



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

PROGRAMA INSTITUCIONAL DE BOLSAS DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA – PIBIC

**DETERMINAÇÃO DE POPULAÇÃO BASE DE MELHORAMENTO DE MILHO
POR MEIO DE CRUZAMENTOS DIALÉLICOS EM REGIÃO SEMIÁRIDA.
Potencial genético de híbridos comerciais na produção de novas populações
base de melhoramento.**

Área do conhecimento: Ciências agrárias - 50000004.

Subárea do conhecimento: Agronomia - 50100009.

Especialidade do conhecimento: Melhoramento vegetal - 50103059.

Relatório Final

Período da bolsa: de (Setembro de 2022) a (Agosto de 2023)

Este projeto é desenvolvido com bolsa de iniciação científica

PIBIC/CNPq

Orientador: Gustavo Hugo Ferreira de Oliveira.

Autor: Kelvin Paixão Farias Ferreira.

SUMÁRIO

1. Introdução.....	3
2. Objetivos.....	4
3. Metodologia.....	4
3.1. Localização.....	4
3.2. Delineamento experimental e material genético.....	5
3.3. Preparo do solo, plantio e manejo.....	6
3.4. Avaliações.....	7
4. Resultados e discussões.....	7
5. Conclusões.....	13
6. Perspectivas de futuros trabalhos.....	14
7. Referências bibliográficas.....	14

1. Introdução

A cultura do milho (*Zea mays* L.) é uma das principais e mais importantes produtoras de grãos no Brasil e no mundo (RAMOS et al., 2020). Sua produção destaca-se no ambiente econômico e social por contribuir de forma bastante significativa na alimentação humana e principalmente na animal que consome maior parte de toda produção nacional, aproximadamente cerca de 80%, seja na forma de grãos ou como subprodutos que auxiliem na composição alimentar diária (DE SOUSA, 2020). Além disso, o milho é de fundamental importância para o desenvolvimento econômico brasileiro, sendo produzido em todas as regiões do território do país, servindo de matéria-prima para outros diversos produtos que constantemente são utilizados no dia a dia da sociedade como combustível e bebidas (CONTINI et al., 2019).

De acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento (Conab) a produção total brasileira de milho estimada para a safra de 2022/23 será de 12,9% a mais que a do ciclo anterior, atingindo a marca de 127.767 mil toneladas, tendo uma produtividade média de 5.767 kg/ha, um acréscimo de 10% em uma área total de 22.256,6 mil ha. É estimado que boa parte dessa produção seja voltada para a demanda doméstica, sendo consumida nacionalmente, o que está associado a uma menor importação do produto e uma maior exportação do grão em função de um aumento na demanda internacional e elevada produção nacional estimada (CONAB, 2023).

Tais informações ampliam a concepção do tamanho e a importância da cultura para a alimentação e desenvolvimento de uma população, ampliando o entendimento de práticas que possibilitem a obtenção de cultivares e híbridos de milho com melhor adaptação às diversas regiões e um maior retorno do investimento depositado, com uma maior tolerância às adversidades climáticas, maior produtividade e características fisiológicas desejadas pelo produtor (ALVES et al., 2018). É o caso da região nordeste que detém um clima que apresenta altas temperaturas e chuvas mal distribuídas principalmente na parte do semiárido, que apesar de possuir uma

produtividade menor que outras regiões ainda sim vem se destacando ao longo dos anos no mercado agrícola nacional (SILVEIRA, 2021).

O melhoramento genético é o principal responsável pela produção e obtenção de híbridos comerciais de milho com características desejáveis como porte, precocidade, estabilidade, adaptabilidade e alta produtividade em regiões em que as adversidades climáticas do ambiente não são tão favoráveis para a cultura, tornando possível extrair ao máximo as expressões genéticas presentes na constituição genética da semente (GRUBLER, 2022).

Várias são as estratégias utilizadas dentro do melhoramento genético de plantas para se obter uma população base que possa servir como fonte de obtenção de genótipos superiores com grande potencial genético, garantindo assim a continuação de programas de melhoramento de milho por meio da variabilidade genética presente neles, principalmente quando o foco é obter variedades, híbrido ou população base com maior tolerância a estresses abióticos, a exemplo a seca, visto que para alcançar tal característica é necessário tempo, escolher bem os genótipos a serem utilizados e que serão cruzados e ter conhecimento de condução e avaliação experimental em campo (PATERNIANI et al., 2019).

2. Objetivos

O objetivo desse trabalho foi estimar o potencial genético de híbridos comerciais de milho para a produção de novas populações base de melhoramento em região semiárida.

3. Metodologia

3.1. Localização

O experimento foi implantado e conduzido no ano agrícola de 2022 na Fazenda Experimental da Embrapa Semiárido, situada no território do município de Nossa Senhora da Glória – SE (latitude de 10° 12' 50.6" S, longitude de 37° 19' 03.2" W e de altitude média de 210 m). A propriedade detém uma estação meteorológica que torna possível a observação e o acompanhamento constante dos dados climáticos de precipitação pluviométrica e temperatura do ar na região, o que pode ser

observado na figura 01, gerada no pacote AgroR (SHIMIZU, 2022) do software R (R CORE TEAM, 2018).

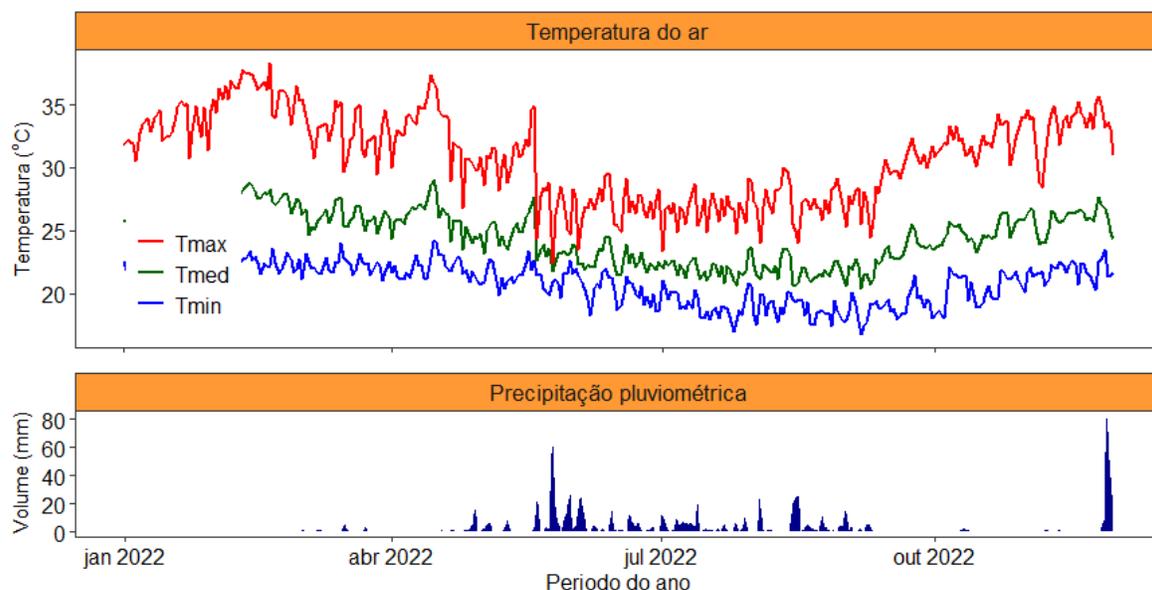


Figura 01. Dados de temperatura do ar e precipitação pluviométrica, coletados no ano agrícola de 2022. Fonte: Embrapa semiárido

3.2. Delineamento experimental e material genético

O delineamento experimental utilizado foi em DBC (Delineamento em Blocos Casualizados) o qual contou com 60 tratamentos e duas repetições. Cada genótipo estava disposto em parcelas de duas linhas de 4 m cada com espaçamento de 0,80 m entre elas e distancia entre plantas de 0,20 m, ou seja, 5 plantas por metro linear totalizando 40 plantas na parcela e estimando uma população de 62.500 plantas por hectare. Dos 60 tratamentos avaliados 45 deles foram obtidos por meio de cruzamentos dialéticos realizado pelo Grupo de Estudos em Melhoramento Vegetal do Semiárido (GEMS) no ano de 2021 e o restante do material era constituído por 10 pais que foram utilizados nos cruzamentos de 5 materiais para teste de comparação (Tabela 01).

Tabela 01. Materiais genéticos avaliados em campo experimental no ano de 2022.

Material genético							
Trat	Pedigree	Trat	Pedigree	Trat	Pedigree	Trat	Pedigree
1	F1 (P1 x P2) T1	17	F1 (P2 x P10) T17	33	F1 (P5 x P8) T33	48	P3 T48

2	F1 (P1 x P3) T2	18	F1 (P3 x P4) T18	35	F1 (P5 x P10) T35	49	P4 T49
3	F1 (P1 x P4) T3	19	F1 (P3 x P5) T19	36	F1 (P6 x P7) T36	50	P5 T50
4	F1 (P1 x P5) T4	20	F1 (P3 x P6) T20	37	F1 (P6 x P8) T37	51	P6 T51
5	F1 (P1 x P6) T5	21	F1 (P3 x P7) T21	38	F1 (P6 x P9) T38	52	P7 T52
6	F1 (P1 x P7) T6	22	F1 (P3 x P8) T22	39	F1 (P6 x P10) T39	53	P8 T53
7	F1 (P1 x P8) T7	23	F1 (P3 x P9) T23	40	F1 (P7 x P8) T40	54	P9 T54
8	F1 (P1 x P9) T8	24	F1 (P3 x P10) T24	41	F1 (P7 x P9) T41	55	P10 T55
10	F1 (P2 x P3) T10	25	F1 (P4 x P5) T25	42	F1 (P7 x P10) T42	56	TESTE 1 T56
11	F1 (P2 x P4) T11	26	F1 (P4 x P6) T26	43	F1 (P8 x P9) T43	57	TESTE 2 T57
12	F1 (P2 x P5) T12	27	F1 (P4 x P7) T27	44	F1 (P8 x P10) T44	59	TESTE 4 T59
13	F1 (P2 x P6) T13	28	F1 (P4 x P8) T28	45	F1 (P9 x P10) T45	60	TESTE 5 T60
14	F1 (P2 x P7) T14	31	F1 (P5 x P6) T31	46	P1 T46		
16	F1 (P2 x P9) T16	32	F1 (P5 x P7) T32	47	P2 T47		

3.3. Preparo do solo, plantio e manejo

O experimento foi ocorreu no ano agrícola de 2022 no qual os trabalhos foram iniciados com o preparo do solo de forma convencional sendo a primeira etapa uma aração utilizando uma grade aradora e em seguida uma gradagem fazendo o uso da grade niveladora para destorroar e deixar o solo apropriado para o plantio.

O plantio foi realizado no dia 16/06/2022 de forma manual para assim garantir o máximo de precisão, onde o primeiro passo foi riscar as linhas de plantio e realizar a adubação de fundação, essa etapa foi possível utilizando uma semeadora que portava apenas as linhas que depositava o adubo regulada para manter o espaçamento de 0,80 m e quantidade recomendada de nutrientes, e em seguida colocado uma semente por cova mantendo o espaçamento desejado de 0,20 m entre plantas (Figura 02).

Foram realizadas duas adubações, a primeira citada acima, aplicada no ato do plantio na qual utilizou-se como fonte de NPK o formulado 06-24-12, aplicando o equivalente a 250 kg/ha. A segunda adubação ou adubação de cobertura foi empregada quando as plantas de milho estavam entre os estádios fenológicos de V4 a V6, aplicando o proporcional a 100 kg/ha de N sendo a fonte o sulfato de amônio, visto que é nesse período que elas iniciam o desenvolvimento dos primórdios de produtividade.

Foi realizado uma aplicação de inseticida para controle da lagarta do cartucho na

data de 28/07/2022 assim que se notou os primeiros indício de ataque da praga.



Figura 02. Registro do momento do plantio do experimento realizado por membros do Grupo de Estudos em Melhoramento Vegetal do Semiárido. Fonte: GEMS.

3.4. Avaliações

Foram realizadas avaliações manuais durante todo o ciclo fenológico da cultura seguindo a seguinte sequência, estande inicial e final (EI e EF), florescimento feminino e masculino (FF e FM) e altura da planta e espiga (AP e AE), em seguida foi as avaliações realizadas no momento da colheita, acamamento (AC), quebramento (QB), número de espigas na parcela (NEP), peso da parcela (PE), comprimento da espiga (CE), diâmetro da espiga (DE), número de fileiras de grãos na espiga (NFE), número de grão na fileira (NGF), peso de grão total da parcela (PGT), umidade dos grãos (UM) e por último foi estimado a produtividade de grãos por hectare (PG) pelo método de Zuber (ZUBER, 1942). Após a coleta de todos os dados os mesmos foram levados ao software R e realizado análises estatísticas por meio Rstudio.

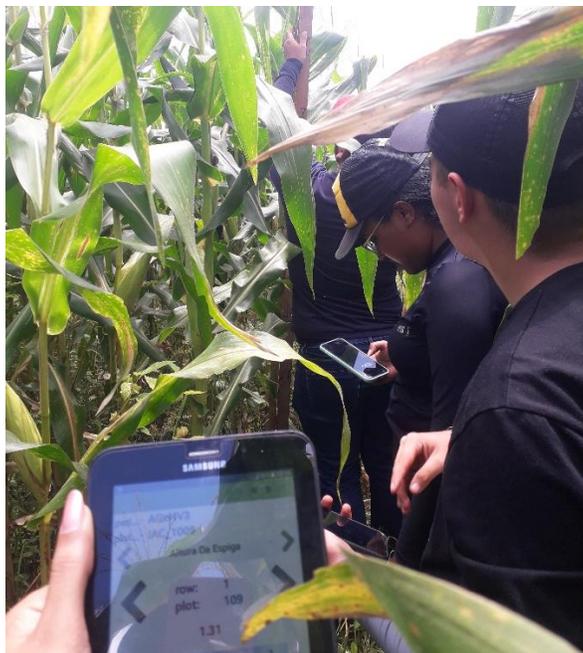


Figura 03. Registro da avaliação de altura de planta e espiga do experimento realizado por membros do Grupo de Estudos em Melhoramento Vegetal do Semiárido. Fonte: GEMS.



Figura 04. Registro da avaliação de comprimento e diâmetro da espiga do experimento realizado por membros do Grupo de Estudos em Melhoramento Vegetal do Semiárido. Fonte: GEMS.

4. Resultados e discussão

Realizou-se uma análise de variância e teste de tukey utilizando o pacote ExpDes.pt

(FERREIRA et al., 2014). Foi possível observar que houve significância em 7 das 17 variáveis coletadas, sendo elas a AE, AP, FF, FM, PE, PGT e PG, das quais todas foram significativas ou a 5%, 1% e 0,1% entre os tratamentos, afirmando que ao menos um deles se diferiu dos demais, indicando que para essas características há variabilidade genética entre os materiais testados, a exemplo a variável de importância PG que foi significativa a 1% de probabilidade pelo teste F (Tabela 02). Os valores do coeficiente de variação (CV) estão dentro do aceitável para a cultura de milho, indicando a confiabilidade na estimativa dos dados, visto que o valor médio ideal para esse parâmetro é de até 20% (GURGEL et al., 2013).

Tabela 02. Resumo da análise de variância com as variáveis agrônomicas significativas coletadas em campo no ano de 2022.

FV	GL	QM			
		AE	AP	FF	FM
TRATAMENTO	59	0,02*	0,04***	6,11***	3,39**
BLOCO	1	0,19***	0,18**	18,01**	0,73
RESÍDUO	59	0,01	0,02	2,28	1,55
MÉDIA		1,03	1,97	65,49	65,11
CV%		9,84	6,76	2,31	1,91

FV	GL	QM		
		PE	PGT	PG
TRATAMENTO	59	0,68**	0,28*	796832**
BLOCO	1	4,61***	1,69**	5558497***
RESÍDUO	59	0,32	0,16	399959
MÉDIA		3,62	2,18	4173,31
CV%		15,64	17,75	15,15

GL = graus de liberdade; FV = fonte de variação; CV = coeficiente de variação; QM = quadrado médio; ***, **, * nível de significância a 0,1%, 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente; AE = altura da espiga; AP = altura da planta; FF = florescimento feminino; FM = florescimento masculino; PE = peso da parcela; PGT = peso de grão total da parcela; PG = produtividade de grãos.

Por meio do teste de média tukey observou-se que as variáveis AE e FM receberam a mesma letra para todos os tratamentos, sendo estatisticamente todos iguais. Na FF foi gerado cinco grupos de médias, grupo “a”, “ab”, “abc”, “bc” e “c”, afirmando que há vários materiais diferentes, no quais se destacaram nesse quesito os que receberam letra c, pois apresentaram menos dias para chegar ao florescimento

feminino. O restante das variáveis, obtiveram apenas três grupo de letras “a”, “ab” e “b”, nesse caso as médias com as letras a destacam-se, visto que as variáveis são relacionadas a produtividade de grão, a exemplo da PG, referente a produtividade de grão por hectare, onde apenas um tratamento apresentou letra a (Tabela 03). O teste de tukey possibilitou detalhar e identificar os materiais que diferiram estatisticamente entre os tratamentos em cada variável significativa por meio de grupos de médias indicadas com letras em ordem alfabética, onde os tratamentos que não receberam letras iguais foram diferentes estatisticamente (SOUSA, LIRA JUNIOR, FERREIRA, 2012).

Tabela 03. Teste de média tukey com as variáveis significativas coletadas em campo no ano de 2022.

TRAT	AE		AP		FF		FM	
	MÉDIA	GRUPO	MÉDIA	GRUPO	MÉDIA	GRUPO	MÉDIA	GRUPO
1	0,95	a	1,68	ab	65	abc	64	a
2	0,99	a	1,85	ab	65	abc	68	a
3	0,89	a	1,73	ab	64	bc	64	a
4	0,88	a	1,78	ab	67	abc	64	a
5	0,99	a	1,82	ab	65	abc	65	a
6	0,89	a	1,91	ab	65	abc	64	a
7	0,89	a	1,63	b	66	abc	67	a
10	1,06	a	1,97	ab	66	abc	65	a
11	0,86	a	1,98	ab	67	abc	66	a
12	1,04	a	2,02	ab	71	a	67	a
13	1,12	a	2,16	ab	65	abc	64	a
14	1,15	a	2,09	ab	67	abc	65	a
16	1,14	a	2,05	ab	65	abc	64	a
17	1,18	a	2,2	ab	65	abc	64	a
19	1,12	a	2,16	ab	64	bc	64	a
20	1,02	a	2,01	ab	67	abc	66	a
21	1,09	a	2,09	ab	66	abc	66	a
22	0,88	a	1,72	ab	70	abc	68	a
23	1,04	a	2,09	ab	65	abc	64	a
24	1,07	a	2,02	ab	65	abc	64	a
25	0,9	a	1,81	ab	66	abc	64	a
26	1,01	a	2,06	ab	64	c	64	a
27	1,01	a	1,99	ab	64	c	64	a
28	1,02	a	1,99	ab	64	bc	64	a
31	1,09	a	2,04	ab	67	abc	65	a

32	1,13	a	2,21	a	64	bc	64	a
33	1,01	a	1,84	ab	66	abc	65	a
35	1,2	a	2,13	ab	66	abc	66	a
36	1,05	a	1,99	ab	65	abc	65	a
37	0,87	a	1,72	ab	64	c	64	a
38	0,93	a	1,89	ab	64	c	64	a
39	0,9	a	1,84	ab	64	c	64	a
40	1,08	a	2,04	ab	64	bc	64	a
41	1	a	1,95	ab	64	c	64	a
42	1,07	a	1,95	ab	66	abc	69	a
43	1,11	a	2,07	ab	64	c	65	a
44	1,01	a	1,95	ab	65	abc	65	a
45	0,96	a	1,87	ab	64	c	64	a
46	0,97	a	1,77	ab	64	c	64	a
47	1,21	a	2,24	a	70	ab	68	a
48	1,08	a	2,12	ab	64	bc	64	a
49	0,91	a	1,83	ab	64	c	64	a
50	1,04	a	1,98	ab	69	abc	67	a
51	1	a	1,97	ab	64	bc	64	a
52	1,13	a	2,15	ab	64	c	64	a
53	1,04	a	1,87	ab	64	c	65	a
54	0,98	a	2,06	ab	64	c	64	a
55	1,15	a	2,15	ab	64	c	64	a
56	1,04	a	1,9	ab	64	c	64	a
57	1,2	a	2,15	ab	64	c	64	a
59	0,98	a	1,91	ab	66	abc	66	a
60	1,15	a	2,06	ab	65	abc	64	a

TRAT	PE		PGT		PG	
	MÉDIA	GRUPO	MÉDIA	GRUPO	MÉDIA	GRUPO
1	2,4	b	1,43	b	3637,67	ab
2	3,49	ab	2,14	ab	4215,37	ab
3	2,7	ab	1,65	ab	3383,48	ab
4	2,81	ab	1,66	ab	3541,27	ab
5	3,47	ab	2,15	ab	3894,68	ab
6	3,79	ab	2,27	ab	4235,53	ab
7	3,44	ab	2,07	ab	4243,93	ab
10	3,53	ab	2,26	ab	4313,14	ab
11	2,64	b	1,56	ab	2878,01	b
12	2,9	ab	1,78	ab	3193,8	ab
13	3,79	ab	2,25	ab	4170,77	ab
14	3,58	ab	2,06	ab	3946,71	ab
16	3,92	ab	2,41	ab	4410,86	ab

17	4,28	ab	2,62	ab	5048,52	ab
19	4,11	ab	2,52	ab	4571,62	ab
20	3,41	ab	2,06	ab	3940,97	ab
21	3,71	ab	2,27	ab	4615,68	ab
22	2,28	b	1,36	b	2865,18	b
23	4,09	ab	2,56	ab	4912,3	ab
24	3,09	ab	1,87	ab	3799,26	ab
25	3,25	ab	1,85	ab	3341,66	ab
26	4,07	ab	2,41	ab	4389,03	ab
27	4,11	ab	2,36	ab	4409,66	ab
28	3,41	ab	2,1	ab	4096,85	ab
31	3,21	ab	1,86	ab	3626,39	ab
32	4,14	ab	2,46	ab	4799,91	ab
33	3,03	ab	1,75	ab	3819,18	ab
35	3,71	ab	2,19	ab	4134,86	ab
36	3,84	ab	2,03	ab	3956,13	ab
37	3,77	ab	2,23	ab	4060,43	ab
38	3,2	ab	1,91	ab	3580,55	ab
39	3,28	ab	1,95	ab	3738,99	ab
40	4,49	ab	2,62	ab	4761,01	ab
41	3,99	ab	2,5	ab	4501,2	ab
42	3,07	ab	1,83	ab	3525,85	ab
43	4,53	ab	2,71	ab	5051,24	ab
44	3,5	ab	2,09	ab	4433,67	ab
45	3,73	ab	2,27	ab	4113,51	ab
46	3,02	ab	1,8	ab	4032,17	ab
47	3,16	ab	1,81	ab	3288,53	ab
48	4,33	ab	2,75	ab	4949,53	ab
49	3,57	ab	2,27	ab	4456,13	ab
50	3,29	ab	1,96	ab	3549,27	ab
51	3,8	ab	2,38	ab	4233,91	ab
52	5,13	a	3,18	a	5624,87	a
53	4,46	ab	2,78	ab	5203,47	ab
54	4,26	ab	2,54	ab	4825,25	ab
55	4,16	ab	2,39	ab	5226,07	ab
56	3,6	ab	2,05	ab	3472,83	ab
57	4,46	ab	2,77	ab	5171,78	ab
59	3,66	ab	2,22	ab	4553,77	ab
60	4	ab	2,45	ab	4696,2	ab

TRAT = tratamentos, AE = altura da espiga (m); AP = altura da planta (m); FF = florescimento feminino (dias); FM = florescimento masculino(dias); PE = peso da parcela (kg); PGT = peso de grão total da parcela (kg); PG = produtividade de grãos (kg/ha).

Foi gerado um gráfico boxplot utilizando os pacotes esquisse (Meyer F, Perrier V,

2023) e ggplot2 (Wickham H, 2016) para a variável de importância PG. Nele é possível observar o tratamento que mais se diferenciou entre os demais, nesse caso o material em questão é o genótipo 52, o mesmo apresentou uma produtividade por hectare superior aos demais, atingindo a marca de 5.624,97 kg/ha (Figura 04), valor próximo ao apresentado pela Conab para a safra 2022/2023 de 5.767 kg/ha. Os tratamentos 17, 43, 53, 55 e 57 assim como o 52, ultrapassaram a marca de 5.000 kg/ha, tornando-se bons candidatos a permanecerem no programa de melhoramento.

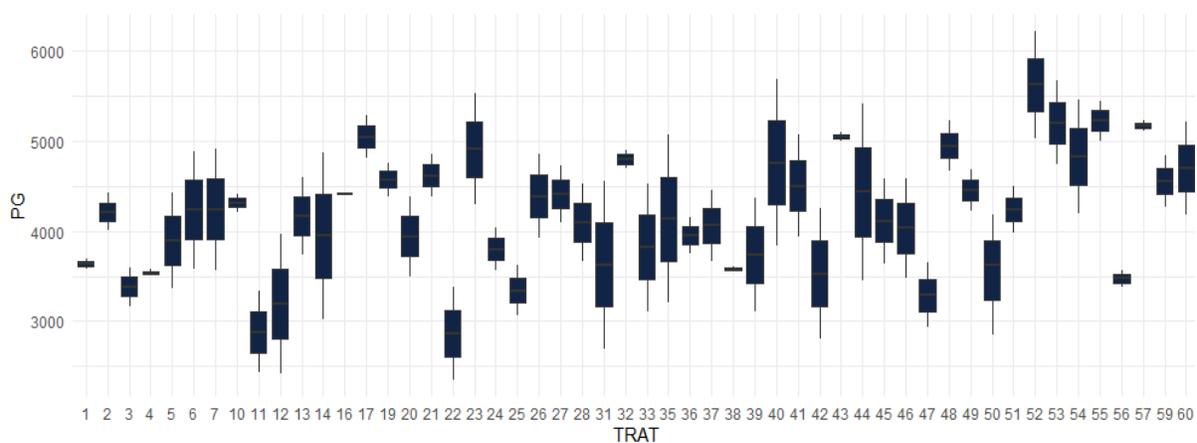


Figura 05. Avaliação gráfica em boxplot para a variável de produtividade de grão por hectares (PG) coletada em campo no ano de 2022.

O tratamento 52 foi o único a receber a letra “a” nas três variáveis relacionadas a produtividade de grão, PE, PGT e PG, ou seja, para essas características, o material em questão foi superior aos demais avaliados, apresentando maior potencial genético. Outro ponto importante observado é o florescimento feminino no qual o genótipo recebeu a letra “c” indicando que ele atingiu o florescimento feminino em menos tempo, cerca de 64 dias após o plantio, coincidindo com o mesmo valor do florescimento masculino, sendo assim tendo uma boa sincronização entre a liberação pólen e emissão do estilo estigma, favorecendo assim a fecundação do óvulo que irá dar origem ao grão de milho.

No gráfico da figura 05, observa-se a correlação gerada pelo pacote ggcorrplot (Kassambara A, 2022) entre todas as variáveis estimadas. Percebe-se uma correlação positiva entre PG com AE e AP, ambas com valores próximos, 0,52 e

0,56 respectivamente, ou seja, indicando que quanto maior forem as alturas de planta e espiga, maior será a produtividade de grãos, as mesmas respostas são percebidas com as variáveis PE e PGT. Visualiza-se também uma correlação negativa entre os florescimentos masculino e feminino com as características de PE, PGT e PG, mostrando que quanto mais precoce o material, maior a produtividade de grãos. Resultado importante para a seleção de genótipos para o semiárido.

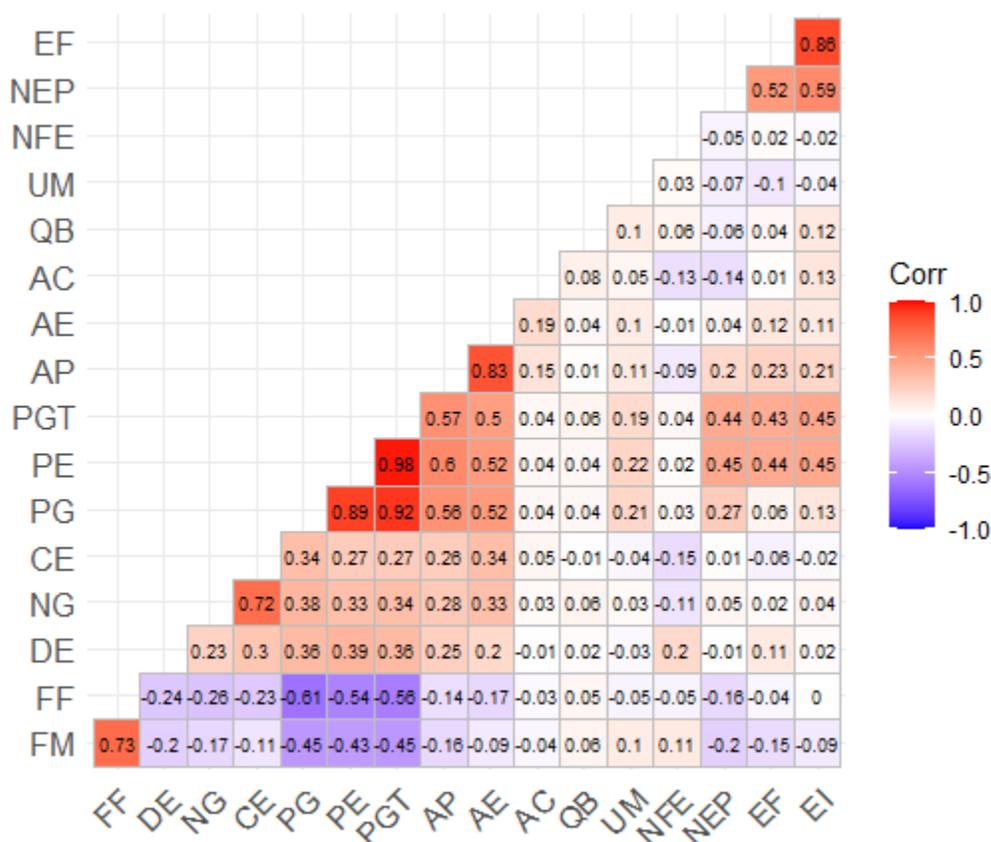


Figura 06. Avaliação de correlação de Pearson para as variáveis estimadas no ano de 2022.

5. Conclusões

O tratamento P7 T52 apresentou maior potencial genético, o que o torna indicado para formação de população base.

Os tratamentos F1 (P2 x P10) T17, F1 (P8 x P9) T43, P8 T53, P10 T55 e TESTE 2 T57 respectivamente, apresentaram produtividades acima de 5.000 kg/ha, podendo também serem selecionados para continuidade do programa de melhoramento.

É necessário a repetição do experimento para observar a estabilidade e adaptabilidade dos materiais avaliados.

6. Perspectivas de futuros trabalhos

Objetiva-se avaliar os genótipos em mais um ano agrícola, com o intuito de observar a estabilidade e repetibilidade dos materiais testados, para assim realizar uma seleção dos tratamentos com maior eficácia.

Referências bibliográficas

CONTINI, Elisio et al. Milho: caracterização e desafios tecnológicos. **Brasília: Embrapa. (Desafios do Agronegócio Brasileiro, 2)**, 2019.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira grãos**, v. 10 – safra 2022/23 – Décimo levantamento, Brasília, p. 1-60, agosto 2023. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>

DE SOUSA, Valdemício Ferreira. A cultura do milho-verde e sua importância socioeconômica. **Cultivo do milho-verde irrigado na Baixada Maranhense**, p. 15, 2020.

FERREIRA, E. B., CAVALCANTI, P. P., NOGUEIRA, D. A. (2014) ExpDes: An R Package for ANOVA and Experimental Designs. *Applied Mathematics*, **5**, 29522958. doi: [10.4236/am.2014.519280](https://doi.org/10.4236/am.2014.519280).

GURGEL, F. de L.; FERREIRA, D. F.; SOARES, ACS. **O coeficiente de variação como critério de avaliação em experimentos de milho e feijão**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E), p. 80, 2013.

GRUBLER, Eliton. Melhoramento genético do milho. 2022

Kassambara A (2022). `_ggcorrplot`: Visualization of a Correlation Matrix using 'ggplot2'. R package version 0.1.4, <https://CRAN.R-project.org/package=ggcorrplot>.

Meyer F, Perrier V (2023). `esquisse`: Explore e visualize seus dados interativamente.

PATERNIANI, Maria Elisa Ayres Guidetti Zagatto et al. Estratégias de melhoramento para tolerância à seca em germoplasma de milho tropical. **Singular. Meio Ambiente e Agrárias**, v. 1, n. 1, p. 19-24, 2019.

RAMOS, Jailton Garcia et al. Cultivo de milho híbrido com macronutrientes, urina humana e manipueira aplicados via fundação e fertirrigação. **IRRIGA**, v. 25, n. 2, p. 420-431, 2020.

SILVEIRA, Eduarda Santos. **Caracterização morfológica e seleção de genótipos de milho para região semiárida**. Nossa Senhora da Glória, SE, 2021. 36 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Agrônômica) - Universidade Federal de Sergipe, Nossa Senhora da Glória, SE, 2021.

SHIMIZU, G. D., MARUBAYASHI, R. Y. P. and GONÇALVES, L. S. A. (2022). **AgroR: Experimental Statistics and Graphics for Agricultural Sciences**. R package version 1.2.7. Disponível em: <https://cran.rproject.org/web/packages/AgroR/index.html>.

SOUSA, Clayton Albuquerque de; LIRA JUNIOR, Mario Andrade; FERREIRA, Rinaldo Luiz Caraciolo. Avaliação de testes estatísticos de comparações múltiplas de médias. **Revista Ceres**, v. 59, p. 350-354, 2012.

ZUBER, M. S. Relative efficiency of incomplete block designs using corn uniform trial data. **Journal of the American Society of Agronomy**, Madison, v.34, n.1, p.30-47, 1942.

Wickham H (2016). *ggplot2: Gráficos elegantes para análise de dados*. Springer-Verlag Nova York. ISBN 978-3-319-24277-4, <https://ggplot2.tidyverse.org> .