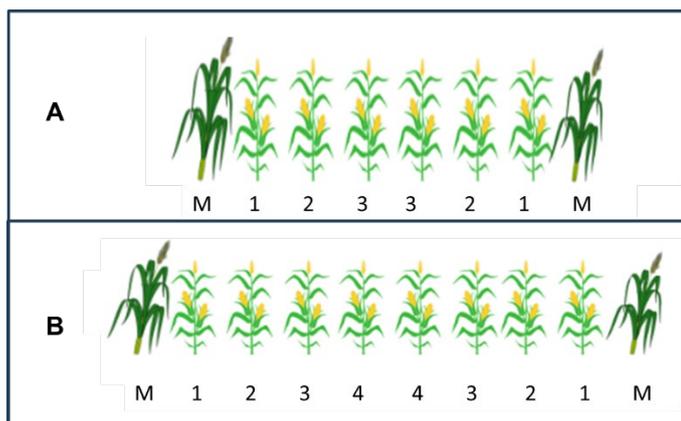


Figura 4: Esquema representativo das distâncias em cada ambiente, onde M corresponde às linhas machos e os números aos respectivos tratamentos.

A - Ambientes A1 – 6x2 sem *split* e A2 – 6x2 com *split*; B – Ambientes A3 – 8X2 sem *split* e A4 – 8X2 com *split*.

### 4.3. Calagem e adubação

Foi realizado a coleta do solo em cada área experimental e encaminhada ao laboratório para análise química (Apêndice A). Com base na análise foi realizado a correção das áreas via calagem 60 dias antes da semeadura dos experimentos de inverno, onde por meio do cálculo de saturação por base, se determinou a distribuição de 2,1 ton ha<sup>-1</sup> para o ambiente 2, 0,95 ton ha<sup>-1</sup> para o ambiente 3 e 1,15 ton ha<sup>-1</sup> para o ambiente 4. O ambiente 1 foi usado como base para a realização dos cálculos de correção nas demais áreas, devido a sua maior saturação por base (V% = 79,0).

O preparo do solo para semeadura, em todos os experimentos, foi realizado com uso de grade aradora, seguido de grade niveladora. Para finalizar, foi feito o sulcamento da área para auxiliar na semeadura.

A adubação química foi realizada seguindo o Manual de Calagem e Adubação do Estado do Rio de Janeiro (Freire et al., 2013), baseando no resultado da análise de solo.

A adubação foi a mesma para as duas safras experimentais, fornecendo na semeadura as seguintes doses: A1 (6x2SS) e A4 (8x2CS) – 20 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 11,4 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O e 5,7 kg ha<sup>-1</sup> de N; A2 (6x2 CS) – 40 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 22,8 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O e 11,4 kg ha<sup>-1</sup>; e, A3 (8x2SS) – 30 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 17,1 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O e 8,5 kg ha<sup>-1</sup> de N.

Foram realizadas duas adubações de cobertura, iguais para as quatro áreas nas duas safras, onde foram disponibilizados mais 30 kg de nitrogênio e potássio pelo formulado 20-00-20 (N-P-K) aos 30 dias. Uma segunda adubação foi realizada aos 40 dias após a semeadura, disponibilizando mais 46 kg de nitrogênio na forma de ureia.

#### **4.4. Semeadura**

A semeadura foi realizada manualmente com auxílio de um equipamento denominado “matraca”, onde foram semeadas três sementes por cova. Após 20 dias da semeadura foi realizado o desbaste, deixando uma planta por cova.

A semeadura das áreas foi realizada no dia 17 de março de 2023, na safra de inverno, e no dia 07 de setembro de 2023, na safra de verão. Nas áreas onde foi adotado o *split*, o semeio de 50% das linhas masculinas ocorreu no dia 24 de março no inverno e 14 de setembro no verão.

#### **4.5. Controle de pragas, doenças e plantas daninhas**

O controle de pragas e doenças foi realizado via aplicação de defensivos químicos, os quais foram aplicados com uso de bomba costal. Para o controle de pragas, sendo a principal a *Spodopte frugiperda*, foi realizado um total de quatro aplicações para o cultivo de inverno e seis aplicações no cultivo de verão. Foi utilizado, de modo intercalado, os inseticidas Lannate, Pirate, Engeo pleno e Ampligo. Para controle de doenças foi feito duas aplicações preventivas com Score.

O controle de plantas daninhas foi realizado com o pré-emergente Primestra Gold, o mesmo nas duas safras. Para o cultivo de inverno, aos 20 dias após a semeadura, foi feito controle químico nas entre linhas com uso do herbicida não seletivo (Reglone) (Figura 5A), utilizando o equipamento “chapéu de napoleão”, para evitar danos nas plantas de milho. Aos 35 dias após a semeadura foi realizado uma capina manual em ambas as safras (Figura 5B).

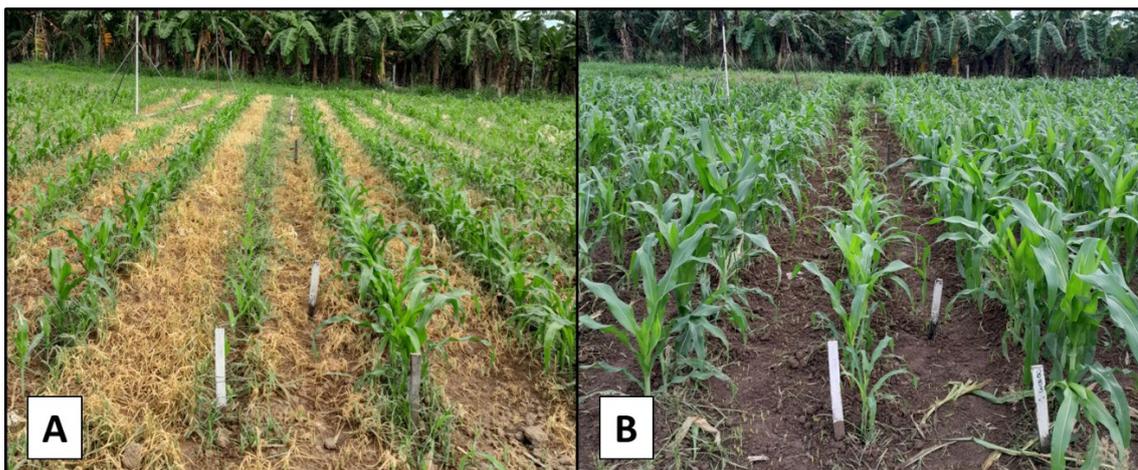


Figura 5: Controle de plantas daninhas.

A – Aplicação de herbicida nas entre linhas 20 dias após sementeira; B – capina realizada aos 35 dias após sementeira.

#### **4.6. Irrigação**

A irrigação foi realizada através de sistema por aspersão, onde foi instalado um aspersor a cada 12 metros, utilizando-se um total de seis aspersores por área.

Os dados agrometeorológicos para o período de condução dos experimentos foram extraídos da estação agrometeorológica do INMET, localizada na área experimental da Escola Técnica Agrícola Antônio Sarlo, e posicionada no centro das quatro áreas experimentais (Figura 2). Foram obtidos os dados de temperatura máxima, mínima e média, precipitação e velocidade do vento.

#### **4.7. Despendoamento**

O despendoamento das linhas fêmeas foi realizado de modo manual, removendo-se todos os pendões antes da antese masculina.

A remoção dos pendões teve início no dia 09 de maio de 2023 (53 dias após a sementeira (DAS)) perdurando até o dia 24 de maio de 2023, para o cultivo de inverno. No cultivo de verão, o despendoamento teve início no dia 03 de outubro de 2023 (56 DAS), seguindo até o dia 14 de outubro de 2023.

#### 4.8. Colheita

A colheita dos experimentos foi realizada após a maturação fisiológica das sementes, quando estas apresentavam aproximadamente 18% de umidade. A colheita na safra de inverno ocorreu 144 DAS, e na safra de verão ocorreu 133 DAS (Figura 6A).

Foi feita a colheita de todas as espigas de cada parcela, sendo separadas dez espigas (primeira espiga de dez plantas) para posterior avaliação.

Após a colheita, as espigas foram expostas ao sol até atingir a umidade para aproximadamente 16% (Figura 6B), seguindo para debulha com auxílio de um debulhador elétrico. Após a debulha, as sementes foram novamente expostas ao sol para corrigir a umidade para o mais próximo de 13% de umidade (Figura 6C).

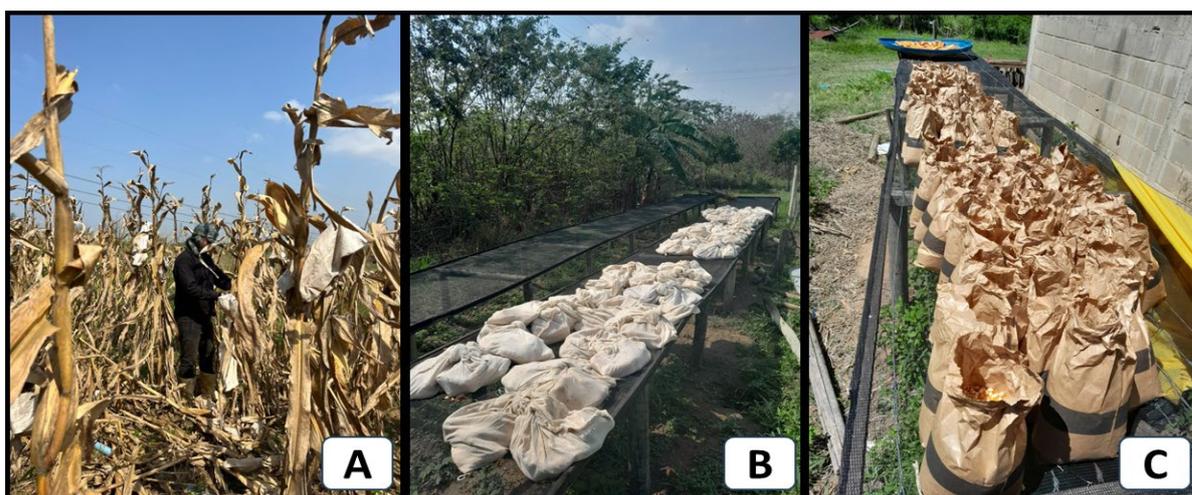


Figura 6: Colheita e exposição das espigas e sementes em secador natural suspenso.

A – colheita do experimento de campo; B – espigas após colheita; e, C – sementes expostas ao sol.

#### 4.9. Avaliação das características fenológicas, morfológicas e agronômicas

As avaliações dos efeitos das relações parentais e do uso do sincronismo de florescimento foram realizadas a partir de avaliação de planta, espiga e sementes, conforme descrito na Tabela 1.

Tabela 1. Relação das abreviaturas, denominações e etapa de avaliação de cada variável

<b>Abreviaturas</b>	<b>Variáveis</b>	<b>Etapa de Avaliação</b>
<b>Caracteres Fenológicos</b>		
FM	Nº de dias da semeadura ao florescimento masculino	Quando 50% ou mais da fileira encontravam-se na etapa correspondente.
FF	Nº de dias da semeadura ao florescimento feminino	
<b>Caracteres Morfológicos</b>		
AE	Altura da inserção da espiga principal (m)	Foram avaliados em uma amostra aleatória de 10 plantas da parcela útil, quando as plantas se encontravam no estágio fenológico de grão leitoso.
AP	Altura da planta (solo até a folha bandeira) (m)	
<b>Caracteres Agronômicos</b>		
CE	Comprimento da espiga sem palha (cm)	Foram avaliados em uma amostra aleatória de 10 espigas da parcela útil após a colheita.
DE	Diâmetro da espiga sem palha (cm)	
NF	Número de fileiras de grãos por espiga	
NSF	Número de sementes por fileira	
P10EP	Peso de 10 espigas sem palha (g)	Peso das 10 espigas
PROL	Prolificidade (nº médio de espigas por planta)	Obtido pela soma das seis peneiras comerciais após a classificação das sementes, sendo descartado o valor de fundo. Foi calculada considerando o quantitativo de plantas femininas de acordo com cada relação parental, sendo 75% de um hectare para relação 6x2 e 80% para relação 8x2.
PROD	Produtividade de sementes (t ha <sup>-1</sup> )	

Tabela 1, Cont.

P16		
P24		Obtido pela pesagem das sementes após classificação em peneiras:
P22	Peso de sementes por peneira (%)	% Sementes por peneira = (peso das sementes classificadas * 100) / peso total da parcela.
P15		
P20		
P18		
Fundo		

Após a debulha foi realizada a classificação das sementes em seis tamanhos de peneira, as quais possuem diferentes dimensões (Tabela 2). Foram utilizadas seis peneiras de diferentes tamanhos e com dois formatos, a saber: oblongos – classificar por tamanho e formato arredondado, e redondo – tamanho e formato achatados, além da peneira com o material de descarte (fundo) (Figura 7).

Tabela 2: Peneiras utilizadas para classificação das sementes. Numeração, formato dos crivos e dimensões

<b>Peneira</b>	<b>Formato dos crivos</b>	<b>Dimensão</b>
16	Oblongo	6,4 x 20,74 mm
24	Redondo	9,16 mm
22	Redondo	8,38 mm
15	Oblongo	5,66 x 19,1 mm
20	Redondo	7,48 mm
18	Redondo	6,7 mm
Fundo	Descarte	

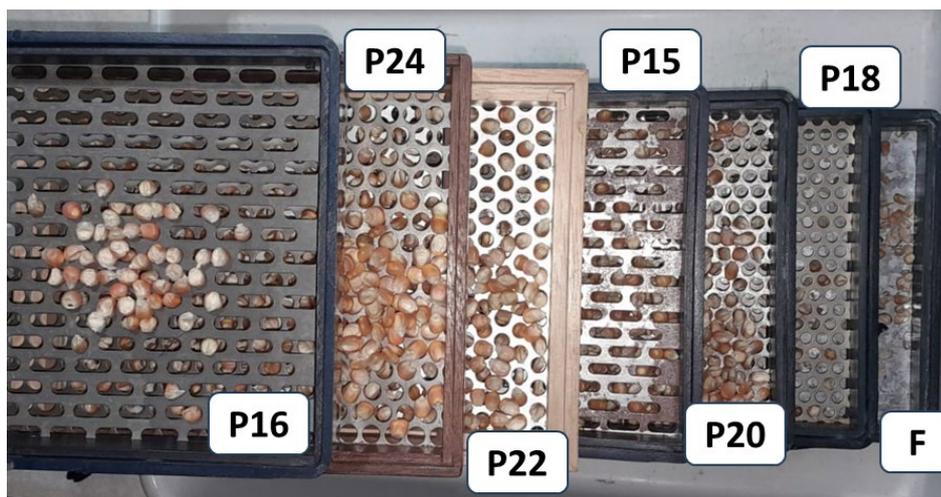


Figura 7: Peneiras utilizadas para classificar as sementes.

P16, P24, P22, P15, 20 E P18 – tamanhos de classificação; F – fundo

#### 4.10. Ensaios de laboratório

A partir das amostras coletadas dos ensaios de campo, foram conduzidos dois experimentos de laboratório, um para os ensaios da safra de inverno e um para os ensaios da safra de verão. Os ensaios foram conduzidos no Laboratório de Fitotecnia – Setor de Produção e Tecnologia de Sementes da UENF.

#### 4.11. Delineamento experimental dos ensaios de laboratório

Para a realização dos testes laboratoriais, foram unificadas as sementes das linhas femininas de cada área, mas mantidas a classificação das peneiras e as repetições de campo (Figura 8). Assim, de cada área foram avaliadas quatro repetições de seis tratamentos que correspondem às peneiras 15, 16, 18, 20, 22 e 24.

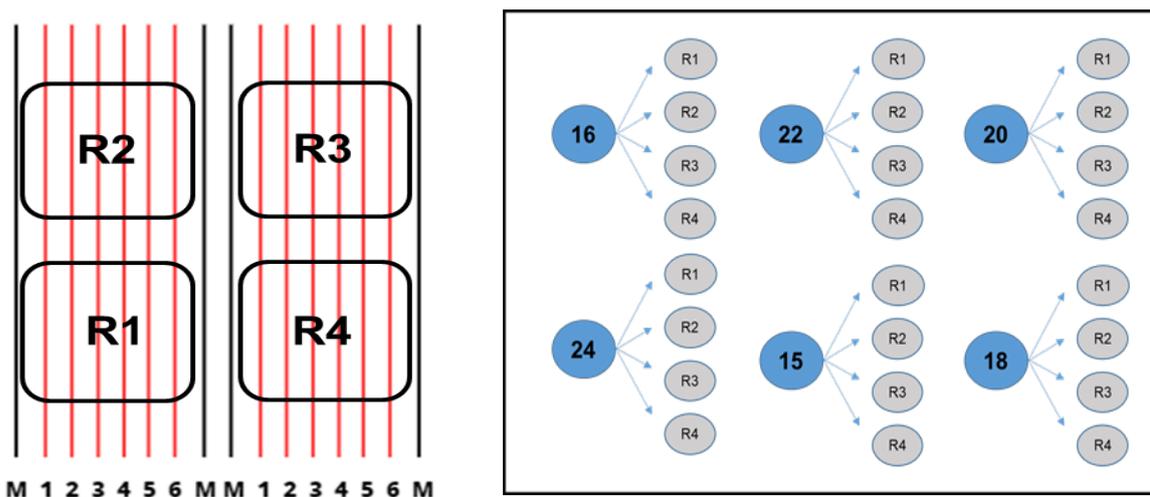


Figura 8: Croqui com a demarcação das repetições de uma área com seis linhas femininas, onde cada repetição continha sementes classificadas em seis tamanhos de peneiras.

M – linhas machos; Números correspondem às linhas femininas; R1, R2, R3 e R4 – repetições.

#### 4.12. Características avaliadas

O potencial germinativo das sementes foi avaliado a partir de testes de germinação e vigor, a saber:

- Teste de germinação (TG) – Para cada repetição de campo foram realizadas quatro repetições de 25 sementes no laboratório, gerando um total de 16 repetições por tratamento. As sementes foram colocadas para germinar em papel germiteste previamente umedecidos na proporção de 2,5 vezes da sua massa. Os rolos de papel foram acondicionados em sacolas plásticas e mantidas em germinadores sob temperatura variando de 25 - 30°C (noite – dia), seguindo as recomendações das Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009);
- Primeira contagem (PC) – realizado em conjunto com o teste de germinação por meio da contagem de plântulas normais no 4º dia após a implantação do teste (Figura 9);

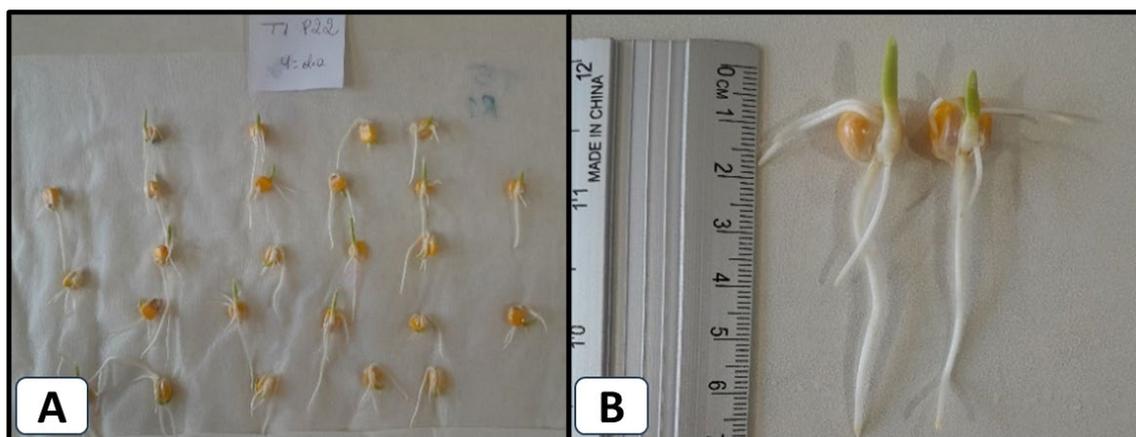


Figura 9: Avaliação da primeira contagem.

A – sementes no 4º dia de teste; e, B – padrão de plântula considerada normal na primeira contagem.

- Índice de velocidade de germinação (IVG) - obtidos por meio da contagem diária de sementes germinadas, sendo conduzido em conjunto com o teste de germinação. O critério de germinação foi a protrusão da raiz primária, quando esta apresentava aproximadamente 3,0 mm (Figura 10). Para determinar o IVG foi adotado os cálculos propostos por Maguire (1962):

$$IVG = \frac{G1}{N1} + \frac{G2}{N2} + \dots + \frac{Gn}{Nn}$$

- IVG = índice de velocidade de germinação;
- G = número de plântulas normais obtidas nas contagens;
- N = número de dias.



Figura 10: Padronização adotada para contagem de índice de velocidade de germinação.

- Peso de 1000 sementes (PMS): O peso de mil sementes foi determinado a partir de oito repetições de 100 sementes para cada tratamento, seguindo a recomendação das Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009).

#### 4.13. Análises estatísticas

##### 4.13.1. Análises dos ensaios de campo

Todas as características avaliadas, para as duas safras experimentais, foram submetidas a análises de variância individuais e conjunta. As análises conjuntas foram realizadas para relações parentais em cada safra separadamente.

A análise de variância individual para a relação parental 6x2, constituída por três tratamentos (distâncias), foi realizada considerando o modelo matemático:

$$Y_{ik} = m + T_i + B_k + E_{ik}$$

Sendo que:

$Y_{ik}$  = valor observado do i-ésimo tratamento ( $i = 1, 2, 3$ ) no k-ésimo bloco ( $k = 1, 2, 3, 4$ );

$m$  = constante geral;

$T_i$  = efeito do i-ésimo tratamento;

$B_k$  = efeito do k-ésimo bloco;

$E_{ik}$  = erro aleatório associado à observação  $Y_{ik}$ , com NID (0, variância comum).

Na análise conjunta da relação 6x2 (com e sem uso do *split*), foram considerados os efeitos dos tratamentos (distâncias) e dos ambientes (*split*) como fixos. A análise foi realizada de acordo com o modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = m + T_i + A_j + TA_{ij} + B/A_{ij} + E_{ijk}$$

Em que:

$Y_{ijk}$  = observação do i-ésimo tratamento ( $i = 1, 2, 3$ ) no j-ésimo ambiente  $j$  ( $j = 1, 2$ ) e no k-ésimo bloco ( $k = 1, 2, 3, 4$ );

$m$  = constante geral;

$T_i$  = efeito do i-ésimo tratamento;

$A_j$  = efeito do j-ésimo ambiente;

$TA_{ij}$  = efeito da interação i-ésimo tratamento no j-ésimo ambiente;

$B/A_{ij}$  = efeito do k-ésimo bloco dentro do j-ésimo ambiente;

$E_{ijk}$  = erro aleatório experimental associado à observação  $Y_{ijk}$ , com NID (0, variância comum).

A análise de variância individual para a relação parental 8x2, constituída por quatro tratamentos (distâncias), foi realizada considerando o modelo matemático:

$$Y_{ik} = m + T_i + B_k + E_{ik}$$

Sendo que:

$Y_{ik}$  = valor observado do i-ésimo tratamento ( $i = 1, 2, 3$ ) no k-ésimo bloco ( $k = 1, 2, 3, 4$ );

$m$  = constante geral;

$T_i$  = efeito do i-ésimo tratamento;

$B_k$  = efeito do k-ésimo bloco;

$E_{ik}$  = erro aleatório associado à observação  $Y_{ik}$ , com NID (0, variância comum).

Na análise conjunta da relação 8x2 (com e sem uso do *split*), foram considerados os efeitos dos tratamentos (distâncias) e dos ambientes (*split*) como fixos. A análise foi realizada de acordo com o modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = m + T_i + A_j + TA_{ij} + B/A_{ij} + E_{ijk}$$

Em que:

$Y_{ijk}$  = observação do i-ésimo tratamento ( $i = 1, 2, 3$ ) no j-ésimo ambiente  $j$  ( $j = 1, 2$ ) e no k-ésimo bloco ( $k = 1, 2, 3, 4$ );

$m$  = constante geral;

$T_i$  = efeito do i-ésimo tratamento;

$A_j$  = efeito do j-ésimo ambiente;

$TA_{ij}$  = efeito da interação i-ésimo tratamento no j-ésimo ambiente;

$B/A_{ij}$  = efeito do k-ésimo bloco dentro do j-ésimo ambiente;

$E_{ijk}$  = erro aleatório experimental associado à observação  $Y_{ijk}$ , com NID (0, variância comum).

Quando o teste F apresentou significância ( $p < 0,05$ ), foi aplicado o teste de comparação de médias de Tukey ao mesmo nível de probabilidade. Todas as análises foram realizadas no programa Genes (Cruz, 2013).

#### 4.13.2. Análises dos ensaios de laboratório

Os dados de avaliação física e fisiológica das sementes foram submetidos a análises de variância individuais e conjunta, utilizando o programa Genes (Cruz, 2013).

A análise de variância individual foi realizada considerando o modelo matemático:

$$Y_{ik} = m + T_i + B_k + E_{ik}$$

Sendo que:

$Y_{ik}$  = valor observado do  $i$ -ésimo tratamento ( $i = 1, 2, \dots, 6$ ) no  $k$ -ésimo bloco ( $k = 1, 2, 3, 4$ );

$m$  = constante geral;

$T_i$  = efeito do  $i$ -ésimo tratamento;

$B_k$  = efeito do  $k$ -ésimo bloco;

$E_{ik}$  = erro aleatório associado à observação  $Y_{ik}$ , com NID (0, variância comum).

Na análise conjunta foram considerados os efeitos dos tratamentos (peneiras) e dos ambientes (diferentes relações parentais e uso do sincronismo de florescimento) como fixos. A análise foi realizada de acordo com o modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = m + T_i + A_j + TA_{ij} + B/A_{ij} + E_{ijk}$$

Em que:

$Y_{ijk}$  = observação do  $i$ -ésimo tratamento ( $i = 1, 2, \dots, 6$ ) no  $j$ -ésimo ambiente ( $j = 1, 2, 3, 4$ ) e no  $k$ -ésimo bloco ( $k = 1, 2, 3, 4$ );

$m$  = constante geral;

$T_i$  = efeito do  $i$ -ésimo tratamento;

$A_j$  = efeito do  $j$ -ésimo ambiente;

$TA_{ij}$  = efeito da interação  $i$ -ésimo tratamento no  $j$ -ésimo ambiente;

$B/A_{ij}$  = efeito do  $k$ -ésimo bloco dentro do  $j$ -ésimo ambiente;

$E_{ijk}$  = erro aleatório experimental associado à observação  $Y_{ijk}$ , com NID (0, variância comum).

Na análise conjunta (peneira, ambientes e safras) foram considerados os efeitos dos tratamentos (peneiras), dos ambientes (diferentes relações parentais e uso

do sincronismo de florescimento) e das safras (inverno e verão) como fixos. A análise foi realizada de acordo com o modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = m + (B/A) / S_{kjm} + T_i + A_j + S_k + TS_{ik} + TA_{ij} + AS_{jk} + TAS_{ijk} + E_{ijkm}$$

Em que:

$Y_{ijk}$  = observação do i-ésimo tratamento ( $i = 1, 2, \dots, 6$ ) no j-ésimo ambiente  $j$  ( $j = 1, 2, 3, 4$ ) e na k-ésima safra ( $k = 1, 2$ );

$m$  = constante geral;

$((B/A) / S_{kjm})$  = efeito de bloco dentro de ambientes dentro de locais;

$T_i$  = efeito do i-ésimo tratamento;

$A_j$  = efeito do j-ésimo ambiente;

$S_k$  = efeito da k-ésima safra;

$TS_{ik}$  = efeito da interação i-ésimo tratamento na k-ésima safra;

$TA_{ij}$  = efeito da interação i-ésimo tratamento no j-ésimo ambiente;

$AS_{jk}$  = efeito da interação j-ésimo ambiente na k-ésima safra;

$TAS_{ijk}$  = efeito da interação i-ésimo tratamento no j-ésimo ambiente na k-ésima safra;

$E_{ijkm}$  = erro aleatório experimental associado à observação  $Y_{ijk}$ , com NID (0, variância comum).

Quando o F teste apresentou significância ( $p < 0,05$ ), foi aplicado o teste de comparação de médias de Tukey ao mesmo nível de probabilidade. Todas as análises foram realizadas no programa Genes (Cruz, 2013).

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1. Experimentos de campo

#### 5.1.1. Fenologia e condições climáticas

O florescimento do material estudado ocorre de forma irregular, ou seja, não é simultâneo entre as plantas, havendo plantas mais tardias tanto para o polinizador quanto para as linhas fêmeas (Figura 11).



Figura 11: Diferença do florescimento entre as plantas na mesma linha.

A – espigas das linhas fêmeas (Cimmyt 11); B – pendões das linhas machos (Piranão 10).

A antese masculina e feminina ocorreram em datas próximas nas duas safras, sendo superior a 60 DAS (Tabela 3). Entretanto, foi notável que o pico do florescimento das linhas machos ocorreu antes das linhas fêmeas, podendo resultar em déficit de pólen para algumas espigas, sobretudo aquelas tardias. Quando o pico de liberação de pólen não é sincronizado com o pico de antese das espigas, nos dias finais de polinização as plantas mais tardias podem não ser polinizadas, pois o quantitativo de pólen restante pode não ser suficiente para alcançar o estilo-estigma das espigas ainda não polinizadas. Com isso, o uso do *split* é uma alternativa, pois faz com que o pico de polinização seja prolongado, possibilitando uma polinização completa.

Tabela 3: Números médios de dias para o florescimento masculino das linhas machos e feminino das linhas fêmeas para os oito experimentos conduzidos em duas relações parentais (6X2 e 8X2) com e sem uso de *split*

	6x2 sem <i>split</i>		6x2 com <i>split</i>		8X2 sem <i>split</i>		8X2 com <i>split</i>	
	FF	FM	FF	FM <sup>1</sup>	FF	FM	FF	FM
Safra de Inverno	62	61	61	61 / 71	63	62	61	60/70
Safra de Verão	64	65	64	64/ 72	63	62	63	63/70

<sup>1</sup> Para florescimento masculino das áreas com *split* são apresentadas duas médias, considerando as duas datas de semeadura.

Para melhor compreender as datas de florescimento, foi realizada a coleta de informações de início e finalização do florescimento na safra de verão, por meio do registro da data em que o primeiro pendão das linhas machos apresentaram anteras liberando pólen e as linhas fêmeas apresentaram estilo-estigma exposto, assim como foi anotado a data em que a última espiga liberou estigma nas linhas fêmeas e pendão viável nas linhas machos (Tabela 4).

Tabela 4: Anotação da data de início e final do florescimento para os quatro ensaios conduzidos em duas relações parentais (6X2 e 8X2) com e sem uso de *split* na safra de verão

Linhas	6x2 Sem <i>split</i>			6x2 Com <i>split</i>		
	Início	Média	Final	Início	Média	Final
Fêmeas	58	64	70	62	64	70
Macho 1	59	65	69	60	64	71
Macho 2	x	x	x	67	72	77
	8x2 Sem <i>split</i>			8x2 Com <i>split</i>		
	Início	Média	Final	Início	Média	Final
Fêmea	59	63	71	59	63	69
Macho 1	59	62	70	58	63	70
Macho 2	x	x	x	67	70	77

Observa-se que o florescimento masculino e feminino perduram por aproximadamente 12 dias quando semeado em uma única data. O término da polinização também ocorre em datas próximas, entretanto, os pendões encerram a

polinização um dia antes das espigas, podendo ser prejudicial para completar a fecundação nas espigas das linhas fêmeas. Outro ponto a se observar, é que o pico da liberação de pólen é mais próximo do início do florescimento, assim, próximo ao término do ciclo de polinização terá menos pendões viáveis, proporcionando falha na fecundação nas espigas tardias. Com isso, o semeio intercalado das linhas machos, por meio do uso do *split* faz com que o pico de liberação de pólen se alongue e possibilite a completa polinização.

O semeio intercalado entre os genitores devem ser realizados para proporcionar a total fecundação das espigas, sobretudo quando os genitores não possuem sincronismo de florescimento. Souza et al. (2023) em sua pesquisa avaliando o florescimento de diferentes linhagens, adotaram a fórmula "*Split*" =  $|Ff - Fm| - 3$ , em que "Ff" representa o florescimento feminino e "Fm" representa o florescimento masculino. O *split* adotado nessa pesquisa para produção do híbrido UENF 506-11 foi de sete dias, entretanto, considerando esta fórmula, pode ser adotado uma diferença entre as semeaduras de aproximadamente 4 dias.

Com relação às condições climáticas para o período de desenvolvimento da cultura, em ambas as safras apresentaram condições favoráveis para o desenvolvimento vegetativo, entretanto, no período reprodutivo ocorreu picos extremos. A temperatura média durante a condução dos experimentos na safra de inverno, apresentou média de 23,7°C, enquanto na safra de verão foi ligeiramente mais alta, atingindo 26,1°C. A fase inicial na safra de inverno apresentou uma temperatura maior em comparação com a safra de verão. Durante o florescimento, as variações térmicas apresentaram variação significativa, sobretudo na safra de verão, oscilando de 17°C a 40°C. A safra de inverno foi mais amena, no período que compreende o florescimento, oscilando entre 15°C e 32°C (Figura 12).

Durante a safra de inverno, a precipitação totalizou 214,2 mm, enquanto na safra de verão foi registrada uma quantidade ligeiramente menor, totalizando 190,8 mm. Na safra de inverno, ocorreram quatro picos de precipitação superiores a 15 mm entre 22 e 45 dias após a semeadura. A safra de verão demonstrou uma distribuição mais uniforme de precipitação, com picos superiores a 15 mm mais bem distribuídos ao longo do ciclo. Em ambas as safras, a demanda hídrica foi complementada por meio de irrigação.

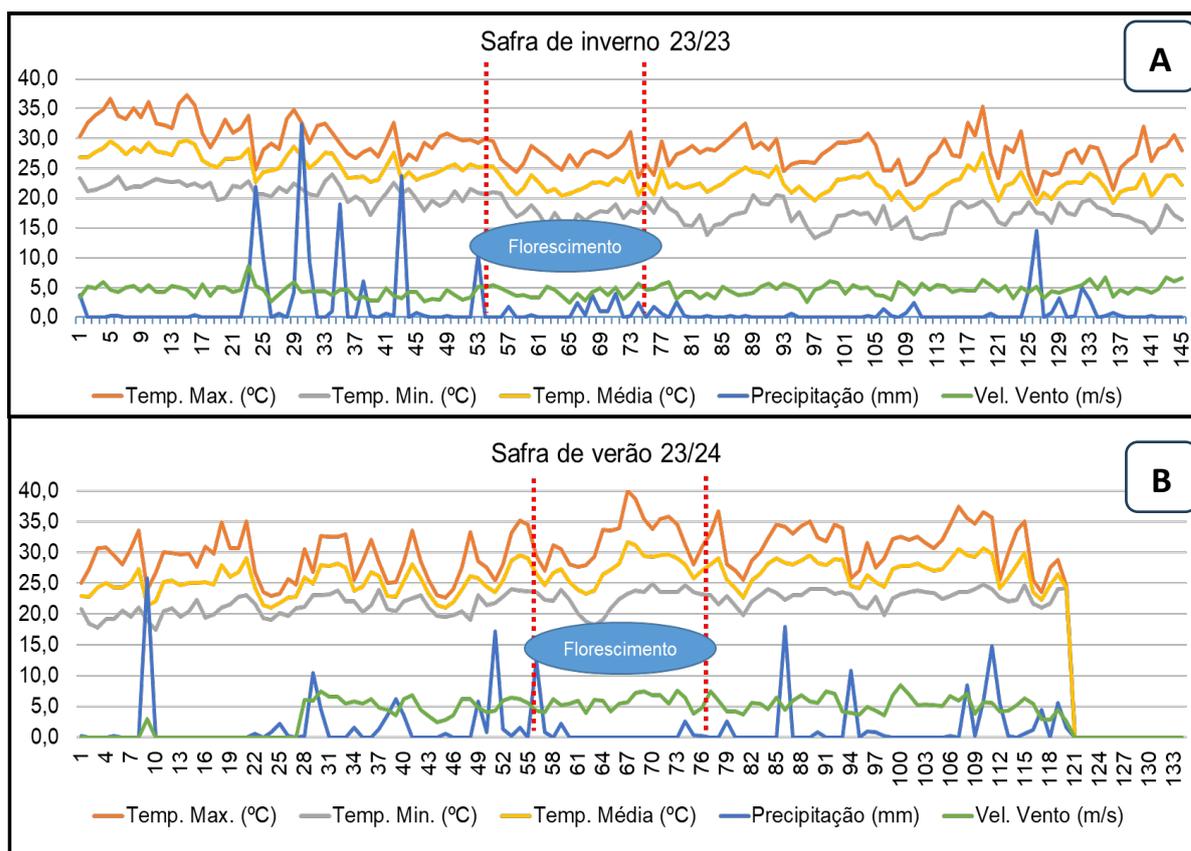


Figura 12: Valores diários de temperatura máxima, mínima e média do ar, velocidade do vento e precipitação para o período de condução dos ensaios de inverno (A) e verão (B), obtidas na estação meteorológica do INMET.

As condições climáticas desempenham um papel crucial no ciclo de vida da cultura do milho, influenciando diretamente seu desenvolvimento e produtividade, sobretudo na fase reprodutiva. As temperaturas ideais para o desenvolvimento do milho estão sob médias entre 24 e 30°C (Maldaner et al., 2014), condições presentes durante as duas safras avaliadas. Na safra de inverno, nos primeiros 10 dias, que vai do estágio vegetativo  $V_E$  até  $V_3$ , ocorreram picos de temperatura máxima superior a 35°C, porém, por curto período. Na sequência, entre o estágio vegetativo  $V_3$  e o estágio reprodutivo  $R_6$ , ocorreram temperaturas mais amenas. A safra de verão, como esperado, foi mais quente, alcançando temperatura máxima de até 40°C durante o florescimento, fase crítica da cultura. A temperatura ideal para a fase de florescimento fica entre 21 e 30°C (El-Sappah et al., 2022), onde temperaturas máximas superiores a 37°C podem resultar em perdas no rendimento (Lizaso et al., 2018). Badu-Apraku et al. (1983) analisando o efeito de altas temperaturas durante o florescimento de milho, encontraram respostas negativas para produtividade, quando as plantas foram expostas à temperatura máxima de 35°C.

A safra de verão apresentou um florescimento mais tardio em comparação com o inverno, esse resultado pode ser proveniente do efeito da temperatura nos primeiros 40 dias de desenvolvimento da cultura, onde na safra de inverno as plantas foram expostas a uma média de 26,7°C, sendo 2°C a mais que na safra de verão. Isso pode ter impactado no adiantamento no florescimento no experimento de inverno.

A cultura do milho tem exigência de 400 a 700 mm de água para completar seu ciclo e expressar todo seu potencial produtivo (Magalhães; Durães, 2006). A safra de inverno apresentou uma precipitação de 214,2 mm, superior à safra de verão com 23,4 mm, sendo realizado a complementação hídrica via irrigação sempre que necessário. Um fator a ser destacado é que, durante o período de florescimento, nas duas safras, não ocorreu precipitação, favorecendo a polinização.

As condições climáticas se mostram cruciais para um desenvolvimento adequado das plantas. No presente experimento, a safra de inverno teve melhores condições para completar seu ciclo em comparação à safra de verão, devido à temperatura elevada na fase de florescimento.

### 5.1.2. Avaliação morfoagronômica da safra de inverno

Relação parental 6x2

A análise de variância individual do Ambiente 6x2 SS, relação de seis linhas fêmeas para duas linhas machos sem adoção do *split* apresentou efeito significativo para tratamentos (distância da linha fêmea em relação à linha macho) apenas para as características PROL e P16 (Apêndice B). Para prolificidade, a distância 3 apresentou maior média (1,3) e a distância 1 a menor média (1,1). Para a variável P16, a distância 3 apresentou o maior valor (11,54%) e a distância 1 o menor valor (8,00%) (Tabela 5).

Já no Ambiente 6X2 CS, relação parental 6X2 com a adoção do *split*, somente para AP houve diferença significativa entre os tratamentos (Apêndice B), onde a distância 1 foi a maior (2,04 m) e a distância 3 a menor (1,99 m) (Tabela 5).

A análise de variância conjunta para os ambientes 6x2 (com e sem *split*) apresentou efeito significativo para distância entre a linha polinizadora e a linha fêmea para PROL e P16 (Apêndice B), sendo a média do tratamento 3 a maior e a do tratamento 1 a menor em ambas as características (Tabela 5). Para o efeito de sincronismo de florescimento, com e sem *split*, houve diferença significativa entre os

ambientes para DE, PROL, NSF, P15, P16, P18, P20, P24, Fundo e PROD (Apêndice B). O ambiente sem *split* apresentou médias superiores para DE (45,49mm), P15 (3,15%), P16 (10,07%) e P24 (41,85%) (Tabela 5). As características PROL (1,38), NSF (31,63), P18 (6,68%), P20 (20,63%), Fundo (3,64%) e PROD (5,57 t ha<sup>-1</sup>) apresentaram médias superiores no ambiente com *split* (Figura 13). Com relação à produtividade, quando adotado o *split*, obteve-se um incremento de 720 kg ha<sup>-1</sup> de sementes.

Tabela 5: Médias para as características morfoagronômicas na produção de sementes híbridas do milho híbrido interpopulacional UENF 506-11, para relação 6x2 sem (SS) e com (CS) *split*, safra de inverno

Distância	Caracteres avaliados											
	Comprimento de espiga (cm)			Diâmetro de espiga (mm)			Prolificidade			Nº sementes por fileira		
	SS	CS	Média <sup>1</sup>	SS	CS	Média	SS	CS	Média	SS	CS	Média
1	16,49	16,26	16,38	45,48	43,96	44,72	1,10 b	1,35	1,23 b	29,63	32,36	31,00
2	16,43	16,29	16,37	45,11	44,28	44,69	1,20 b	1,36	1,27 ab	28,88	31,88	30,38
3	16,54	16,55	16,54	45,90	44,46	45,18	1,30 a	1,43	1,36 a	28,63	30,63	29,63
Média <sup>2</sup>	16,48	16,37	16,43	45,49 A	44,23 B	44,86	1,19 B	1,38 A	1,29	29,04 B	31,63 A	30,33
CV (%)	4,04	2,67	3,43 <sup>3</sup>	3,24	1,99	2,71	5,64	8,97	7,74	7,90	7,73	7,81

Distância	Caracteres avaliados											
	Altura de planta (m)			Altura de espiga (m)			Peso de 10 espigas (Kg)			Peneira 15 (%)		
	SS	CS	Média	SS	CS	Média	SS	CS	Média	SS	CS	Média
1	1,97	2,04 a	2,01	1,18	1,23	1,20	1,61	1,54	1,58	3,23 A	2,92 A	3,08
2	1,97	1,98 b	1,98	1,18	1,22	1,20	1,57	1,55	1,56	3,19 A	2,68 A	2,93
3	2,05	1,99 ab	2,02	1,24	1,18	1,21	1,64	1,61	1,62	3,02 A	2,79 A	2,90
Média	2,00	2,00	2,00	1,20	1,21	1,20	1,61	1,57	1,59	3,15 A	2,80 A	2,97
CV (%)	3,30	2,11	2,77	5,10	4,57	4,84	5,90	8,88	7,50	20,68	21,30	20,99

Tabela 5, Cont.

Distância	Caracteres avaliados											
	Peneira 16 (%)			Peneira 18 (%)			Peneira 20 (%)			Peneira 22 (%)		
	SS	CS	Média	SS	CS	Média	SS	CS	Média	SS	CS	Média
1	8,00 b	5,76	6,88 b	4,10	6,99	5,54	17,34	21,74	19,54	23,99	24,08	24,04
2	10,76 ab	6,80	8,73 ab	4,12	6,33	5,23	15,51	20,28	17,89	22,05	23,77	22,91
3	11,54 a	7,91	9,73 a	3,61	6,71	5,16	16,08	19,88	17,98	22,79	21,70	22,25
Média	10,07 A	6,82 B	8,44	3,95 B	6,68 A	5,31	16,31 B	20,63 A	18,47	22,94	23,18	23,06
CV (%)	25,72	20,82	27,92	47,80	35,89	40,61	18,51	21,88	20,79	12,57	12,48	12,52

Distância	Caracteres avaliados								
	Peneira 24 (%)			Fundo (%)			Produtividade (t ha <sup>-1</sup> )		
	SS	CS	Média	SS	CS	Média	SS	CS	Média
1	41,72	35,01	38,36	1,63	3,50	2,57	4,73	5,44	5,08
2	42,56	36,24	39,40	1,92	3,91	2,91	4,76	5,59	5,18
3	41,30	37,51	39,40	1,65	3,51	2,58	5,05	5,70	4,38
Média	41,85 A	36,25 B	39,05	1,73 B	3,64 A	2,69	4,85 B	5,57 A	5,21
CV (%)	10,96	21,21	16,21	40,93	41,96	44,34	7,24	10,42	9,21

Distância – distância da linha fêmea em relação à linha macho; CV - Coeficiente de variação; <sup>1</sup> Média geral da distância para os dois ambientes; <sup>2</sup> Média geral de cada ambiente; <sup>3</sup> Coeficiente de variação para análise conjunta. Médias seguidas pelas mesmas letras em minúscula, nas colunas, e médias seguidas pelas mesmas letras em maiúsculas, nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Onde não há letras, não foram registradas diferenças significativas.

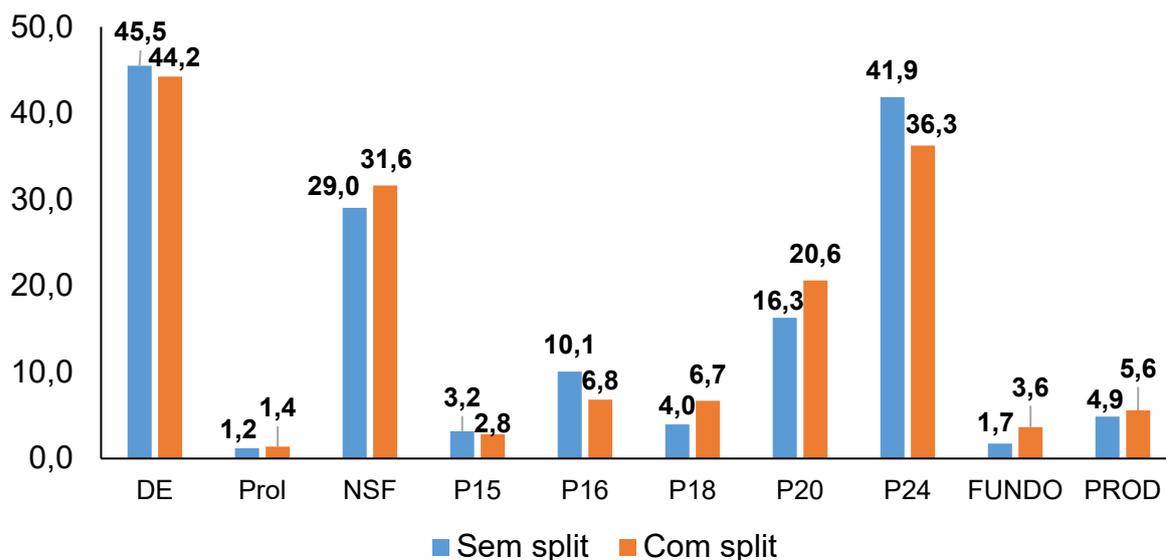


Figura 13: Médias das características que apresentaram significância pelo teste F na relação 6x2, safra de inverno.

DE – diâmetro de espiga (mm); Prol – prolificidade; NSF – número de sementes por fileira; P15, P16, P18, P20, P24 e Fundo – tamanho de sementes da classificação (%); e, PROD – produtividade de sementes ( $t\ ha^{-1}$ ).

As análises demonstraram que, para a relação 6x2, não houve efeito da distância das linhas fêmeas em relação à linha macho para a maior parte das características estudadas, com uma pequena exceção para prolificidade e peneira 16 na relação 6x2 sem *split* e para altura de planta na relação 6x2 com *split*. O importante a se destacar é que, tanto com como sem o uso do *split*, não houve diferença na porcentagem de sementes das peneiras 20, 22 e 24 e na produtividade de sementes em relação às diferentes distâncias da linha fêmea em relação ao genitor polinizador. No entanto, quando se compara o uso ou não do *split*, percebe-se que existe um efeito significativo, onde o uso do sincronismo de polinização aumenta a média dos caracteres agrônômicos NFS, P18, P20 e produtividade de sementes, e diminuiu a média de DE, P15, P16 e P24 (Figura 13).

Souza et al. (2023) estudando o florescimento de diferentes linhagens, identificaram a necessidade de adotar o *split* quando cruzado duas linhagens com florescimento em dias próximos, sendo de dois a quatro dias, para garantir uma polinização completa, a qual possibilitará maior produção de semente.

O menor diâmetro de espiga identificado na relação 6x2 com *split* pode estar associado ao aumento no número de sementes por fileira, o qual resulta em maior número de sementes por espiga e, conseqüentemente, maior competição entre elas durante a formação das sementes. Corroborando com a hipótese que o efeito da

diminuição do diâmetro se dá pelo NSF, observa-se que os comprimentos das espigas não diferem significativamente entre os dois ambientes. Outro efeito associado ao maior número de sementes por espiga se deu na classificação das sementes, reduzindo o quantitativo de sementes de formato arredondado e de maior tamanho, caso das peneiras 15, 16 e 24.

A falta de pólen decorrente do desincronismo entre os parentais resulta em maior falha na granação (Magalhães et, al. 2006), afetando no formato das sementes. A menor competição na formação das espigas no ambiente sem *split* resulta em sementes maiores e de formato mais arredondado, por esse motivo se observa maior valor da P15 e P16, porém, quando adotado o sincronismo do florescimento, foi disponibilizado pólen por maior período de tempo, o que favoreceu a polinização e preenchimento da espiga. Essa polinização mais completa proporciona maior número de óvulos fecundados, conseqüentemente maior número de sementes nas fileiras e maior competição entre as sementes, reduzindo o tamanho destas, o que aumentou a porcentagem de sementes das peneiras P18 e P20 (menores tamanhos).

Com o uso do *split* houve uma maior porcentagem de sementes de descarte (FUNDO), ou seja, sementes de tamanho não comercial. Entretanto, mesmo com esse aumento no descarte, o *split* apresentou excelentes resultados para rendimento de semente, obtendo maior ganho no quantitativo produzido.

Um aspecto que está relacionado a maior eficiência de polinização e ao incremento de produtividade, quando adotado o *split*, é a prolificidade. O ambiente com uso do sincronismo de polinização apresentou maior número de espigas por planta, o que pode ser devido a melhor polinização de espigas mais tardias pelo alongamento do período de liberação de pólen na área.

O peso de 10 espigas é uma característica que está corroborando com a hipótese de que a maior produtividade de sementes no ambiente com *split* foi devido a maior prolificidade, uma vez que o ambiente sem *split* apresentou maior peso das 10 espigas. Com isso, a hipótese é que a diferença foi proveniente da melhor fecundação da segunda ou terceira espiga, aumentando assim o número de espigas polinizadas por planta.

## Relação parental 8x2

A análise individual para o Ambiente 8x2 SS, relação de oito linhas fêmeas para duas linhas machos sem adoção do *split*, detectou diferença significativa entre as distâncias para PROL, NSF, P16 e P18 (Apêndice B).

O maior valor para prolificidade foi obtido pela distância 3 e 4 (1,41), já o menor valor foi identificado na distância 1 (1,2). Para NSF, a distância com maior e menor valor foram o 2 (30,50) e 4 (26,50), respectivamente. Para P16 e P18 houve inversão, com a distância 4 apresentando maior média (15,44%) para P16, enquanto a distância 1 apresentou maior média (5,33%) para P18 (Tabela 6).

No ambiente 8X2 CS, oito fileiras femininas com aplicação do *split*, foram observadas diferenças significativas entre as distâncias para CE e P16 (Apêndice B). A distância 4 apresentou maiores valores para ambas as características, assim como a distância 1 apresentou os menores valores (Tabela 6).

A análise conjunta dos dois ambientes detectou efeito de distância significativo para CE, DE, PROL, NSF, P16, P20 e PROD (Apêndice B). As características CE, DE, P20 e produtividade tiveram diferença significativa pelo teste F, porém, o teste de média de Tukey não detectou diferença entre as médias (Tabela 6). Para prolificidade, o maior e menor valor foi da distância 3 (1,37) e 1 (1,23), nesta ordem. As distâncias 1 (31,13) e 4 (28,88) obtiveram o maior e menor valor para NSF, já para P16, o resultado se inverte, com as distâncias 4 com 12,23% e a distância 1 com 7,20%.

As características com efeito significativo para o sincronismo de florescimento, com e sem *split*, foram CE, NSF, AP, AE, P15 e P16 (Apêndice B). O ambiente sem *split* foi melhor para as características P15 (3,58%) e P16 (11,12%). Para as demais características o *split* proporcionou os maiores valores, sendo de 17,03 cm (CE), 31,13 (NSF), 2,05 m (AP) e 1,24 m (AE) (Tabela 6). Não foi identificada diferença significativa entre ambientes para produtividade, entretanto, o uso do *split* proporcionou um incremento de 370 kg ha<sup>-1</sup> de sementes (Figura 14). Não foram detectadas interação significativa entre as distâncias e ambientes para nenhuma característica.

Tabela 6: Médias para as características morfoagronômicas na produção de sementes híbridas do milho híbrido interpopulacional UENF 506-11, para relação 8x2 sem (SS) e com (CS) *split*, safra de inverno

Distância	Caracteres avaliados											
	Comprimento de espiga (cm)			Diâmetro de espiga (mm)			Prolificidade			Nº sementes por fileira		
	SS	CS	Média <sup>1</sup>	SS	CS	Média	SS	CS	Média	SS	CS	Média
1	16,70	16,85 b	16,78 a	44,87	46,13	45,50	1,20 b	1,25	1,23 c	30,00ab	31,38	30,69ab
2	16,63	16,86 b	16,74 a	45,29	45,64	45,46a	1,23 b	1,26	1,24 bc	30,50 a	31,75	31,13 a
3	16,58	16,88ab	16,73 a	44,45	44,52	44,48a	1,41 a	1,33	1,37 a	27,86 ab	30,13	29,00 b
4	16,83	17,55 a	17,19 a	44,26	44,84	44,55a	1,41 a	1,28	1,34 ab	26,50 b	31,25	28,88 b
Média <sup>2</sup>	16,68 B	17,03A	16,85	44,72	45,28	44,99	1,31	1,28	1,30	28,72 B	31,13A	29,92
CV (%)	3,13	2,94 <sup>3</sup>	3,04 <sup>3</sup>	2,58	2,62	2,60	9,51	9,30	9,41	9,26	5,46	7,46

Distância	Caracteres avaliados											
	Altura de planta (m)			Altura de espiga (m)			Peso de 10 espigas (Kg)			Peneira 15 (%)		
	SS	CS	Média	SS	CS	Média	SS	CS	Média	SS	CS	Média
1	2,03	2,07	2,05	1,24	1,24	1,24	1,61	1,79	1,70	3,34	2,83	3,09
2	2,02	2,03	2,03	1,20	1,22	1,21	1,45	1,75	1,60	3,80	2,94	3,37
3	2,00	2,01	2,01	1,19	1,23	1,21	1,56	1,66	1,61	3,58	2,82	3,20
4	1,95	2,07	2,01	1,19	1,24	1,22	1,59	1,69	1,64	3,61	2,60	3,11
Média	2,00 B	2,05 A	2,02	1,20 B	1,24 A	1,22	1,55	1,72	1,64	3,58 A	2,80 B	3,19
CV (%)	2,94	3,80	3,41	4,22	4,90	4,58	20,04	7,16	14,45	19,90	17,47	19,16

Tabela 6, Cont.

Distância	Caracteres avaliados											
	Peneira 16 (%)			Peneira 18 (%)			Peneira 20 (%)			Peneira 22 (%)		
	SS	CS	Média	SS	CS	Média	SS	CS	Média	SS	CS	Média
1	8,15 b	6,25 b	7,20 b	5,33 a	4,10	4,72	18,39	18,33	18,36 a	23,83	23,39	23,61
2	8,33 b	6,79 b	7,56 b	4,23 ab	4,47	4,35	18,56	18,56	18,56 a	24,81	24,11	24,46
3	12,57 ab	7,49 ab	10,03ab	3,39 b	3,75	3,57	13,69	17,72	15,71 a	23,93	24,30	24,11
4	15,44 a	9,02 a	12,23 a	3,38 b	4,45	3,92	13,74	15,70	14,72 a	21,85	21,75	21,78
Média	11,12 A	7,39 B	9,25	4,08	4,19	4,14	16,09	17,58	16,84	23,61	23,39	23,50
CV (%)	38,93	20,30	35,02	32,36	26,91	29,69	29,22	17,02	23,41	12,59	12,69	12,64

Distância	Caracteres avaliados								
	Peneira 24 (%)			Fundo (%)			Produtividade (t ha <sup>-1</sup> )		
	SS	CS	Média	SS	CS	Média	SS	CS	Média
1	38,95	43,21	41,08	2,02	1,88	1,94	5,40	6,11	5,75 a
2	38,32	40,86	39,59	1,97	2,27	2,11	5,60	5,84	5,72 a
3	41,20	42,07	41,63	1,64	1,84	1,74	5,90	6,48	6,19 a
4	40,66	44,11	42,38	1,32	2,37	1,85	5,96	5,91	5,95 a
Média	39,78	42,56	41,17	1,73	2,09	1,91	5,71	6,08	5,90
CV (%)	15,61	11,73	13,68	42,25	34,28	37,90	7,96	8,12	8,05

Distância – distância da linha fêmea em relação à linha macho; CV - Coeficiente de variação; <sup>1</sup> Média geral da distância para os dois ambientes; <sup>2</sup> Média geral de cada ambiente; <sup>3</sup> Coeficiente de variação para análise conjunta. Médias seguidas pelas mesmas letras em minúscula, nas colunas, e médias seguidas pelas mesmas letras em maiúsculas, nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Onde não há letras, não foram registradas diferenças significativas.

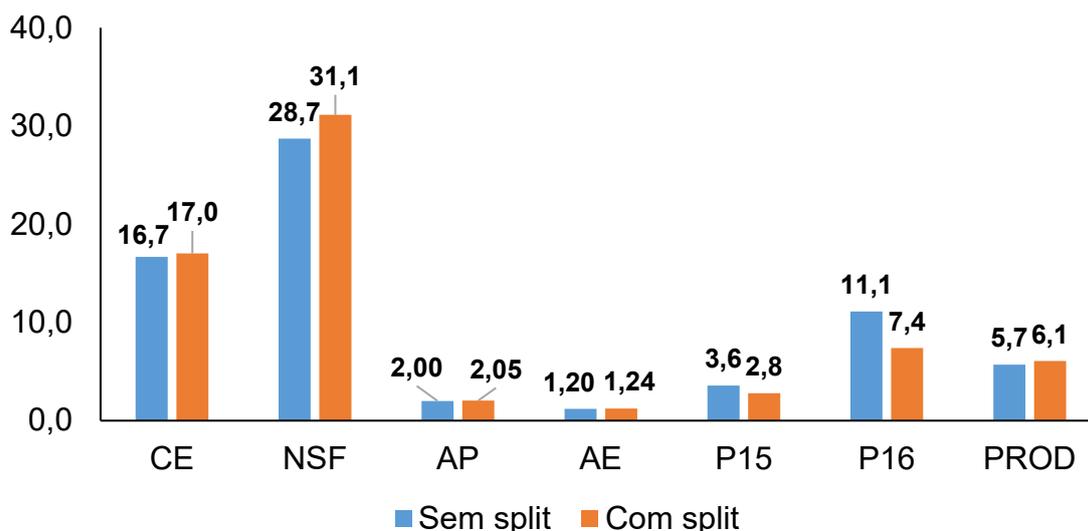


Figura 14: Médias das características que apresentaram significância pelo teste F ( $p < 0,05$ ) para ambiente na análise conjunta da relação 8x2 da safra de inverno.

CE – comprimento de espiga (mm); NSF – número de sementes por fileira; AP – Altura de planta (m); P15 e P16 – tamanho de sementes da classificação; PROD – produtividade (sem diferença significativa).

Nos experimentos de inverno, as respostas da relação 8x2 se assemelhou com os da relação 6x2, onde se observou uma polinização mais eficiente quando adotado o método *split*, resultando em uma produtividade superior. Esse maior rendimento é proveniente do aumento no número de sementes por espiga, associado a melhor polinização e menor proporção de falhas na espiga. Além disso, houve uma redução na quantidade de sementes maiores e arredondadas, como a P16, o que também pode ser atribuído a uma menor taxa de falhas nas espigas.

O Tamanho das sementes tem relação com a distribuição de assimilados provenientes da fotossíntese, onde as sementes intermediárias recebem mais, seguido das basais e por fim, as sementes do ápice, as quais são menores e mais leves (Schmidt et al., 2023). Outro aspecto relacionado com a parte física das sementes é a pressão exercida entre pericarpos na hora do enchimento das sementes, onde as sementes da base e do ápice recebem menor pressão, se mantendo arredondado ao final da maturação (Kikuti et al., 2003; Schmidt et al., 2023), assim como sementes do terço médio quando apresentam falhas. Durante o processo de formação das sementes, as maiores e mais pesadas são formadas na base das espigas e as menores e mais leves no ápice das espigas (Kikuti et al., 2003).

Em relação às peneiras de menor tamanho e fundo, similarmente a relação 6x2, houve um aumento na quantidade de sementes quando adotado o método *split*. Isso

indica que, de maneira geral, houve uma redução no tamanho das sementes devido à maior competição durante o enchimento, o que evidencia uma polinização mais eficaz.

#### Uso do *split* nas relações parentais 6x2 e 8x2 na safra de inverno

Fazendo um comparativo entre os resultados obtidos, observa-se que, para as características P15 e P16, o maior valor foi para o ambiente sem *split*, nas duas relações parentais. Para NSF e produtividade de sementes, ocorreu o inverso, o ambiente com uso do *split* foi superior (Figura 15). Com relação à produtividade, o uso do sincronismo de polinização proporcionou acréscimo de 14,85% e 6,48% na produtividade de sementes para as relações 6x2 e 8x2, respectivamente.

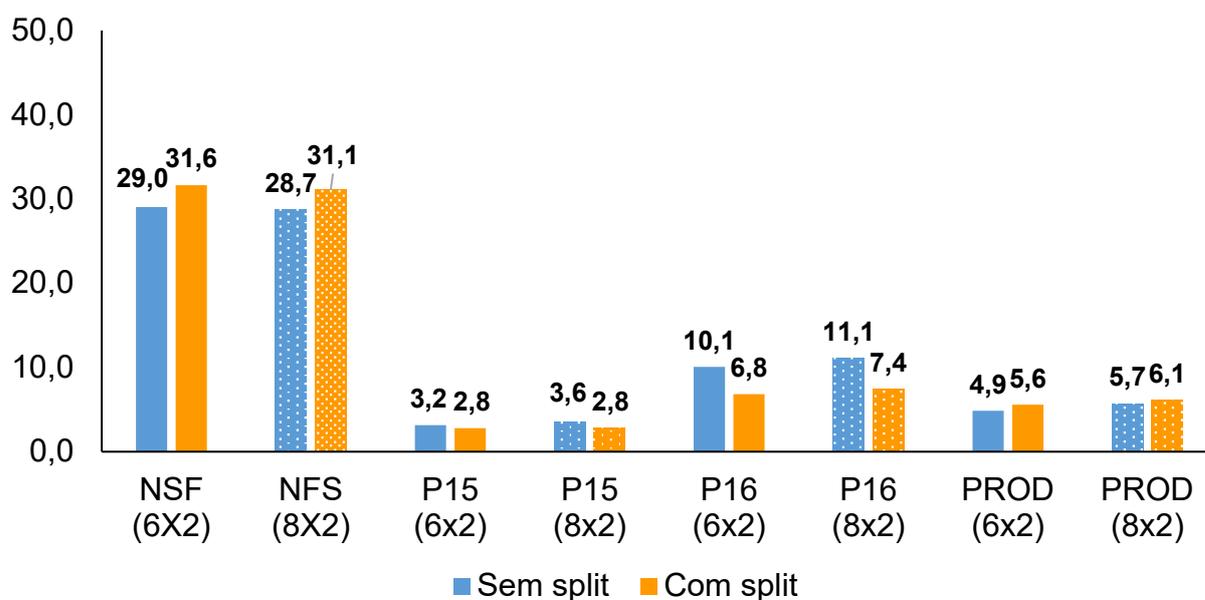


Figura 15: Médias das características que apresentaram significância pelo teste F ( $p < 0,05$ ) para ambiente na análise conjunta das relações parentais 6x2 e 8x2 na safra de inverno.

NSF – número de sementes por fileira; AP – Altura de planta (m); P15 e P16 – tamanho de sementes da classificação; e, PROD – produtividade.

Na produção de híbridos, o despendoamento das plantas genitoras femininas é uma prática comum para assegurar a fecundação cruzada. Este estudo revelou diferentes efeitos das distâncias entre linhas femininas e masculinas. Foi observado que as linhas fêmeas mais distantes das linhas doadoras de pólen apresentaram maior número de espigas por planta em todos os ambientes. O diferencial foi que, nos

ambientes sem adoções do *split*, a maior distância resultou em menor número de sementes por espiga, gerando mais sementes com formato arredondado em comparação com as linhas mais próximas dos machos. Nos ambientes com adoções do *split*, o efeito das distâncias foi menor, onde a diferença no número de sementes por planta e de formatos arredondados apresentaram valores mais próximos. Essa resposta pode ser associada à forma de dispersão do pólen, sendo pelo vento, favorecendo a polinização completa das espigas das linhas mais próximas, entretando, ao final do período de polinização, onde se tem menos pólen, a ação do vento resulta em polinização nas espigas mais tardias das linhas mais distantes, aumentando a prolificidade, porém com falhas.

Analisando os valores gerais dos ensaios da safra de inverno, de maneira geral o *split* proporcionou os mesmos efeitos para ambas as relações parentais estudadas, sendo maior número de sementes por espiga, redução na proporção de sementes arredondadas e incremento nas sementes com formato achatado.

### 5.1.3. Avaliação morfoagronômica da safra de verão

Relação parental 6x2

Na safra de verão, o ensaio com relação parental de seis linhas fêmeas para duas linhas machos sem adoção do *split* (6x2 SS) apresentou efeito significativo entre as distâncias apenas para a característica CE (Apêndice B), onde a distância 3 apresentou o maior valor (17,86 cm), seguido da distância 2 (17,38cm) e 1 (16,51cm) (Tabela 7). Para o ensaio com adoção do *split* (6x2 CS), não houve diferença significativa para efeito de distância para as características estudadas (Apêndice B).

Tabela 7: Médias para as características morfoagronômicas na produção de sementes híbridas do milho híbrido interpopulacional UENF 506-11, para relação 6x2 sem (SS) e com (CS) *split*, safra de verão

Distância	Caracteres avaliados											
	Comprimento de espiga (cm)			Diâmetro de espiga (mm)			Prolificidade			Nº sementes por fileira		
	SS	CS	Média <sup>1</sup>	SS	CS	Média	SS	CS	Média	SS	CS	Média
1	16,51 c	16,65	16,58 b	40,31	39,73	40,02	1,51	1,51	1,51	25,63	23,25	24,44
2	17,38 b	16,60	16,99 ab	40,49	39,48	39,99	1,34	1,49	1,43	24,00	22,50	23,25
3	17,86 a	17,08	17,47 a	40,71	38,92	39,82	1,49	1,5	1,52	23,25	21,75	22,50
Média <sup>2</sup>	17,25	16,77	17,01	40,51	39,38	39,94	1,46	1,52	1,49	24,91	22,50	23,40
CV (%)	2,12	4,87	3,72	4,42	4,09	4,26	10,27	8,59	9,44	8,02	12,44	10,30

Distância	Caracteres avaliados											
	Altura de planta (m)			Altura de espiga (m)			Peso de 10 espigas (Kg)			Peneira 15 (%)		
	SS	CS	Média	SS	CS	Média	SS	CS	Média	SS	CS	Média
1	1,81	1,92	1,87	1,03	1,18	1,11	1,15	1,02	1,08	5,02	5,64	5,33
2	1,81	1,94	1,87	1,08	1,18	1,13	1,17	0,96	1,06	5,10	6,18	5,64
3	1,81	1,92	1,86	1,05	1,16	1,10	1,13	0,95	1,04	5,83	6,62	6,22
Média	1,81 B	1,92 A	1,87	1,05 B	1,18 A	1,11	1,15 A	0,98 B	1,06	5,31 B	6,15 A	5,73
CV (%)	3,62	4,04	3,85	1,03	1,18	1,11	1,15	1,02	1,08	5,02	5,64	5,33

Tabela 7, Cont.

Distância	Caracteres avaliados											
	Peneira 16 (%)			Peneira 18 (%)			Peneira 20 (%)			Peneira 22 (%)		
	SS	CS	Média	SS	CS	Média	SS	CS	Média	SS	CS	Média
1	12,95	16,58	14,77 b	8,83	11,07	9,95 a	21,33	25,18	23,25	21,58	22,71	22,14
2	18,19	20,56	19,38 a	5,82	8,94	7,38 a	21,89	21,83	21,86	24,64	22,19	23,42
3	17,21	19,78	18,50a b	6,15	8,34	7,25 a	22,36	23,39	22,88	25,22	22,75	23,98
Média	16,12 B	18,97 A	17,55	6,94 B	9,45 A	8,20	21,86	23,46	22,66	23,81	22,55	23,18
CV (%)	12,95	16,58	14,77 b	8,83	11,07	9,95 a	36,79	23,58	30,46	27,69	30,40	29,01

Distância	Caracteres avaliados								
	Peneira 24 (%)			Fundo (%)			Produtividade (t ha <sup>-1</sup> )		
	SS	CS	Média	SS	CS	Média	SS	CS	Média
1	26,74	14,71	20,72	3,55	4,12	3,84	4,46	4,13	4,29
2	22,18	16,61	19,39	2,20	3,69	2,94	4,71	4,20	4,46
3	19,59	16,31	17,95	3,64	2,80	3,22	4,81	4,36	4,59
Média	22,83 A	15,88 B	19,36	3,13	3,53	3,33	4,66 A	4,23 B	4,45
CV (%)	30,00	32,87	31,46	102,58	53,05	78,88	10,91	9,04	10,12

Distância – distância da linha fêmea em relação à linha macho; CV - Coeficiente de variação; <sup>1</sup> Média geral da distância para os dois ambientes; <sup>2</sup> Média geral de cada ambiente; <sup>3</sup> Coeficiente de variação para análise conjunta. Médias seguidas pelas mesmas letras em minúscula, nas colunas, e médias seguidas pelas mesmas letras em maiúsculas, nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Onde não há letras, não foram registradas diferenças significativas.

Na análise conjunta dos ambientes, o efeito de distância foi significativo para as características CE, P16 e P18 (Apêndice B). A distância 3 apresentou o maior valor para CE (17,47 cm), seguida da distância 2 (16,99 cm) e 1 (16,58 cm) (Tabela 7). Para P16, a distância 2 obteve o maior valor (19,38 %) e a distância 1 o menor valor (14,77 %) (Tabela 7). Para P18 o teste de média de Tukey não detectou diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 7).

Para efeito de ambiente, houve diferença significativa para AP, AE, P10E, P15, P16, P18, P24 e PROD. As características P10E, P24 e produtividade apresentaram maiores médias no ambiente sem adoção do *split*. A produtividade de sementes neste ambiente foi 500 kg ha<sup>-1</sup> superior ao ambiente com *split*. Para AP, AE, P15, P16 e P18 o ambiente com *split* foi superior (Figura 16). Não houve efeito significativo de interação distância x ambiente para as características avaliadas.

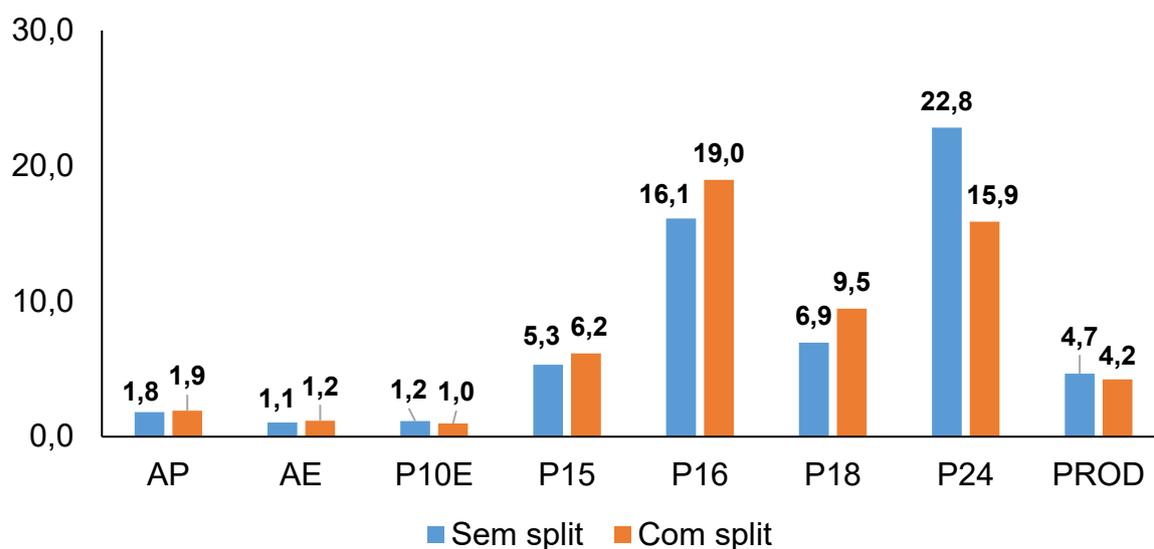


Figura 16: Médias das características que apresentaram significância pelo teste F ( $p < 0,05$ ) para ambiente na análise conjunta da relação 6x2 na safra de verão.

AP – Altura de planta (m); AE – Altura de espiga; P15, P16, P18 e P24 – tamanho das peneiras; PROD – produtividade.

O efeito do *split* na relação 6x2 da safra de verão apresentou resposta divergente aos resultados da safra de inverno, sendo menos eficiente a polinização neste ambiente. Esse efeito pode ser decorrente de um problema com danos nas parcelas experimentais, sobretudo perdas de plantas do genitor masculino, ocasionadas pelo ataque de capivara, onde proporcionou redução no número de plantas fornecedoras de pólen, assim interferindo negativamente no resultado.

A maior proporção de sementes arredondadas é associado a uma polinização menos eficiente. Como consequência do exposto acima, o ambiente com uso do *split* se mostrou menos eficiente na polinização, visto que obteve maior quantidade de sementes redondas, assim como menor produtividade. O NSF e o P10E compactuam com a menor eficiência polinizadora do ambiente com *split*, onde tiveram menores médias em ambas as características, resultado da maior proporção de falhas nas espigas.

### Relação parental 8x2

Com relação à análise de variância individual para a relação de oito fileiras fêmeas para duas machos sem *split* (8x2 SS), o efeito de distância não foi significativo para todas as características avaliadas (Apêndice B).

No ambiente 8x2 com adoção do *split* (8x2 CS), o efeito de distância foi significativo para P15, P16 e P22 (Apêndice B). A distância 4 foi superior para P15 e P16, com valores de 5,45 e 21,95%, respectivamente, enquanto que a distância 1 apresentou as menores médias, 3,71 % (P15) e 11,19% (P16). Para P22, o maior e menor valor foi apresentado pelas distâncias 1 (28,35%) e 4 (21,72%), respectivamente (Tabela 8).

Para a análise conjunta, o efeito de distância foi significativo para P15, P16, P20 e P22 (Apêndice B), sendo o maior valor para a distância 4 (5,66%), 4 (21,52%), 1 (22,71%) e 1 (26,97%), respectivamente. Os menores valores foram obtidos nas distâncias 1 (4,04%), 1(12,42%), 3 (17,28%) e 4 (22,12%) para P15, P16, P20 e P22, nesta ordem (Tabela 8). A efeito do ambiente foi significativo para DE, PROL, AE, P10E e PROD, apresentando maiores valores quando adotado o *split* para DE, PROL, P10E e produtividade. Com relação à produtividade, o ambiente com *split* proporcionou um acréscimo de 1.280 kg ha<sup>-1</sup> de sementes quando comparado ao ambiente sem *split*. A característica AE teve maior valor no ambiente sem uso do *split* (Figura 17).

Tabela 8: Médias para as características morfoagronômicas na produção de sementes híbridas do milho híbrido interpopulacional UENF 506-11, para relação 8x2 sem (SS) e com (CS) *split*, safra de verão

Distância	Caracteres avaliados											
	Comprimento de espiga (cm)			Diâmetro de espiga (mm)			Prolificidade			Nº sementes por fileira		
	SS	CS	Média <sup>1</sup>	SS	CS	Média	SS	CS	Média	SS	CS	Média
1	16,84	17,05	16,94	41,44 A	41,62A	41,53	1,35 B	1,55 A	1,45	25,23	26,36	25,75
2	16,90	16,68	16,79	40,06 B	42,12A	41,09	1,41 B	1,65 A	1,53	24,25	25,63	24,94
3	17,05	17,19	17,12	41,49 A	41,74A	41,61	1,36 B	1,69 A	1,53	23,13	25,63	24,38
4	17,45	17,14	17,29	40,44 A	41,16A	40,80	1,41 B	1,71 A	1,56	27,13	23,88	25,50
Média <sup>2</sup>	17,06	17,01	17,03	40,86 A	41,66A	41,26	1,38 B	1,65 A	1,52	24,91	25,38	25,14
CV (%)	4,52	4,10	4,32 <sup>3</sup>	4,19	4,31	4,26	14,97	8,44	11,64	19,16	12,34	16,05

Distância	Caracteres avaliados											
	Altura de planta (m)			Altura de espiga (m)			Peso de 10 espigas (Kg)			Peneira 15 (%)		
	SS	CS	Média	SS	CS	Média	SS	CS	Média	SS	CS	Média
1	1,92	1,88	1,90	1,22 A	1,07 B	1,14	1,17 A	1,24 A	1,21	4,37	3,71 b	4,04 b
2	1,87	1,92	1,90	1,13 A	1,13 A	1,13	1,10 B	1,25 A	1,17	5,23	4,46 ab	4,85 ab
3	1,88	1,89	1,88	1,18 A	1,08 B	1,13	1,11 A	1,21 A	1,16	4,67	4,72 ab	4,70 ab
4	2,31	1,89	2,10	1,16 A	1,11 A	1,13	1,10 A	1,18 A	1,14	5,86	5,45 a	5,66 a
Média	2,00	1,90	1,95	1,17 A	1,09 B	1,13	1,12 A	1,22 A	1,17	5,04	4,58	4,81
CV (%)	30,24	3,87	22,09	7,07	5,80	6,51	11,36	8,88	10,10	27,18	21,00	24,60

Tabela 8, Cont.

Distância	Caracteres avaliados											
	Peneira 16 (%)			Peneira 18 (%)			Peneira 20 (%)			Peneira 22 (%)		
	SS	CS	Média	SS	CS	Média	SS	CS	Média	SS	CS	Média
1	13,64	11,19 c	12,42 b	6,22	5,92	6,07	22,18	23,24	22,71 a	25,59	28,35 a	26,97 a
2	19,77	14,73bc	17,25ab	4,56	5,60	5,08	19,44	19,96	19,70 a	22,38	25,03ab	23,70ab
3	17,38	20,06ab	18,72ab	4,09	4,43	4,26	16,74	17,82	17,28 a	22,88	23,25 b	23,06ab
4	21,09	21,95 a	21,52 a	4,60	5,63	5,11	18,75	17,23	17,99 a	22,51	21,72 b	22,12 b
Média	17,97	16,98	17,48	4,87	5,39	5,13	19,28	19,56	19,42	23,34	24,59	23,96
CV (%)	43,03	23,29	35,14	59,88	40,28	50,11	33,16	24,29	29,00	15,58	12,27	13,94

Distância	Caracteres avaliados								
	Peneira 24 (%)			Fundo (%)			Produtividade (t ha <sup>-1</sup> )		
	SS	CS	Média	SS	CS	Média	SS	CS	Média
1	26,01	25,39	25,70	1,99	2,19	2,09	4,71	5,7	5,21
2	26,95	28,01	27,48	1,67	2,22	1,95	4,34	5,76	5,05
3	32,87	28,10	30,49	1,37	1,62	1,49	4,61	5,98	5,29
4	25,47	26,22	25,86	1,71	1,82	1,76	4,36	5,74	5,05
Média	27,83	29,93	27,38	1,68	1,98	1,82	4,51	5,79 A	5,15
CV (%)	26,16	21,93	24,21	71,94	40,67	56,26	17,70	12,83	14,97

Distância – distância da linha fêmea em relação à linha macho; CV - Coeficiente de variação; <sup>1</sup> Média geral da distância para os dois ambientes; <sup>2</sup> Média geral de cada ambiente; <sup>3</sup> Coeficiente de variação para análise conjunta. Médias seguidas pelas mesmas letras em minúscula, nas colunas, e médias seguidas pelas mesmas letras em maiúsculas, nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Onde não há letras, não foram registradas diferenças significativas.

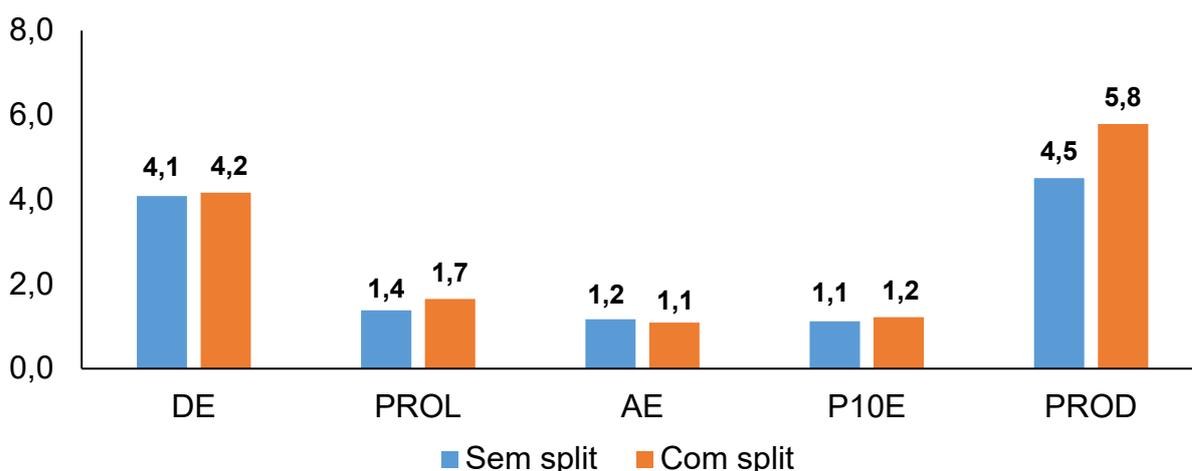


Figura 17: Médias das características que apresentaram significância pelo teste F ( $p < 0,05$ ) para ambiente na análise conjunta da relação 8x2 na safra de verão.

DE – diâmetro de espigas; PROL – prolificidade; AE – Altura de espiga; P10E – Peso de dez espigas; e, PROD – produtividade.

A análise conjunta não detectou efeito significativo para interação distância x ambiente para relação 8x2 na safra de verão nas características estudadas.

Os resultados da relação 8x2 na safra de verão se assemelharam com os resultados desta relação da safra de inverno, destacando a eficiência positiva do *split* sobre a polinização das espigas, gerando maior número de sementes por espiga, plantas mais prolíferas, redução na proporção de sementes arredondadas e aumento das sementes menores. O somatório dos incrementos resultaram em maior produtividade de sementes por hectare.

#### Uso do *split* nas relações parentais 6x2 e 8x2 na safra de verão

Comparando as médias das características que apresentaram significância nas duas relações para a safra de verão, a relação 6x2 apresentou maiores valores na adoção do *split* para AE, enquanto a relação 8x2 com *split* apresentou maiores médias para para P10E e produtividade (Figura 18). A produtividade de sementes, quando adotado o *split*, teve um incremento de 28,38% para relação com oito linhas femininas e um decréscimo 9,23% para relação de seis linhas femininas.

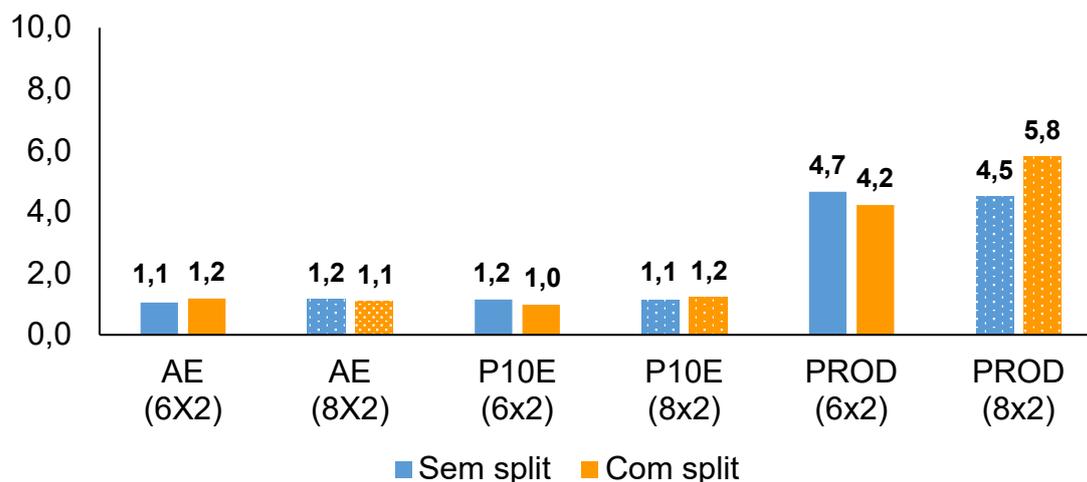


Figura 18: Médias das características que apresentaram significância pelo teste F ( $p < 0,05$ ) para ambiente na análise conjunta (com ou sem *split*) para as relações 6x2 e 8x2, safra de verão.

AE – Altura de espiga (m); P10E – peso de dez espigas (Kg); PROD – produtividade (ton).

#### 5.1.4. Comparação dos ambientes nas duas safras

Avaliando o efeito da polinização nas diferentes distâncias das linhas fêmeas em relação ao polinizador, nota-se que para todas as áreas, quanto mais perto da linha macho, menor o número de sementes maiores e maior o número de sementes pequenas (Figura 19). O *split* proporciona uma diferença menor entre as distâncias, entretanto, mantém a mesma resposta do ambiente sem *split*. Considerando que o tamanho das sementes tem relação com a eficiência de polinização, pode-se afirmar que as linhas mais perto do polinizador apresenta uma polinização mais eficiente para cada espiga.

Os valores médios das características agrônômicas para porcentagens de cada peneira e produtividade ( $\text{ton ha}^{-1}$ ) estão destacados na figura 20 e 21. Pode-se observar que a produtividade na safra de inverno foi superior à safra de verão em todos os ambientes, enquanto que as porcentagens das peneiras P15, P16, P18 e P20 na safra de inverno foi inferior a do verão. A peneira 22 foi a que menos apresentou variação entre as áreas e safras experimentais. A safra de inverno apresentou maior volume de P24.

O uso do *split* na safra de inverno resultou em aumento de produtividade nas duas relações estudadas, com redução nas P15 e P16, entretanto, e aumento na proporção de sementes com tamanho P18, P20 e Fundo.

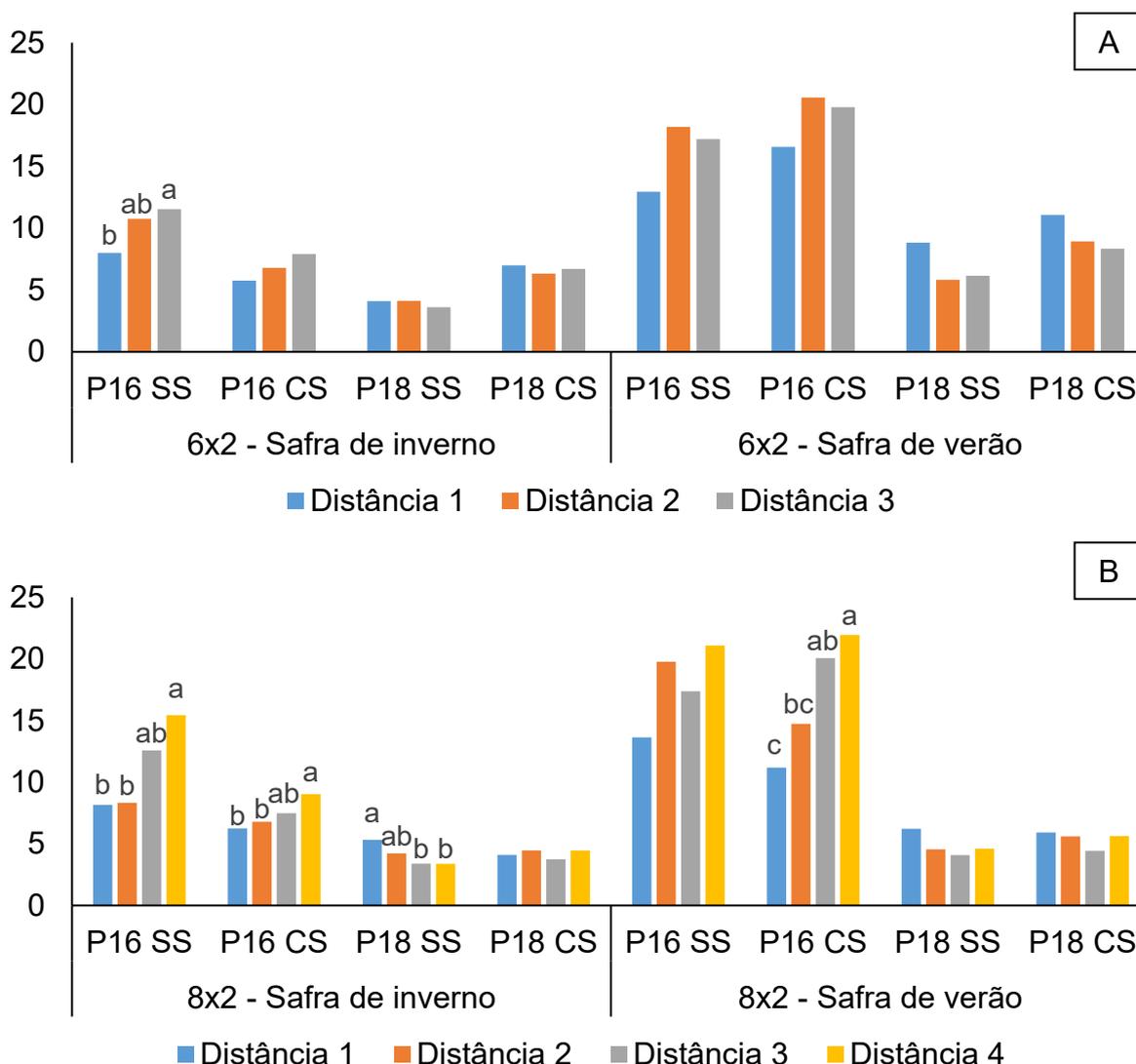


Figura 19: Porcentagem de sementes nas peneiras P16 e P18 para as distâncias entre as linhas fêmeas e as linhas machos, para duas relações parentais com (CS) e sem (SS) uso do *split*, nas safras de inverno e verão.

A – relações fêmea/macho 6x2; B – relações fêmea/macho 8x2. Médias seguidas pelas mesmas letras, minúsculas, em cada ambiente não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Onde não há letras, não foram registradas diferenças significativas.

Para safra de verão, o *split* proporcionou aumento da produtividade na relação 8x2 e perda na 6x2. Com relação às peneiras, o *split*, assim como na safra anterior, apresentou incremento das peneiras de menor tamanho (P18 e P20) e descarte. Com relação às sementes com formato arredondo, peneiras 15 e 16, o *split* obteve resultados distintos nas diferentes relações estudadas na safra de verão, onde a relação 8x2 apresentou queda na proporção dessas sementes e o inverso ocorreu na relação 6x2.

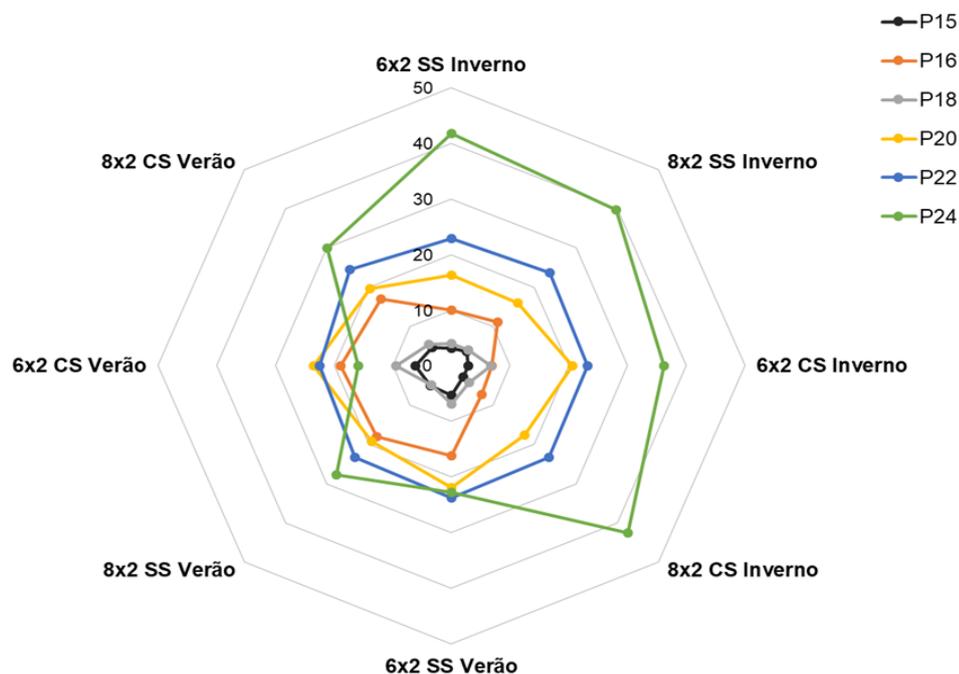


Figura 20: Comparação das médias obtidas em porcentagens das peneiras nas relações parentais 8x2 e 6x2, com (CS) e sem *split* (SS), em duas safras de avaliação (inverno e verão).

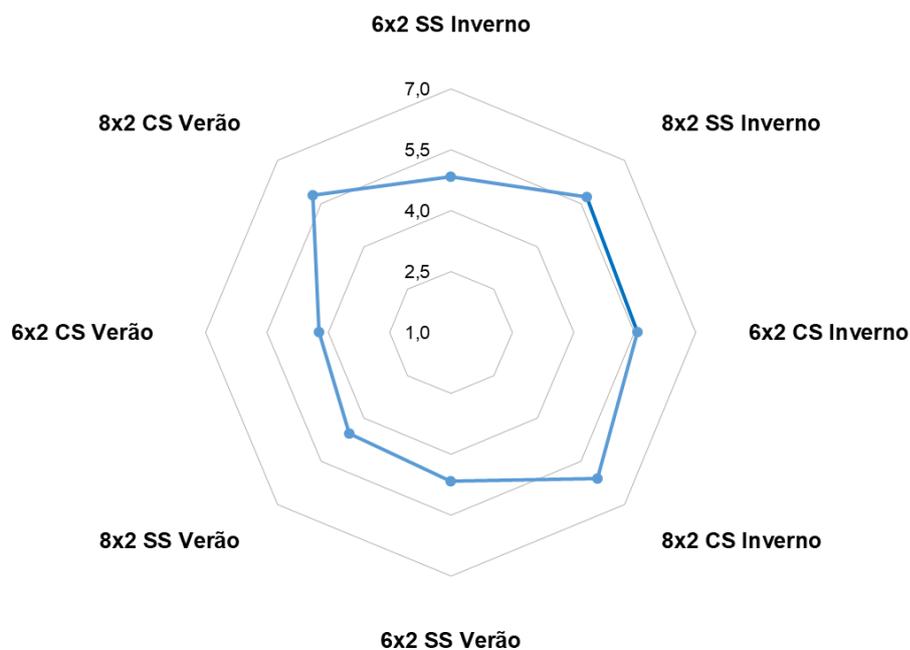


Figura 21: Comparação das médias obtidas para produtividade de sementes (t ha<sup>-1</sup>) nas relações parentais 8x2 e 6x2, com (CS) e sem *split* (SS), em duas safras de avaliação (inverno e verão).

As áreas com oito linhas fêmeas com adoção do *split* foi a relação F/M com maior rendimento de sementes em ambas as safras, representando um ganho de 9,16% na safra de inverno e 24,25% na safra de verão, quando comparado com a área mais produtiva com seis linhas fêmeas, sendo a 6x2 com *split* na safra de inverno e 6x2 sem *split* na safra de verão (Figura 21).

Tudo que foi apresentado com relação à produtividade e tamanho de sementes possui ligação com a polinização eficiente das espigas. Nos experimentos conduzidos foi notório uma diferença visual das espigas na qualidade de polinização, tendo efeito positivo do *split*, ou seja, menos falhas, em ambas as safras na relação 8x2 (Figura 22) e safra de inverno para relação 6x2 (Figura 23). Assim como os resultados de produção foi menor no ambiente com *split* na relação 6x2 safra de verão, as falhas visuais nas espigas foram maiores (Figura 23). Outro ponto foi que, na safra de verão, houve maior número de falhas nas espigas, sendo efeito das altas temperaturas durante o período de florescimento, afetando na fecundação e formação das sementes.



Figura 22: Imagens das 10 espigas utilizadas para as avaliações morfológicas dos ensaios 8x2 com e sem uso do *split* nas safras de inverno e verão.

D1, D2, D3 e D4 – correspondem às distâncias da linha fêmea para a linha macho.



Figura 23: Imagens das 10 espigas utilizadas para as avaliações morfológicas dos ensaios 6x2 com e sem uso do *split* nas safras de inverno e verão.

D1, D2, D3 e D4 – correspondem às distâncias da linha fêmea para a linha macho.

O milho é uma planta que tem sua polinização realizada pela ação do vento, a qual distribui seus pólenes para as plantas vizinhas (Freitas; Imperatriz-Fonseca, 2005; Schoemaker et al., 2023). Esse fato é extremamente relevante para produção de sementes híbridas, pois a relação entre linhas fêmeas e machos vai depender do tanto que os pendões das linhas machos produzirão de pólen, sendo associado com a dispersão desses grãos de pólen pela ação do vento. Com base no exposto, se houver deficiência de pólen nas plantas fêmeas, deve-se diminuir a relação entre os parentais ou aumentar o número de polinizador.

A relação parental de oito linhas fêmeas tem maior potencial produtivo em comparação ao ambiente com seis linhas fêmeas. Essa maior produtividade se dá pelo fato de ter maior aproveitamento da área com plantas fêmeas, resultando em maior número de espigas com sementes híbridas e conseqüentemente maior rendimento. Entretanto, para obter êxito nessa produção é necessário uma polinização eficiente.

No entanto, o semeio para produção comercial de sementes com oito linhas fêmeas deve ser analisado com cautela, especialmente em relação aos ganhos econômicos. O uso do maior número de linhas fêmeas por área implica em maior gasto com mão de obra para realização do despendoamento, sobretudo quando essa atividade é totalmente realizada de forma manual, assim como a colheita. Essa etapa de remoção dos pendões das linhas fêmeas na produção de sementes híbridas de milho é a operação mais importante e crítica da produção (Da Silva et al., 2021), necessitando o máximo de atenção.

Com relação ao uso do *split*, pode-se afirmar que, com exceção do ambiente 6x2 de verão, o *split* foi eficiente para melhorar a polinização nos demais ambientes nas duas safras, representando aumento de produtividade de sementes. Essa melhor polinização proporcionou o mesmo para ambas as relações parentais estudadas, como maior número de sementes por espiga, redução na proporção de sementes arredondadas e incremento nas sementes pequenas. Comercialmente, as sementes de tamanho intermediário como a P20 apresenta maior aceitação de mercado, de modo contrário as sementes pequenas e grandes, as quais tem menor demanda (Da Silva et al., 2021), caso da P18 e P16. Entretanto, todos os tamanhos apresentam potencial e são comercializadas.

Além da polinização eficiente, e fundamental para garantir uma boa granação das espigas e altos rendimentos, condições climáticas favoráveis durante o período

de florescimento, como temperaturas moderadas e umidade adequada, são essenciais. Além disso, práticas de manejo que promovam uma boa distribuição do pólen, controle de plantas daninhas e o controle de pragas e doenças, são decisivas para maximizar a produtividade e a qualidade das sementes de milho.

Neste contexto, comparando os resultados das duas safras estudadas, a produtividade de sementes na safra de verão foi inferior à safra de inverno, sendo decorrente das condições climáticas presente nesta safra. No cultivo de verão, a temperatura mais elevada, sobretudo no período de florescimento e enchimento de grãos, teve influência negativa para a polinização e formação das sementes. Como consequência dessa condição adversa ao potencial produtivo, a safra de verão apresentou menor produtividade de sementes, além de aumentar a proporção de sementes menores e de formato arredondado.

Altas temperaturas durante o florescimento e enchimento de grãos pode resultar em queda na produção de sementes, associado principalmente a esterilidade do grão de pólen (Bheemanahalli et al., 2022). Alguns autores relataram queda no rendimento de sementes quando as plantas de milho são expostas ao estresse térmico (Bheemanahalli et al., 2022) e sorgo (Chiluwal et al., 2020).

Em condições de estresse térmico, com temperatura máxima superior a 35°C durante o florescimento do milho, Bheemanahalli et al. (2022) encontraram redução expressiva no número de sementes por planta, rendimento e peso da unidade de sementes, sendo decorrente do efeito negativo ocasionado na polinização. O estresse térmico ocasiona menor síntese de amido e suprimento de assimilados durante o enchimento das sementes, o que resulta em menor tamanho e peso nas semente (Liu et al., 2022).

Os ambientes 8x2 com uso do sincronismo de polinização foi o que apresentou os melhores resultados, produzindo 6,08 t ha<sup>-1</sup> (safra de inverno) e 5,79 ton ha<sup>-1</sup> (safra de verão) de sementes, sendo esta combinação a mais indicada para obtenção de um maior aproveitamento por área de produção.

A adoção do semeio intercalado de linhas machos na produção de sementes híbridas é uma das maneiras de possibilitar a hibridação entre genitores com florescimento descincronizado, entretanto, esse manejo apresenta um agravante com relação aos manejos durante a condução da lavoura, sobretudo no controle de plantas daninhas, devido à diferente fase de desenvolvimento que as plantas apresentam, podendo gerar um maior investimento para esses manejos (Timóteo et al., 2010).

Entretando, o uso do *split* se mostrou eficiente em proporcionar maior rendimento de sementes, associando esse rendimento ao valor agregado existente nas sementes, torna-se vantajoso sua utilização.

Além disso, o semeio de oito linhas fêmeas sem adoção do *split* não é recomendado, visto que sua produção se assemelha com a relação 6x2. Levando em conta o maior gasto com mão de obra com o aumento de linhas fêmeas, a relação 6x2 se torna financeiramente mais vantajoso.

A relação 8x2 com adoção do *split* é uma alternativa para aumentar a produtividade de sementes do híbrido UENF 506-11, porém, o semeio com maior número de linhas fêmeas em épocas distintas resultam em maiores gastos, sobretudo com mão de obra para realização do despendoamento do genitor feminino e uma reentrada na área para a segunda semeadura do genitor masculino, além de onerar os tratos culturais devido a diferença entre o desenvolvimento das plantas.

Para melhor compreender a eficiência do seu uso, um trabalho de viabilidade econômica se torna opção para comprovar os benefícios dos resultados expressos nesta pesquisa. Outro ponto a ser considerado é a redução do intervalo do *split*, semeando a segunda linha do polinizados com intervalo menor de dias, visando minimizar a problemática com os tratos culturais.

## **5.2. Análise física e fisiológica das sementes**

### **5.2.1. Primeira contagem e Índice de velocidade de germinação - safra de inverno e verão**

Para a safra de inverno, a análise de variância individual para os ambientes, 6x2 sem *split*, 6x2 com *split*, 8x2 sem *split* e 8x2 com *split*, apresentaram diferença significativa entre tamanhos das peneiras para a característica 1ª contagem. Para o índice de velocidade de germinação (IVG), apenas o ambiente 6x2 CS não apresentou diferença significativa para tamanho de peneira (Apêndice C).

Em todas as áreas, para 1ª contagem, a única peneira que diferiu estatisticamente das demais foi a P16, tendo a menor média. Os demais tamanhos de peneiras não apresentaram diferença significativa entre si. Os maiores valores de 1ª contagem foram apresentados pelas peneiras P18 (21,4) no ambiente 6x2 SS, P20

(19,8) no ambiente 6x2 CS, P18 (20,8) no ambiente 8x2 SS e P20 (18,5) no ambiente 8x2 CS (Tabela 9).

Para IVG, a peneira P18 apresentou o maior valor em todos os ambientes, sendo de 8,6 (6x2 SS), 8,5 (6x2 CS), 8,7 (8x2 SS) e 8,2 (8x2 CS). A P16 apresentou o menor valor de IVG para os ambientes 6x2 SS (7,9), 8x2 SS (7,7) e 8x2 CS (7,2). No ambiente 6x2 CS, o menor valor foi apresentado pelo tratamento P22 (7,00), entretanto não diferiu estatisticamente dos demais tratamentos (Tabela 9). As peneiras P18, P20, P22 e P24 não diferiram estatisticamente entre si em todas as áreas.

A análise de variância individual dos ambientes da safra de verão não detectou diferença significativa para 1ª contagem e IVG para todos os ambientes (Tabela 9).

Nas análises conjuntas dos ambientes em cada safra, o efeito de peneira foi significativo apenas para 1ª contagem na safra de inverno, sendo a maior média apresentada pela P18 (20,0), se diferenciando estatisticamente apenas da P16 (13,2), a qual apresentou o menor valor (Tabela 9).

Tabela 9: Médias para 1ª contagem e índice de velocidade de germinação do milho híbrido interpopulacional UENF 506-11, para as relações 6x2 e 8x2 sem (SS) e com (CS) *split* nas safras de inverno (SI) e verão (SV) de 2023

Peneira	1ª contagem (Nº de plântulas)										
	Safr de inverno				Safr verão				Média SI <sup>1</sup>	Média SV <sup>2</sup>	Média 2S <sup>3</sup>
	6x2 SS	6x2 CS	8x2 SS	8x2 CS	6x2 SS	6x2 CS	8x2 SS	8x2 CS			
P15	19,3 ab	15,2 b	18,6 a	16,2 a	20,6	19,4	19,4	20,4	17,3 aA	20,0 A	18,6 a
P16	16,1 b	10,9 c	14,7 b	11,1 b	21,8	20,2	19,8	19,4	13,2 bB	20,3 A	16,8 a
P18	21,4 a	19,7 a	20,8 a	18,1 a	22,9	21,1	20,8	22,4	20,0 aA	21,8 A	20,9 a
P20	19,9 a	19,8 a	19,8 a	18,5 a	21,2	18,8	19,4	17,7	19,5 aA	19,3 A	19,4 a
P22	19,8 a	18,3 ab	20,1 a	16,8 a	21,4	17,4	20,1	18,1	18,7 aA	19,3 A	19,0 a
P24	19,2 ab	17,9 ab	19,3 a	16,9 a	23,3	22,2	21,3	19,7	18,3 aA	21,6 A	20,0 a
Média <sup>4</sup>	19,3 A	17,0 AB	18,9 AB	16,3 B	21,9 A	19,9 A	20,2 A	19,64 A	17,8 B	20,4 A	19,1
CV (%)	7,3	11,3	8,5	7,4	12,2	19,9	11,8	21,4	8,8	16,6	13,8
Índice de velocidade de germinação											
Peneira	Safr de inverno				Safr de verão				Média SI <sup>1</sup>	Média SV <sup>2</sup>	Média 2S <sup>3</sup>
	6x2 SS	6x2 CS	8x2 SS	8x2 CS	6x2 SS	6x2 CS	8x2 SS	8x2 CS			
P15	8,3 ab	7,9	8,0 bc	7,8 c	8,1	7,8	7,7	7,8	8,0	7,89	7,9 a
P16	7,9 b	7,5	7,7 c	7,2 d	7,9	7,7	7,8	7,8	7,6	7,80	7,7 a
P18	8,6 a	8,5	8,7 a	8,2 a	8,2	8,2	7,9	8,2	8,5	8,13	8,3 a
P20	8,5 a	8,5	8,4 ab	8,1 abc	8,1	7,7	7,9	7,4	8,4	7,77	8,1 a
P22	8,4 a	7,0	8,2 abc	8,2 ab	8,0	7,6	7,7	7,8	7,9	7,77	7,9 a
P24	8,4 a	8,0	8,3 ab	7,9 bc	8,2	8,0	7,9	7,8	8,1	8,0	8,1 a
Média <sup>4</sup>	8,4 A	7,9 A	8,2 A	7,9 A	8,1A	7,8 A	7,8 A	7,8 A	8,1 A	7,9 A	8,0
CV (%)	2,2	13,0	3,2	1,5	3,7	6,4	4,4	6,0	12,2	5,2	6,0

<sup>1</sup> Média das peneiras, quatro ambientes na safra de inverno; <sup>2</sup> Média das peneiras, quatro ambientes na safra de verão; <sup>3</sup> Média das peneiras, quatro ambientes e duas safras; <sup>4</sup> Média da coluna dos valores da coluna. Médias seguidas pelas mesmas letras em minúscula, nas colunas, e maiúscula, nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para efeito de ambiente, foi identificado efeito significativo para 1ª contagem e IVG em todos os ambientes. Para 1ª contagem, na safra de inverno, o ambiente 6x2 SS apresentou a maior média (19,3), sendo estatisticamente diferente do ambiente 8x2 CS (Tabela 9). O teste de média de Tukey não detectou diferença entre as médias dos ambientes para 1ª contagem da safra de verão, e em ambas as safras para IVG.

Não foram identificados efeitos significativos para interação peneiras x ambientes para 1ª contagem e IVG, em ambas as safras.

### **5.2.2. Germinação e peso de mil sementes - safra de inverno e verão**

A característica germinação não apresentou efeito significativo para tamanho de peneira nas análises individuais dos ambientes (Apêndice C).

A característica germinação não apresentou efeito significativo de peneira em nenhum ambiente, entretanto, o maior valor apresentado na safra de inverno para os ambientes 6x2 SS, 6x2 CS, 8x2 SS e 8x2 CS foram das peneiras P24 (98,0%), P24 (95,5%), P22 e P18 (93,8%) e P22 (95,0%), respectivamente. Para safra de verão, as maiores porcentagem de germinação foram apresentadas pelas peneiras P24 (98,3%), P16 (96,0%), P16 (95,3%) e P22 (93,3%), respectivamente para os ambientes 6x2 SS, 6x2 CS, 8x2 SS e 8x2 CS (Tabela 10).

Para PMS, as peneiras se diferenciaram na mesma magnitude em todos os ambientes e safras, seguindo a sequência da maior para menor de P16, P24, P22, P15, P20 e P18. A peneira P24 não diferiu estatisticamente de P16 em ambas as safras (Tabela 10).

As médias para PMS na safra de inverno variaram de 371,2 (P16 – 6x2 SS) a 185,8 (P18 – 6x2 CS). Na safra de verão, a variação foi de 348,1 (P16 – 8x2 CS) a 177,8 (P18 – 6x2 CS) (Tabela 10).

Tabela 10: Médias para germinação e peso de mil sementes do milho híbrido interpopulacional UENF 506-11, para as relações 6x2 e 8x2 sem (SS) e com (CS) *split* nas safras de inverno e verão de 2023

Peneira	Germinação (%)										
	Safr de inverno				Safr de verão				Média SI <sup>1</sup>	Média SV <sup>2</sup>	Média 2S <sup>3</sup>
	6x2 SS	6x2 CS	8x2 SS	8x2 CS	6x2 SS	6x2 CS	8x2 SS	8x2 CS			
P15	97,8	94,8	92,3	92,0	95,0	95,8	93,3	93,0	94,2 a	94,3	94,2
P16	97,3	92,5	91,0	89,8	96,3	96,0	95,3	92,3	92,6 a	94,9	93,8
P18	95,3	91,8	93,8	90,5	97,0	94,3	95,3	92,8	92,1 a	94,8	93,8
P20	95,5	94,5	93,3	93,3	96,8	93,0	93,5	90,8	94,1 a	93,5	93,8
P22	97,0	94,5	93,8	95,0	96,0	92,3	91,3	93,3	95,1 a	93,2	94,1
P24	98,0	95,5	92,8	92,5	98,3	94,5	93,0	92,3	94,7 a	94,5	94,6
Média <sup>4</sup>	96,8 A	93,9 AB	92,8 AB	92,2 B	96,5 A	94,3 A	93,6 A	92,4 A	93,9	94,2	94,1
CV (%)	1,7	2,9	2,7	2,8	2,9	4,8	4,7	3,6	2,6	4,1	3,4

Peneira	Peso de mil sementes (g)										
	Safr de inverno				Safr de verão				Média SI <sup>1</sup>	Média SV <sup>2</sup>	Média 2S <sup>3</sup>
	6x2 SS	6x2 CS	8x2 SS	8x2 CS	6x2 SS	6x2 CS	8x2 SS	8x2 CS			
P15	297,9 c	283,1 c	292,8 c	301,2 c	265,3 c	263,1 d	270,8 c	266,8 d	293,8 cA	266,5 cB	280,1 c
P16	371,2 a	357,9 a	369,1 a	368,5 a	336,5 a	336,3 a	346,4 a	348,1 a	366,6 aA	341,8 aB	354,2 a
P18	195,9 e	185,8 e	196,9 e	195,5 e	186,9 e	177,8 f	190,9 e	185,9 f	193,5 eA	185,4 eB	189,5 e
P20	263,8 d	247,7 d	262,1 d	266,5 d	241,5 d	229,6 e	245,4 d	242,2 e	260,0 dA	239,7 dB	248,9 d
P22	313,1 b	298,5 b	310,6 b	316,3 b	291,6 b	283,0 c	294,3 b	291,8 c	309,6 bA	290,2 bB	299,9 b
P24	363,0 a	350,3 a	359,9 a	367,5 a	332,5 a	324,7 b	341,1 a	337,6 b	360,2 aA	334,0 aB	347,1 a
Média <sup>4</sup>	300,8 A	287,2 B	298,6 A	302,6 A	275,7 AB	269,1 B	281,5 A	278,7AB	297,3 A	276,3 B	286,6
CV (%)	1,7	1,6	2,1	1,1	2,1	1,2	2,3	1,6	1,7	1,9	1,8

<sup>1</sup> Média das peneiras, quatro ambientes na safra de inverno; <sup>2</sup> Média das peneiras, quatro ambientes na safra de verão; <sup>3</sup> Média das peneiras, quatro ambientes e duas safras; <sup>4</sup> Média da coluna dos valores da coluna. Médias seguidas pelas mesmas letras em minúscula, nas colunas, e maiúscula, nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na análise conjunta dos ambientes em cada safra, o efeito de peneira foi significativo para germinação apenas na safra de inverno, entretanto não diferiu estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para PMS, na safra de inverno, o maior valor foi para P16 e menor valor para P18, com valores médios de 366,6 g e 193,5 g, respectivamente. Na safra de verão, a variação foi de 341,8 g a 185,4 g, sendo respectivamente nas peneiras P16 e P18 (Tabela 10).

Para efeito de ambiente, a análise conjunta detectou diferença significativa para germinação e PMS. Para germinação, safra de inverno, o ambiente 6x2 SS apresentou o maior valor, sendo estatisticamente diferente apenas do ambiente 8x2 CS, com uma diferença igual a 4,6% entre eles. Na safra de verão não foi identificada diferença pelo teste de média de Tukey a 5% de probabilidade (Tabela 10).

Com relação ao PMS, os resultados foram os mesmos nas duas safras, onde o ambiente 8x2 CS apresentou a maior média e o ambiente 6x2 CS a menor média, sendo diferentes estatisticamente (Tabela 10).

Não foram identificados efeitos significativos para interação peneiras x ambientes para germinação e PMS, em ambas as safras.

### **5.2.3. Análise conjunta de safra, ambiente e peneira para as características físicas e fisiológicas de sementes**

A análise conjunta para as características físicas e fisiológicas nos quatro ambientes e nas duas safras, não houve diferença significativa para efeito de peneiras e safras para germinação, assim como não houve efeito significativo para interação entre peneira (P) x ambiente (A), safra (S) x ambiente e P x S x A para as características estudadas (Tabela 11).

Comparando a média geral entre safras para 1ª contagem, foi identificado efeito significativo de safra (Tabela 11), onde a safra de verão obteve a maior média, sendo de 20,4 (Tabela 9). A média da safra de inverno foi inferior devido a P16, a qual apresentou um valor baixo em comparação com as demais peneiras, sendo a única com diferença entre as safras (Tabela 9).

Tabela 11: Estimativas dos quadrados médios da análise conjunta (peneiras, ambientes e safras) para características físicas e fisiológicas de sementes híbridas do milho híbrido interpopulacional UENF 506- 11, Campos dos Goytacazes, 2023

FV	GL	1ªC	IVG	GE	PMS
Peneira (P)	5	62,84**	1,46**	3,29 <sup>ns</sup>	123109,44**
Safra (S)	1	305,02**	2,12**	3,80 <sup>ns</sup>	21218,43**
Ambientes (A)	3	66,86**	1,47**	172,14**	1635,30**
P x S	5	53,63**	0,58**	20,51 <sup>ns</sup>	399,55**
P x A	15	2,69 <sup>ns</sup>	0,22 <sup>ns</sup>	6,89 <sup>ns</sup>	18,89 <sup>ns</sup>
S x A	3	10,07 <sup>ns</sup>	0,29 <sup>ns</sup>	2,23 <sup>ns</sup>	195,41 <sup>ns</sup>
P x S x A	15	3,73 <sup>ns</sup>	0,16 <sup>ns</sup>	4,666 <sup>ns</sup>	25,36 <sup>ns</sup>
Resíduo	120	6,99	0,23	10,2	25,79
Média		19,1	8,0	94,1	286,8
CV (%)		13,8	6,0	3,4	1,8

FV: fonte de variação; GL: graus de liberdade; CV: coeficiente de variação; 1ªC: primeira contagem; IVG: índice de velocidade de germinação; GE: germinação (%); PMS: peso de mil sementes (g). \*\* significativo a 1% de probabilidade pelo teste F; <sup>ns</sup> não significativo.

As características 1ª contagem e IVG, em ambas as safras, apresentaram resultados similares, onde a P18 apresentou maiores valores. Para germinação, não houve diferença na média geral nas duas safras estudadas, onde a safra de inverno e verão apresentaram 93,9% e 94,2% de germinação, respectivamente. Entretanto, o efeito na germinação foi distinto em ambas as áreas, tendo a P16 e P22 com os menores valores para safra de verão e inverno, respectivamente. O PMS apresentou efeito significativo entre as safras (Tabela 11), observando valores inferiores na safra de verão em comparação com a safra de inverno em todas as peneiras (Tabela 10).

As sementes de ambas as safras e relações parentais apresentaram respostas parecidas, possuindo proximidade em vigor e germinação. Analizando os resultados em relação às diferentes peneiras, é notório que o tamanho das sementes influencia em sua velocidade de germinação, mas não está associado à capacidade de germinar. Nota-se que as sementes menores e achatadas tendem a ter maior vigor que sementes maiores e arredondadas, entretanto, podem apresentar uma germinação igual ou inferior às sementes grandes e redondas.

A qualidade das sementes pode ser mensurada a partir da viabilidade e do vigor (Schmidt et al., 2023). A viabilidade se refere à quantidade de sementes vivas que irão

gerar plantas saudáveis e o vigor está relacionado com a capacidade de suportar estresses sem perder o potencial germinativo e a capacidade de gerar plântulas normais, onde sementes mais vigorosas tendem a ter uma velocidade de germinação mais acelerada (Dias et al., 2015; Khaeim et al., 2022; De Oliveira, et al., 2023).

Os testes de vigor de 1ª contagem e índice de velocidade de germinação expressaram que sementes de menor tamanho e com formato achatado, caso das peneiras 18 e 20, são mais vigorosas. Já a peneira P16, a qual apresenta sementes maiores e com formato arredondado são menos vigorosas. As respostas dessa pesquisa corroboram com os resultados apresentados por Stumm et al. (2016), onde sementes de milho grandes e arredondadas tiveram menor velocidade de germinação que sementes menores. Kikuti et al. (2003) também observaram que sementes de maior tamanho tendem a ter uma germinação mais lenta.

Segundo Bewley et al. (1978), a germinação ocorre por meio de três fases, a saber: Fase I, que se caracteriza pelo período de transferência de água do substrato para sementes; Fase II, é um período de reorganização com degradação e mobilização das reservas e preparo para o alongamento celular; e, Fase III, identificado com a protrusão da radícula.

Os resultados de vigor podem ser associados à área superficial de contato com o substrato (papel germiteste), onde sementes de menor tamanho e com formato achatado tendem a se alojar de melhor forma que as sementes redondas e grandes, favorecendo a Fase I no processo de germinação, o que resulta na germinação mais acelerada. Outro fato é que, sementes pequenas necessitam de menor quantidade de água para completar o processo de embebição, proporcionando uma germinação mais rápida e, conseqüentemente, apresentando maior crescimento inicial (Jacob Junior, 2005).

O maior vigor obtido pelas sementes de menor tamanho não reflete em melhor germinação. Na presente pesquisa, a média geral para germinação da P18 e P16 foram as menores. Esse menor potencial germinativo pode ser resultante de danos mecânicos durante o processo de debulha. Durante o processo de formação das sementes, as maiores sementes são formadas na base das espigas e as menores na ponta das espigas, caso das peneiras P16 e P18. Essas sementes geralmente são as primeiras a receber o impacto durante o processo de debulha, com isso, tendem a apresentar maiores danos mecânicos, o que pode refletir em menor germinação (Gu et al., 2019).

Gu et al. (2019) encontraram porcentagem de danos de até 21% nas sementes debulhadas mecanicamente a 12% de umidade, sendo duas vezes maior que as sementes debulhadas à mão. Desses valores, a parte apical representou 14% das sementes danificadas, ou seja, onde se forma sementes de menor tamanho. Corroborando com o exposto, Gu et al. (2019), também encontraram redução na germinação em até 10% em sementes debulhadas mecanicamente em comparação à debulha manual.

Outro aspecto que possibilita a associação da germinação a danos mecânicos é que a média de germinação foi próxima de 94%, levando em conta que são sementes recém colhidas, esse potencial deveria ser superior. Entretanto, Gu et al. (2019) afirmam que sementes com germinação superior a 92% são altamente vigorosas, além de que, segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, pela Instrução Normativa MAPA 45/2013, a germinação mínima para comercialização de sementes híbridas é de 85%. Com isso, as sementes do presente estudo apresentam valores aceitáveis.

O peso de mil sementes é uma característica relacionada diretamente ao tamanho das sementes, com isso, foi notório que as sementes classificadas neste experimento apresentaram valores decrescentes de acordo com os tamanhos das peneiras, seguindo da maior para menor. Entretanto, fazendo um comparativo entre as duas safras, as sementes da safra de verão apresentaram valor reduzido de PMS. O que pode estar associado a essa redução são as condições climáticas apresentadas durante a safra de verão. As altas temperaturas durante a polinização e enchimento das sementes prejudica a formação das mesmas. Altas temperaturas durante a formação das sementes tendem a afetar negativamente em sua formação, interferindo na síntese de amido e suprimento de assimilados da planta e das sementes, resultando na formação de sementes mais leves (Bheemanahalli et al., 2022; Liu et al., 2022).

De todo modo, mesmo com as sementes da safra de verão apresentando menor peso, o vigor e a viabilidade se assemelharam com a safra de inverno, tendo as sementes de ambas as safras qualidade fisiológica para serem comercializadas.

## 6. CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos nesta pesquisa e nas discussões elencadas, pode-se concluir que:

O aumento de duas linhas fêmeas na relação fêmea/macho semeadas em uma única data resulta em uma polinização menos eficiente, visto que a relação 8x2 apresentou valores próximos ou até menor que a relação 6x2, não sendo recomendado.

O uso do *split* se mostrou eficiente em ambas as relações parentais estudadas nas duas safras de avaliação, representando um incremento de produtividade de sementes de 28,38% na relação 8x2 (safra de verão) e de 14,85% na relação 6x2 (safra de inverno).

Na safra de verão o efeito do *split* foi mais expressivo, representando um incremento de 1.280 kg ha<sup>-1</sup> na relação 8x2. Expressando maior importância em condições climáticas desfavoráveis à produção.

A polinização menos eficiente interfere na granação da espiga e em características físicas das sementes. As espigas apresentam menor número de sementes por fileira e conseqüentemente menor número de sementes por espiga, resultando na formação de sementes maiores e de formato arredondado.

O *split* favoreceu a produção de sementes da peneira P20, sendo de formato achatado e com tamanho médio.

Sementes maiores e arredondadas apresentam menor vigor pelo teste de primeira contagem e índice de velocidade de germinação. Entretanto, a viabilidade das sementes não difere com relação ao seu tamanho, apresentando um potencial germinativo semelhante em todos os tamanhos de peneiras.

A relação 8x2 com *split* se mostrou mais eficiente por proporcionar os melhores resultados, com ganhos de produtividade de sementes de 24%, comparado com a relação 6x2 sem *split* na safra de verão, e 9%, comparado com a relação 6x2 com *split* na safra de inverno.

É recomendado estudos futuros para verificar a viabilidade econômica da adoção do *split*, sobretudo na relação 8x2, assim como estudos com redução do intervalo entre as semeaduras do genitor masculino.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arisnabarreta, S.; Solari, F. (2017) Hybrid maize seed production yield associations with inbred line performance in multienvironment trials. *Crop Science*, 57: 3203-3216.

Badu-Apraku, Á., Hunter, R. B., Tollenaar, M. (1983) Effect of temperature during grain filling on whole plant and grain yield in maize (*Zea mays* L.). *Canadian Journal of Plant Science*, 63: 357-363.

Bahtiar, B; Zanuddin, B.; Azrai, M. (2020) Advantages of hybrid corn seed production compared to corn grain. *International Journal of Agriculture System*, 8: 44-56. DOI: <http://dx.doi.org/10.20956/ijas.v8i1.2327>.

Bewley, J. D., Black, M., Bewley, J. D., Black, M. (1978) Physiology and biochemistry of seed in relation to germination. *Springer Verlag*, 306 p.

Bheemanahalli, R., Ramamoorthy, P., Poudel, S., Samiappan, S., Wijewardane, N., Reddy, K. R (2022) Effects of drought and heat stresses during reproductive stage on pollen germination, yield, and leaf reflectance properties in maize (*Zea mays* L.). *Plant Direct*, 6: e434.

Borém, A., Miranda, G. V., Fritsche-Neto, R. (2013) *Melhoramento de plantas*. 6. ed. Viçosa: UFV, 523 p.

Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA (2009) Regras para análise de sementes / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. – Brasília : Mapa/ACS, 399 p.

Chiluwal, A., Bheemanahalli, R., Kanaganahalli, V., Boyle, D., Perumal, R., Pokharel, M., Jagadish, S. K. (2020) Deterioration of ovary plays a key role in heat stress-induced spikelet sterility in sorghum. *Plant, Cell & Environment*, 43: 448-462. DOI: 10.1111/pce.13673.

Coêlho, J. D. (2021) Milho: produção e mercados. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, ano 6, n.210, Caderno Setorial Etene, 12p.

Coimbra, R. D. A., Martins, C. C., Tomaz, C. D. A., Nakagawa, J. (2009) Testes de vigor utilizados na avaliação da qualidade fisiológica de lotes de sementes de milho-doce (sh2). *Ciência Rural*, 39: 2402-2408.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. (2024) Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos, safra 23/24, 9º levantamento. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>>. Acesso em 10 julho de 2024.

Cruz, C. D. (2013) Genes: a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. *Acta Scientiarum. Agronomy*, Maringá, 35: 271-276.

Da Silva, R. V., de Araújo, J. G., de Castro, M. T. (2021) Impacto de diferentes técnicas de despendoamento na produtividade de semente de milho. *Revista Agronomia Brasileira*, 5: 7p. Doi: 10.29372/rab202128.

De Oliveira, J. P., Martins, L. A., de Azevedo, L. F. (2023) Método de seleção de sementes de milho crioulo para pequenos produtores. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, 22: 346-352.

Denis, T. O. P. A., Gales, D., Chiriac, G., Lucian, R. Ä., Gerard, J. I. T. Ä. (2013) Impact of plowing on some soil physical properties under hybrid seed corn production. *ProEnvironment/ProMediu*, 6: 183-186.

Dias, M. A. N., Mondo, V. H. V., Cicero, S. M., Goncalves, N. R., Silva, C. A. T. D. (2015) Vigor tests association as an alternative for precise and efficient assessment of maize seed quality. *Revista Caatinga*, 28: 93-99.

East, E. M. (1936). Heterosis. *Genetics*, 21: 375.

El-Sappah, A. H., Rather, S. A., Wani, S. H., Elrys, A. S., Bilal, M., Huang, Q., Abbas, M. (2022) Heat stress-mediated constraints in maize (*Zea mays*) production: challenges and solutions. *Frontiers in Plant Science*, 13: 879366.

Fancelli, A. L., Dourado Neto, D. (2000) Ecofisiologia e fenologia. In: Fancelli, A. L.; Dourado Neto, D. Produção de milho. Guaíba: *Agropecuária*, 4: 21-54.

Freire, L. R., Balieiro, F., de B., Zonta, E., dos Anjos, L. H. C., Pereira, M. G., Lima, E. (2013) *Manual de calagem e adubação do Estado do Rio de Janeiro*. Seropédica, RJ: Embrapa, Universidade Rural, 1: 430.

Freitas, B. M., Imperatriz-Fonseca, V. L. (2005) A importância econômica da polinização. *Mensagem Doce*, São Paulo, 80: 44-46.

Fritsche-Neto, R., Môro, G. V. (2015) Escolha do cultivar é determinante e deve considerar toda informação disponível. *Visão Agrícola*, 13: 12-15.

Gazzoni, D. L. (2017) Como alimentar 10 bilhões de cidadãos na década de 2050?. *Ciência e Cultura*, 69: 33-38.

Gu, R. L., Huang, R., Jia, G. Y., Yuan, Z. P., Ren, L. S., Li, L. I., Wang, J. H. (2019) Effect of mechanical threshing on damage and vigor of maize seed threshed at different moisture contents. *Journal of Integrative Agriculture*, 18: 1571-1578.

Gu, R., Li, L., Liang, X., Wang, Y., Fan, T., Wang, Y., Wang, J. (2017) The ideal harvest time for seeds of hybrid maize (*Zea mays* L.) XY335 and ZD958 produced in multiple environments. *Scientific Reports*, 7: 17537.

Ireland, D. S., Wilson Jr, D. O., Westgate, M. E., Burriss, J. S., Lauer, M. J. (2006) Managing reproductive isolation in hybrid seed corn production. *Crop Science*, 46: 1445-1455.

Jacob Junior , E. A. (2005) Análise do processo de classificação e da qualidade fisiológica em sementes de milho híbrido. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Pelota – RS, 43p.

Kempe, K., Gils, M. (2011) Pollination control technologies for hybrid breeding. *Molecular Breeding*, 27: 417-437.

Khaeim, H., Kende, Z., Jolánkai, M., Kovács, G. P., Gyuricza, C., Tarnawa, Á. (2022) Impact of temperature and water on seed germination and seedling growth of maize (*Zea mays* L.). *Agronomy*, 12: 397.

Kikutu, A. L. P., Vasconcelos, R. C. D., Marincek, A., & Fonseca, A. H. (2003) Desempenho de sementes de milho em relação à sua localização na espiga. *Ciência e Agrotecnologia*, 27: 765-770.

Kistler, L., Maezumi, S. Y., Gregorio de Souza, J., Przelomska, N. A., Malaquias Costa, F., Smith, O., Allaby, R. G. (2018) Multi-proxy evidence highlights a complex evolutionary legacy of maize in South America. *Science*, 362: 1309-1313.

Komatuda, A. S., Dos Santos, C. M., De Santana, D. G., De Souza, M. A., & De Brito, C. H. (2006) Influência de métodos de despendoamento na produtividade e na qualidade das sementes de milho. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, 5: 359-368.

Liu, X., Yu, Y., Huang, S., Xu, C., Wang, X., Gao, J., Wang, P. (2022) The impact of drought and heat stress at flowering on maize kernel filling: Insights from the field and laboratory. *Agricultural and Forest Meteorology*, 312: 108733. DOI: 10.1016/j.agrformet.2021.108733.

Lizaso, J. I., Ruiz-Ramos, M., Rodríguez, L., Gabaldon-Leal, C., Oliveira, J. A., Lorite, I. J., Rodríguez, A. (2018) Impact of high temperatures in maize: Phenology and yield components. *Field Crops Research*, 216: 129-140.

Maciel, L. M., de Tunes, L. V. M (2021) A importância do controle de qualidade nas sementes de milho. *Brazilian Journal of Development*, 7: 49934-49938.

Magalhães, P. C., Durães, F. O. M. (2006) Fisiologia da produção de milho. Circular Técnica, Embrapa Milho e Sorgo, p. 10.

Maguire, J. D. (1962) Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor, *Maunder, A. B. Personal communication*, 176-177.

Magalhães, P. C., Durães, F. O. M., Oliveira, A. C. D., Gama, E. E. G. (1999) Efeitos de diferentes técnicas de despendoamento na produção de milho. *Scientia Agrícola*, 56: 77-82.

Maldaner, L. J., Horing, K., Schneider, J. F., Frigo, J. P., Azevedo, K. D., Grzesiuck, A. E. (2014) Exigência agroclimática da cultura do milho (*Zea mays*). *Revista Brasileira de Energias Renováveis*, 3: 13-23.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (2024) Valência de cultivo e uso. Disponível em: <<http://sistemas.agricultura.gov.br/snpc/cultivarweb/index.php>>. Acesso em março de 2024.

Mendonça Guedes, T., de Melo, H. C., da Silva Kran, C., Vale, L. S. R., dos Santos, W. M., & de Oliviera, E. J. (2021) Produção e qualidade fisiológica de sementes de linhagem de milho em função de doses de nitrogênio e umidade na colheita. *Research, Society and Development*, 10: e23410917144. DOI: 10.33448/rsd-v10i9.17144.

Miguel, M. H., Cicero, S. M. (1999) Teste de frio na avaliação do vigor de sementes de feijão. *Scientia Agrícola*, 56: 1233-1243.

Miranda, R. A., Duarte, J. D. O., Garcia, J., Duraes, F. (2021) Sustentabilidade da cadeia produtiva do milho. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 21p.

Môro, G. V., Fritsche-Neto, R. (2017) Importância e usos do milho no Brasil. In: Galvão, J. C. C.; Borém, A.; Pimentel, M. A. Milho: do plantio à colheita. Viçosa - MG: EDUFV, 9-25p.

Moura, J. C., Valicheski, R. R., da S Cruz, S. J., de Oliveira, S. S. C., Stürmer, S. L. K. (2021) Foliar application with 4th generation boron (Manni-Plex B-Moly) in the production field of hybrid corn seeds. *Research, Society and Development*, v. 10: e32810313498.

Paterniani, M. E. A. Z. G., Bernini, C. S., de Souza Guimarães, P., Doná, S., Gallo, P. B., Duarte, A. P. (2013) Potencial produtivo e heterose de híbridos de populações F2 de milho no Estado de São Paulo. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, 27: 29-46.

Pereira, M. G., Berilli, A. P. C. G., Trindade, R. D. S., Entringer, G. C., Santos, P. H. A. D., Vettorazzi, J. C. F., Galvão, K. S. D. C. (2019 ) 'UENF 506-11': a new maize cultivar for the North and Northwest of Rio de Janeiro State. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 19: 141-144.

Perry, L., Sandweiss, D. H., Piperno, D. R., Rademaker, K., Malpass, M. A., Umire, A., De la Vera, P. (2006) Early maize agriculture and interzonal interaction in southern Peru. *Nature*, 440: 76–79.

Pinheiro, Luana da Silva et al. (2021) Características agro econômicas do milho: uma revisão. *Natural Resources*, 11: 13-21.

Qi, X., Zhang, C., Zhu, J., Liu, C., Huang, C., Li, X., Xie, C. (2020) Genome editing enables next-generation hybrid seed production technology. *Molecular Plant*, 13: 1262-1269.

RNS – Rio Norte Sementes. (2023) UENF 506 – 11: Recomendações de manejo. Disponível em:<<https://www.rionortesementes.com/milho-comum>>. Acesso em 01 de junho de 2023.

Santos, D. M., Baldoni, A. (2018) Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho. *GETEC*, 7: 19-30.

Sawazaki, E., Paterniani, M. E. A. G. Z. (2004) Evolução dos cultivares de milho no Brasil. In: Galvão, J. C. C.; Miranda, G. V. *Tecnologias de produção do milho*. Viçosa, MG: Ed. da UFV. p. 55-83.

Schmidt, F., Kerchner, A. C., Bruinsma, M. S., Pedó, T., de Tunes, L. V. M. (2023) Qualidade de sementes de milho de variedades de polinização aberta após as etapas

do beneficiamento. In: Rossetti, C., de Tunes, L. V. M., Aumonde, T. Z. Gestão dos processos para produção de sementes: do campo à pós-colheita. *Pantanal*, 1: 43-60.

Schoemaker, D. L., McFarland, F., Martinell, B., Michel, K. J., Mathews, L., O'Brien, D., Kaeppler, S. M. (2023) A practical method to improve the efficiency of pollination in maize breeding and genetics research. *Crop Science*, 63: 2778-2792.

Seed News. (2024) Sementes de milho, edição XVIII. Disponível em: <https://seednews.com.br/artigos/143-sementes-de-milho-edicao-maio-2014>. Acesso em 20 de agosto de 2024.

Serratos, H. J. A., José, A. (2012) El origen y la diversidad del maíz en el continente Americano. Greenpeace. 2 ed. México, DF, p 1-30.

Shi, R., Tong, L., Du, T., Shukla, M. K. (2020) Response and modeling of hybrid maize seed vigor to water deficit at different growth stages. *Water*, 12: 3289.

Shull, G. H. (1908) The composition of a field of maize. *Journal of Heredity*, 1: 296-301.

Silva, L. M., Junior, R. L. S., Resende, C. L. P., Montes, R. M., Benett, K. S. S., Benett, C. G. S (2022) Planting fertilization and nitrogen doses in topdressing in second-crop corn. *Revista de Agricultura Neotropical*, 9: e6968.

Singh, Rajesh, Ram, Lekha; Srivastava, R. P. (2016) A journey of hybrids in maize: An overview. *Indian Research Journal of Extension Education*, 12: 340-344.

Sobrinho, Edmundo Heidrich; Wetzell, Clovis Terra (1966) A produção de semente de milho híbrido. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 1: 173-184.

Souza, B. B., Silveira, M. L. M., Dantas, W. R. M., Almeida, R. A. C., Germano, A. R. (2023) Does the presence of third molars during sagittal split mandibular ramus osteotomy favour complications? Systematic review and meta-analysis. *International journal of oral and maxillofacial surgery*, 52: 51-59.

Stumm, S. B. Q., Ludwig, F., Schmitz, J. A. K. (2016) Qualidade fisiológica de sementes de milho em função de tamanho, formato e tratamento. *Scientia Agraria Paranaensis*, 15: 222-227.

Timóteo, T. S., Pinho, É. V. D. R. V., Pinho, R. G. V., Guimarães, R. M., Chalfun, M. Z. H., Timóteo, T. J. (2010) Condicionamento, qualidade de sementes e sincronismo do florescimento em campo de produção de sementes do milho híbrido GNZ 2004. *Bragantia*, 69: 719-726.

USDA - United States Department Of Agriculture. (2024) Production, Supply and Distribution (PSD) on line. Disponível em: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/advQuery>. Acesso em: 20 de julho de 2024.

Venkatesh, T. V., Breeze, M. L., Liu, K., Harrigan, G. G., Culler, A. H. (2014) Compositional analysis of grain and forage from MON 87427, an inducible male sterile and tissue selective glyphosate-tolerant maize product for hybrid seed production. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62: 1964-1973.

Viegas, G. P., Miranda Filho, J. B (1982) *O milho híbrido*. ABC do Lavrador Prático 7. Ed. São Paulo: Edições Melhoramento, 32p.

## APÊNDICES

## APÊNDICE A



Figura 1A. Resultados da análise de solo das quatro áreas experimentais.

Amostra 1: área 8x2 com *split*; Amostra 2: área 6x2 com *split*; Amostra 3: área 8x2 sem *split*; Amostra 4: área 6x2 sem “*split*”.

APÊNDICE B

Tabela 1B. Estimativas dos quadrados médios das análises individuais e conjunta para caracteres morfológicas e agronômicas do milho híbrido interpopulacional UENF 506- 11, para os quatro ambientes e duas safras

SAFRA DE INVERNO												
FV	6x2 SS			6x2 CS			CONJUNTA					
	Trat (GL=2)	Residual (GL=14)	CV (%)	Trat (GL=2)	Residual (GL=14)	CV (%)	Trat (GL= 2)	AMB (GL=1)	G x AMB (GL=2)	Residual (GL=28)	CV (%)	
Comprimento de espiga	0,02 <sup>ns</sup>	0,04	4,04	0,20 <sup>ns</sup>	0,19	2,67	0,17 <sup>ns</sup>	0,16 <sup>ns</sup>	0,06 <sup>ns</sup>	0,31	3,43	
Diâmetro de espiga	1,25 <sup>ns</sup>	2,17	3,24	0,52 <sup>ns</sup>	0,77	1,99	1,19 <sup>ns</sup>	19,07*	0,57 <sup>ns</sup>	1,48	2,71	
Prolificidade	0,08**	0,01	5,64	0,01 <sup>ns</sup>	0,02	8,97	0,08**	0,42**	0,02 <sup>ns</sup>	0,01	7,74	
Nº sementes por fileira	2,17 <sup>ns</sup>	5,26	7,90	6,50 <sup>ns</sup>	5,98	7,73	7,58 <sup>ns</sup>	80,08**	1,08 <sup>ns</sup>	5,61	7,81	
Altura de planta	0,01 <sup>ns</sup>	0,01	3,30	0,01*	0,002	2,11	0,01 <sup>ns</sup>	0,0003 <sup>ns</sup>	0,02*	0,003	2,77	
Altura de espiga	0,01 <sup>ns</sup>	0,004	5,10	0,004 <sup>ns</sup>	0,003	4,57	0,001 <sup>ns</sup>	0,003 <sup>ns</sup>	0,01*	0,003	4,84	
Peso de 10 espigas	0,01 <sup>ns</sup>	0,01	0,90	0,01 <sup>ns</sup>	0,02	8,88	0,02 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	0,003 <sup>ns</sup>	0,01	7,50	
Peneira 15	0,10 <sup>ns</sup>	0,42	20,75	0,12 <sup>ns</sup>	0,35	21,30	0,14 <sup>ns</sup>	1,47*	0,08 <sup>ns</sup>	0,39	20,99	
Peneira 16	27,19 <sup>ns</sup>	6,70	25,71	9,29 <sup>ns</sup>	4,41	20,81	33,42**	126,56**	3,07 <sup>ns</sup>	5,56	27,92	
Peneira 18	0,65 <sup>ns</sup>	3,55	47,81	0,87 <sup>ns</sup>	5,75	35,94	0,66 <sup>ns</sup>	89,57**	0,86 <sup>ns</sup>	4,65	40,61	
Peneira 20	7,01 <sup>ns</sup>	9,11	18,50	7,67 <sup>ns</sup>	20,38	21,96	13,71 <sup>ns</sup>	224,03**	0,98 <sup>ns</sup>	14,75	20,79	
Peneira 22	7,66 <sup>ns</sup>	8,32	12,63	13,34 <sup>ns</sup>	8,35	12,53	13,10 <sup>ns</sup>	0,70 <sup>ns</sup>	7,90 <sup>ns</sup>	8,34	12,52	
Peneira 24	3,26 <sup>ns</sup>	21,06	11,00	12,49 <sup>ns</sup>	59,12	21,21	5,76 <sup>ns</sup>	377,55*	9,99 <sup>ns</sup>	40,09	16,21	
Fundo	0,21 <sup>ns</sup>	0,51	40,90	0,43 <sup>ns</sup>	2,33	42,00	0,62 <sup>ns</sup>	43,80**	0,02 <sup>ns</sup>	1,41	44,34	
Produtividade	0,21 <sup>ns</sup>	0,12	7,24	0,14 <sup>ns</sup>	0,34	10,43	0,36 <sup>ns</sup>	6,38**	0,03 <sup>ns</sup>	0,23	9,21	

SAFRA DE INVERNO												
FV	8x2 SS			8x2 CS			CONJUNTA					
	Trat (GL=2)	Residual (GL=14)	CV (%)	Trat (GL=2)	Residual (GL=14)	CV (%)	Trat (GL= 3)	AMB (GL=1)	G x AMB (GL=3)	Residual (GL=42)	CV (%)	
Comprimento de espiga	0,09 <sup>ns</sup>	0,27	3,13	0,95*	0,25	2,62	0,78*	2,00*	0,26 <sup>ns</sup>	0,26	2,6	
Diâmetro de espiga	1,69 <sup>ns</sup>	1,33	2,58	4,33 <sup>ns</sup>	1,41	9,30	4,99*	5,09 <sup>ns</sup>	1,02 <sup>ns</sup>	1,36	3,04	
Prolificidade	0,11**	0,02	9,51	0,01 <sup>ns</sup>	0,01	5,46	0,08**	0,02 <sup>ns</sup>	0,03 <sup>ns</sup>	0,01	9,41	

Nº sementes por fileira	27,86*	7,08	9,26	3,91 <sup>ns</sup>	2,89	2,94	21,22*	92,64**	10,58 <sup>ns</sup>	4,99	7,46
Altura de planta	0,01 <sup>ns</sup>	0,003	2,94	0,01 <sup>ns</sup>	0,01	3,8	0,01 <sup>ns</sup>	0,03*	0,09 <sup>ns</sup>	0,01	3,41
Altura de espiga	0,004 <sup>ns</sup>	0,003	4,22	0,001 <sup>ns</sup>	0,004	4,9	0,004 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	0,001 <sup>ns</sup>	0,003	4,58
Peso de 10 espigas	0,04 <sup>ns</sup>	0,10	20	0,03 <sup>ns</sup>	0,02	7,16	0,03 <sup>ns</sup>	0,47*	0,03 <sup>ns</sup>	0,09	14,45
Peneira 15	0,28 <sup>ns</sup>	0,50	19,9	0,15 <sup>ns</sup>	0,24	17,5	0,25 <sup>ns</sup>	9,86**	0,17 <sup>ns</sup>	0,38	19,16
Peneira 16	99,80**	18,75	38,9	11,48**	2,25	20,3	88,25**	223,35**	23,03 <sup>ns</sup>	16,96	35,02
Peneira 18	6,83*	1,75	32,4	0,93 <sup>ns</sup>	1,27	26,9	4,02 <sup>ns</sup>	0,29 <sup>ns</sup>	3,74 <sup>ns</sup>	1,50	29,69
Peneira 20	60,38 <sup>ns</sup>	22,12	29,2	13,59 <sup>ns</sup>	8,96	17,00	58,94*	35,44 <sup>ns</sup>	15,04 <sup>ns</sup>	15,53	23,41
Peneira 22	12,56 <sup>ns</sup>	8,83	12,6	10,77 <sup>ns</sup>	8,81	12,7	22,48 <sup>ns</sup>	0,75 <sup>ns</sup>	0,85 <sup>ns</sup>	8,82	12,64
Peneira 24	14,96 <sup>ns</sup>	38,55	15,6	15,94 <sup>ns</sup>	24,93	11,7	22,45 <sup>ns</sup>	123,71*	8,45 <sup>ns</sup>	31,74	13,68
Fundo	0,83 <sup>ns</sup>	0,54	42,3	0,58 <sup>ns</sup>	0,42	34,3	0,41 <sup>ns</sup>	2,04*	0,99 <sup>ns</sup>	0,52	37,9
Produtividade	0,55 <sup>ns</sup>	0,21	7,96	0,65 <sup>ns</sup>	0,24	8,12	0,73*	2,17*	0,47 <sup>ns</sup>	0,22	8,05

### SAFRA DE VERÃO

FV	6x2 SS			6x2 CS			CONJUNTA				
	Trat (GL=2)	Residual (GL=14)	CV (%)	Trat (GL=2)	Residual (GL=14)	CV (%)	Trat (GL= 2)	AMB (GL=1)	G x AMB (GL=2)	Residual (GL=28)	CV (%)
Comprimento de espiga	3,72**	0,13	2,12	0,55 <sup>ns</sup>	0,67	4,87	3,16**	2,70 <sup>ns</sup>	1,13 <sup>ns</sup>	0,40	3,72
Diâmetro de espiga	0,33 <sup>ns</sup>	3,21	4,42	1,39 <sup>ns</sup>	2,59	4,09	0,19 <sup>ns</sup>	15,25 <sup>ns</sup>	1,52 <sup>ns</sup>	2,90	4,26
Prolificidade	0,04 <sup>ns</sup>	0,02	10,3	0,01 <sup>ns</sup>	0,02	8,59	0,04 <sup>ns</sup>	0,04 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,02	9,44
Nº sementes por fileira	11,79 <sup>ns</sup>	3,79	8,02	4,5 <sup>ns</sup>	7,83	12,4	15,27 <sup>ns</sup>	38,52 <sup>ns</sup>	1,02 <sup>ns</sup>	5,81	10,3
Altura de planta	0,000 <sup>ns</sup>	0,004	3,62	0,001 <sup>ns</sup>	0,01	4,04	0,001 <sup>ns</sup>	0,15**	0,0003 <sup>ns</sup>	0,01	5,33
Altura de espiga	0,01 <sup>ns</sup>	0,01	1,03	0,001 <sup>ns</sup>	0,002	1,18	0,004 <sup>ns</sup>	0,18**	0,002 <sup>ns</sup>	0,004	3,85
Peso de 10 espigas	0,002 <sup>ns</sup>	0,01	1,15	0,03 <sup>ns</sup>	0,10	1,02	0,01 <sup>ns</sup>	0,34**	0,01 <sup>ns</sup>	0,01	1,11
Peneira 15	1,59 <sup>ns</sup>	2,25	5,02	1,93 <sup>ns</sup>	1,00	5,64	3,30 <sup>ns</sup>	8,37 <sup>ns</sup>	0,22 <sup>ns</sup>	1,62	1,08
Peneira 16	62,02 <sup>ns</sup>	20,56	13,00	35,63 <sup>ns</sup>	24,28	16,6	95,83*	98,10 <sup>ns</sup>	1,82 <sup>ns</sup>	22,42	14,77
Peneira 18	21,80 <sup>ns</sup>	6,96	8,83	16,47 <sup>ns</sup>	13,59	11,10	37,16*	75,90*	1,11 <sup>ns</sup>	10,28	9,95
Peneira 20	2,15 <sup>ns</sup>	64,67	36,8	22,49 <sup>ns</sup>	30,62	23,61	8,35 <sup>ns</sup>	30,86 <sup>ns</sup>	16,28 <sup>ns</sup>	47,64	30,46
Peneira 22	30,58 <sup>ns</sup>	43,47	27,72	0,76 <sup>ns</sup>	46,99	30,43	14,22 <sup>ns</sup>	19,14 <sup>ns</sup>	17,12 <sup>ns</sup>	45,23	29,01
Peneira 24	104,94 <sup>ns</sup>	46,91	30,00	8,38 <sup>ns</sup>	27,23	32,92	30,74 <sup>ns</sup>	580,81*	82,57 <sup>ns</sup>	37,08	31,46
Fundo	5,24 <sup>ns</sup>	10,31	103,01	3,61 <sup>ns</sup>	3,52	53,15	3,34 <sup>ns</sup>	1,98 <sup>ns</sup>	5,52 <sup>ns</sup>	6,91	78,88
Produtividade	0,26 <sup>ns</sup>	0,26	10,9	0,11 <sup>ns</sup>	0,14	9,04	0,34 <sup>ns</sup>	2,25 <sup>ns</sup>	0,03 <sup>ns</sup>	0,20	10,12

SAFRA DE VERÃO											
FV	8x2 SS			8x2 CS			CONJUNTA				
	Trat (GL=2)	Residual (GL=14)	CV (%)	Trat (GL=2)	Residual (GL=14)	CV (%)	Trat (GL= 3)	AMB (GL=1)	G x AMB (GL=3)	Residual (GL=42)	CV (%)
Comprimento de espiga	0,60 <sup>ns</sup>	0,59	4,52	0,43 <sup>ns</sup>	0,49	8,44	0,76 <sup>ns</sup>	0,03 <sup>ns</sup>	0,27 <sup>ns</sup>	0,54	4,26
Diâmetro de espiga	4,13 <sup>ns</sup>	2,93	4,19	1,25 <sup>ns</sup>	3,22	12,3	2,32 <sup>ns</sup>	10,34*	3,05 <sup>ns</sup>	3,08	11,64
Prolificidade	0,08 <sup>ns</sup>	0,04	15	0,04 <sup>ns</sup>	0,02	4,10	0,03 <sup>ns</sup>	1,12**	0,01 <sup>ns</sup>	0,03	16,05
Nº sementes por fileira	22,86 <sup>ns</sup>	22,76	19,2	9,00 <sup>ns</sup>	9,81	4,31	6,01 <sup>ns</sup>	3,51 <sup>ns</sup>	25,85 <sup>ns</sup>	16,29	4,32
Altura de planta	0,35 <sup>ns</sup>	0,36	30,2	0,02 <sup>ns</sup>	0,005	3,87	0,17 <sup>ns</sup>	0,16 <sup>ns</sup>	0,19 <sup>ns</sup>	0,35	22,09
Altura de espiga	0,01 <sup>ns</sup>	0,01	7,07	0,01 <sup>ns</sup>	0,004	5,80	0,001 <sup>ns</sup>	0,09*	0,02 <sup>ns</sup>	0,01	6,51
Peso de 10 espigas	0,01 <sup>ns</sup>	0,02	11,4	0,01 <sup>ns</sup>	0,01	8,88	0,01 <sup>ns</sup>	0,16*	0,004 <sup>ns</sup>	0,01	10,10
Peneira 15	3,45 <sup>ns</sup>	1,87	27,2	4,14*	0,93	21,00	7,06**	3,23 <sup>ns</sup>	0,53 <sup>ns</sup>	1,40	24,60
Peneira 16	85,54 <sup>ns</sup>	59,78	15,6	193,89**	15,64	23,30	232,21**	15,54 <sup>ns</sup>	47,21 <sup>ns</sup>	37,71	35,14
Peneira 18	6,96 <sup>ns</sup>	8,5	43	3,50 <sup>ns</sup>	4,72	40,33	8,81 <sup>ns</sup>	4,39 <sup>ns</sup>	1,64 <sup>ns</sup>	6,61	50,11
Peneira 20	40,37 <sup>ns</sup>	40,88	59,9	59,10 <sup>ns</sup>	22,57	24,31	93,40*	1,28 <sup>ns</sup>	6,01 <sup>ns</sup>	31,72	29,00
Peneira 22	18,40 <sup>ns</sup>	13,22	33,2	65,07**	9,1	12,38	71,23**	24,83 <sup>ns</sup>	12,24 <sup>ns</sup>	11,16	13,94
Peneira 24	93,58 <sup>ns</sup>	53,01	26,2	14,41 <sup>ns</sup>	34,89	21,91	79,18 <sup>ns</sup>	12,81 <sup>ns</sup>	28,81 <sup>ns</sup>	43,94	24,21
Fundo	0,51 <sup>ns</sup>	1,47	71,9	0,70 <sup>ns</sup>	0,64	40,72	1,04 <sup>ns</sup>	1,24 <sup>ns</sup>	0,15 <sup>ns</sup>	1,05	56,26
Produtividade	0,27 <sup>ns</sup>	0,63	17,7	0,12 <sup>ns</sup>	0,55	12,82	0,23 <sup>ns</sup>	26,52**	0,16 <sup>ns</sup>	0,59	14,97

FV: fonte de variação; GL: graus de liberdade; SS: sem *split*; CS: com *split*; \*, \*\* significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F; <sup>ns</sup> não significativo. Na análise conjunta, o GL do resíduo foi ajustado onde a relação maior (QMR)/menor (QMR) foi superior a 7:1.

### APÊNDICE C

Tabela 1C. Estimativas dos quadrados médios das análises individuais e conjunta para caracteres físicas e fisiológicas de sementes híbridas do milho híbrido interpopulacional UENF 506- 11, para quatro ambientes e duas safras.

FV	GL	1 <sup>a</sup> C	IVG	GE	PMS
<b>6x2 sem split – safra de inverno</b>					
Peneiras	5	12,00**	0,20**	5,34 <sup>ns</sup>	17082,39**
Resíduo	15	2,02	0,03	2,81	25,75
<b>6x2 com split – safra de inverno</b>					
Peneiras	5	45,80**	1,34 <sup>ns</sup>	8,47 <sup>ns</sup>	16768,67**
Resíduo	15	3,69	1,05	7,38	22,26
<b>8x2 sem split – safra de inverno</b>					
Peneiras	5	19,18**	0,52**	4,44 <sup>ns</sup>	16455,84**
Resíduo	15	2,63	0,07	6,29	40,38
<b>8x2 com split – safra de inverno</b>					
Peneiras	5	28,91**	0,56**	14,37 <sup>ns</sup>	17207,06**
Resíduo	15	1,43	0,01	6,74	11,43
<b>Análise conjunta – Safra de inverno</b>					
Peneiras (P)	5	96,67**	1,70 <sup>ns</sup>	15,72*	67471,71**
Ambientes (A)	3	51,74*	1,23*	100,75**	1150,11**
P x A	15	3,08 <sup>ns</sup>	0,77 <sup>ns</sup>	5,63 <sup>ns</sup>	17,54 <sup>ns</sup>
Resíduo	60 <sup>1</sup>	2,44	0,97	5,80	24,92
<b>6x2 sem split – safra de verão</b>					
Peneiras	5	4,39 <sup>ns</sup>	0,07 <sup>ns</sup>	4,74 <sup>ns</sup>	13071,12**
Resíduo	15	7,16	0,09	7,74	34,94
<b>6x2 com split – safra de verão</b>					
Peneiras	5	11,29 <sup>ns</sup>	0,21 <sup>ns</sup>	8,74 <sup>ns</sup>	14178,02**
Resíduo	15	15,51	0,25	20,72	11,14
<b>8x2 sem split – safra de verão</b>					
Peneiras	5	2,42 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	9,17 <sup>ns</sup>	14042,44**
Resíduo	15	5,63	0,12	19,1	40,70
<b>8x2 com split – safra de verão</b>					
Peneiras	5	11,63 <sup>ns</sup>	0,25 <sup>ns</sup>	3,18 <sup>ns</sup>	14836,19**
Resíduo	15	17,65	0,22	11,02	19,76
<b>Análise conjunta – Safra de verão</b>					
Peneiras (P)	5	19,93 <sup>ns</sup>	0,35 <sup>ns</sup>	8,08 <sup>ns</sup>	56047,95**
Ambientes (A)	3	25,29*	0,53**	73,62*	680,60*
P x A	15	3,27 <sup>ns</sup>	0,07 <sup>ns</sup>	5,91 <sup>ns</sup>	26,60 <sup>ns</sup>
Resíduo	60 <sup>1</sup>	11,49	0,17	14,64	26,64

FV: fonte de variação; GL: graus de liberdade; 1<sup>a</sup>C: primeira contagem; IVG: índice de velocidade de germinação; GE: germinação (%); PMS: peso de mil sementes (g). \*, \*\* significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F; <sup>ns</sup> não significativo. Na análise conjunta, o GL do resíduo foi ajustado onde a relação maior (QMR)/menor (QMR) foi superior a 7:1.