

1 *Segundo ciclo de seleção recorrente entre e dentro de famílias de meios-irmãos em milho crioulo*

2 *Second cycle of recurrent selection between half-sib families in creole maize*

3 *Segundo ciclo de selección recurrente entre familias de medios hermanos en maíz criollo.*

4
5 **Discente:** Francisco Abidênago Lopes de Sousa Cavalcante

6 **Orientador:** Lucas Nunes da Luz

7 **- ARTIGO -**

8
9 **RESUMO:** O milho é uma das culturas agrícolas mais importantes do mundo. É amplamente difundida em
10 diversos países e particularmente no Brasil. Apesar disso, os níveis de produtividade no país apresentam
11 discrepâncias regionais em função principalmente das tecnologias de cultivo. As cultivares disponíveis no
12 mercado brasileiro são destinadas a cultivos que necessitam de pacotes tecnológicos para uma produção
13 satisfatória. Com o intuito de buscar variedades superiores de milho crioulo, este trabalho faz parte de um
14 programa de seleção recorrente entre famílias de meios-irmãos em milho crioula, iniciado em 2017, cuja
15 finalidade é a obtenção de uma cultivar de milho voltada aos sistemas de cultivo extensivo e/ou
16 agroecológico adaptada a região do Maciço de Baturité no estado do Ceará. Neste trabalho, avaliou-se o
17 segundo ciclo (C2) de seleção recorrente entre e dentro de famílias de meios irmãos. A primeira fase do
18 C2, a seleção entre família, foi implantada no município de Redenção com setenta e três progênies em
19 esquema de blocos casualizados (DBC) com arranjo em sets e três repetições. A segunda fase do C2, seleção
20 dentro das famílias, foi implantada no município de Redenção na Fazenda Experimental Piroás, onde foram
21 avaliados doze descritores. Na seleção entre famílias, as médias de produção (2.911,09 kg. ha⁻¹) e
22 produtividade (3.574,18 kg. ha⁻¹) superam a testemunha BRS Caatingueiro[®] em 7,13%. O ganho genético
23 entre famílias foi de 14,58% para produção de grãos. Já na seleção dentro de famílias, a média de
24 produtividade foi de 9353,93 kg. ha⁻¹ e o ganho de seleção de 12,40%.

25 **PALAVRAS-CHEAVE:** *Zea mays* L., Seleção recorrente, Sustentabilidade.

26
27 **ABSTRACT:** Corn is one of the most important agricultural crops in the world. It is widely spread in
28 several countries and particularly in Brazil. Despite this, productivity levels in the country present regional
29 discrepancies mainly due to cultivation technologies. The cultivars available on the Brazilian market are
30 intended for crops that require technological packages for satisfactory production. With the aim of
31 searching for superior varieties of Creole corn, this work is part of a recurring selection program between
32 families of half-siblings in Creole corn, started in 2017, whose purpose is to obtain a corn cultivar aimed at
33 cultivation systems extensive and/or agroecological adapted to the Maciço de Baturité region in the state
34 of Ceará. In this work, the second cycle (C2) of recurrent selection between and within half-sibling families
35 was evaluated. The first phase of C2, selection between families, was implemented in the municipality of

36 Redenção with seventy-three progenies in a randomized block design (DBC) with a set arrangement and
37 three replications. The second phase of C2, selection within families, was implemented in the municipality
38 of Redenção at Fazenda Experimental Piroás, where twelve descriptors were evaluated. In the selection
39 between families, the average production (2,911.09 kg. ha⁻¹) and productivity (3,574.18 kg. ha⁻¹) exceed
40 the BRS Caatingueiro® control by 7.13%. The genetic gain between families was 14.58% for grain
41 production. In the selection within families, the average productivity was 9353.93 kg. ha⁻¹ and the selection
42 gain of 12.40%.

43 **KEYWORDS:** Zea mays L., Recurrent selection, Sustainability.

44

45 **RESUMEN:** El maíz es uno de los cultivos agrícolas más importantes del mundo. Está ampliamente
46 difundido en varios países y particularmente en Brasil. Pese a esto, los niveles de productividad en el país
47 presentan discrepancias regionales debido principalmente a las tecnologías de cultivo. Los cultivares
48 disponibles en el mercado brasileño están destinados a cultivos que requieren paquetes tecnológicos para
49 una producción satisfactoria. Con el objetivo de buscar variedades superiores de maíz criollo, este trabajo
50 forma parte de un programa recurrente de selección entre familias de medios hermanos en maíz criollo,
51 iniciado en el año 2017, cuyo propósito es obtener un cultivar de maíz dirigido a sistemas de cultivo
52 extensivos y/o agroecológico adaptado a la región de Maciço de Baturité en el estado de Ceará. En este
53 trabajo se evaluó el segundo ciclo (C2) de selección recurrente entre y dentro de familias de medios
54 hermanos. La primera fase del C2, selección entre familias, se implementó en el municipio de Redenção
55 con setenta y tres progenies en un diseño de bloques al azar (DBC) con arreglo establecido y tres
56 repeticiones. La segunda fase del C2, selección dentro de familias, se implementó en el municipio de
57 Redenção, en la Fazenda Experimental Piroás, donde se evaluaron doce descriptors. En la selección entre
58 familias, la producción promedio (2.911,09 kg. ha⁻¹) y la productividad (3.574,18 kg. ha⁻¹) superan al
59 testigo BRS Caatingueiro® en un 7,13%. La ganancia genética entre familias fue del 14,58% para la
60 producción de granos. En la selección intrafamiliar, la productividad media fue de 9.353,93 kg. ha⁻¹ y la
61 ganancia de selección del 12,40%.

62 **PALABRAS CLAVE:** Zea mays L., Selección recurrente, Sostenibilidad.

63

64 **INTRODUÇÃO**

65

66 O milho (*Zea Mays* L.) é o cereal mais produzido no Brasil. É um alimento energético, rico em
67 carboidrato bastante necessário e consumido pela sociedade moderna, seja de forma direta ou indireta,
68 através de carne bovina, suína, aves, ovos e entre outros (EMBRAPA, 2023). Apesar do uso dos grãos para
69 o consumo animal e para a indústria, o consumo humano direto é significativo. Segundo a Associação

70 Brasileira da Indústria de Milho (ABIMILHO), em 2022, cerca de 1.709 mil toneladas de milho foram
71 consumidas no Brasil de forma *in natura* e 1.625 mil toneladas de forma processada.

72 O Brasil situa-se como um grande produtor de milho, com área plantada de 21,1 milhões de hectares
73 e uma produção de 119,1 milhões de toneladas de grãos (CONAB, 2024). A elevada produção da cultura
74 no Brasil pode se dar pelo uso da tecnologia de sementes híbridas e/ou transgênicas, visto que estas
75 tecnologias trazem benefícios econômicos na produção (SILVA, 2015). O cultivo com o uso de sementes
76 de milho híbrido proporciona para o produtor um alto rendimento e maior lucratividade das lavouras, no
77 entanto, para uso dessa tecnologia é necessário um maior custo de investimento para implantação de
78 lavouras (TAKAHASI, 2019) visto que o valor comercial dessas sementes é alto.

79 Além do custo de aquisição das sementes híbridas, existem outros fatores que inviabilizam seu uso
80 em produções como a de agricultura camponesa. As sementes comerciais induzem os agricultores a ficarem
81 reféns das empresas produtoras de sementes, ou seja, os produtores passam a comprar novas sementes para
82 realização de plantios. Em concordância a isso, as produções passam a ter maior necessidade do uso de
83 diferentes agroquímicos, que elevam o custo de produção (BRITO et al., 2018), gerando dependência do
84 mercado de fertilizantes químicos (TEIXEIRA, 2012).

85 O cenário produtivo nacional é afetado por disparidades regionais extremamente fortes, devido a
86 diversos fatores como clima, acesso a crédito, acesso a tecnologias e cadeias de produção estruturadas
87 (SALVIANO, 2020). No primeiro semestre de 2024 a média da produtividade nacional de milho foi de
88 5.362 kg/hectares, no entanto, enquanto na região sudeste a média da produção foi de 7.144 kg/ha na região
89 nordeste a produtividade foi de 3.288 kg/hectares (IBGE, 2024). Além da instabilidade de chuvas, outros
90 fatores são influentes para que a produtividade no Nordeste seja inferior às outras regiões, como baixo
91 aporte tecnológico.

92 O acesso a sementes de qualidade, adaptadas a região, além do acesso a créditos agrícolas e
93 tecnologias correspondem fatores fundamentais para elevação da produtividade local (CASTRO, 2012). É
94 de grande importância que os agricultores camponeses tenham condições de realizarem produções agrícolas
95 com sucesso, visto que para a segurança alimentar é essencial que os pequenos agricultores tenham
96 soberania em suas produções (ALTIERI, 2012).

97 Desse modo, este trabalho tem por finalidade avaliar o segundo ciclo de um programa de seleção
98 recorrente intrapopulacional entre e dentro de famílias de meios-irmãos, partindo de uma população de
99 milho crioulo. O processo visa obtenção de uma variedade de milho adaptadas às condições edafoclimáticas
100 do Estado do Ceará, em particular, a região do maciço de Baturité.

102 MATERIAL E MÉTODOS

103

104 As sementes da população base de milho crioulo tiveram origem a partir de doações de agricultores
105 da região do Maciço de Baturité e de estudantes do curso de agronomia da Unilab. Foi realizada entrevista
106 com os doadores para identificar a origem das sementes, sendo descartadas as variedades locais sob
107 suspeição de procedência além das sementes cultivadas próximas a plantios de milho comercial. Após a
108 pré-seleção de origem, restaram 6 lotes de sementes nas quais foram cultivadas na Fazenda Experimental
109 Piroás (FEP) em Redenção/CE a partir da amostra igualitária de sementes. Nesta população foram
110 selecionadas 80 famílias iniciais para o primeiro ciclo de seleção recorrente. O C1 ocorreu conforme
111 descrito por descrito por Oliveira *et al.* 2021.

112 A seleção entre famílias do C2 foi realizada na comunidade de Lagoa Dantas do município de
113 Redenção/CE, Latitude: 04° 13' 33" S e Longitude: 38° 43' 50" O, cujo, apresenta clima caracterizado como
114 tropical quente sub úmido e pluviosidade média de 1137.6mm (FUNCEME, 2022). Como preparo de solo,
115 oitenta dias antes do plantio foi realizado a implantação de um sistema de adubação verde, sendo semeado
116 na área um coquetel de leguminosas com mucuna preta, mucuna cinza, labe-labe, crotalária e o feijão-de-
117 porco. Antes da fase de floração destas leguminosas, elas foram incorporadas ao solo para posterior plantio.
118 Antes do semeio, com o intuito de aumentar a fixação biológica de nitrogênio (FBN), as sementes foram
119 tratadas com *Azospirillum brasilense* através do produto AzoTotal[®] conforme descrito em Martins et al.,
120 2018.

121 O experimento foi implementado com 73 progênies, em março de 2020. Foi utilizada como
122 testemunha a variedade comercial de milho BRS-Caatingueiro[®], semeada em abril de 2020 para conter
123 efeito de polinização sobre a população em seleção. O espaçamento da semeadura foi de 0,70 m entre linhas
124 e 0,30 m entre plantas a uma profundidade de 0,04 m no solo em linhas de 5m comprimento. Foram
125 semeadas 3 sementes por cova com desbaste realizado aos 15 dias após a emergência, deixando-se uma
126 planta/cova.

127 O cultivo foi implementado em blocos casualizados (DBC) com arranjo em sets e três repetições.
128 Em cada repetição foram selecionadas visualmente 5 plantas para aferição dos dados: AP - altura média da
129 planta; APE – altura de inserção da primeira espiga PSE - peso médio da espiga empalhada, PEC - peso
130 médio da espiga cheia; CE - comprimento médio da espiga; DE - diâmetro da espiga, NLG - número médio
131 de linhas de grão; NGL - número médio de grão por linhas; PSA - peso médio do sabugo; PSE - peso médio
132 das sementes; PROG - Produtividade de grãos em kg.ha⁻¹ e PROD - produtividade de espigas em kg.ha⁻¹.

133 Os dados colhidos foram submetidos à análise de variância e ao teste F a 1 e 5% de probabilidade.
134 A partir dessas matrizes e das médias das variáveis foi possível testar os índices de seleção de SMITH &
135 HAZEL (1943) e MULAMBA & MOCK (1978) para seleção das 25 melhores progênies. Os ganhos foram
136 obtidos a partir de pesos econômicos (Tabela 1) construídos para este trabalho com base literatura e em
137 informações de descrição de cultivares brasileiros. Os pesos foram referendados por Oliveira et al. 2021.

139 **Tabela 01.** Pesos econômicos utilizados para estimativa de ganho genético das variáveis das etapas de
140 avaliação entre e dentro de famílias.

141

Descritores	Peso econômico
AP	1.80 m
APE	0.70 m
CE	18 cm
DE	50 cm
PEE	150 g
PEC	135 g
PSA	20 g
PSE	115 g
NLG	25
NGL	45
PROD	5000 kg.ha ⁻¹
PROG	6000 kg.ha ⁻¹

142 AP - altura média da planta; APE – altura de inserção da primeira espiga PSE - peso médio da espiga empalhada, PEC - peso
143 médio da espiga cheia; CE - comprimento médio da espiga; DE - diâmetro da espiga, NLG - número médio de linhas de grão;
144 NGL - número médio de grão por linhas; PSA - peso médio do sabugo; PSE - peso médio das sementes; PROD - produtividade
145 de espigas em kg.ha⁻¹ e PROG - Produtividade de grãos em kg.ha⁻¹.

146

147 A recombinação de progênies selecionadas e seleção dentro das famílias, foi realizada em 2021 na
148 Fazenda Experimental Piroás – FEP, em Redenção/CE, conforme método irlandês (2:1), sendo 2 linhas de
149 plantas femininas e 1 linha de plantas masculina. O semeio foi seguiu padrão já descrito na etapa anterior.
150 As plantas assinaladas como femininas foram despendoadas logo no surgimento dos pendões. As plantas
151 masculinas (doadoras de pólen) foram constituídas da mistura equitativa de sementes das 25 progênies
152 selecionadas. Foram selecionadas 141 progênies por meio do índice de seleção e descritores da seleção
153 entre famílias. As 80 melhores progênies deram origem ao ciclo C3. Todas as análises estatísticas foram
154 realizadas no software Genes versão 2013.5.1 (CRUZ, 2013).

155

156 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

157

158 Os dados de campo foram submetidos à análise de variância e ao teste F a 1 e 5% de probabilidade (Tabela
159 2). Foi possível observar diferenças significativas em todas as variáveis exceto ao diâmetro de espiga. Os
160 dados indicam variabilidade genética na população avaliada, condição essencial a continuidade do processo
161 de seleção recorrente (BRAMMER, 2002).

162

163 **Tabela 02.** Síntese da análise de variância da entre famílias de milho crioulo em Redenção/CE.

FV	GL	Quadrado Médio					
		AP	AIPE	CE	DE	PEE	PEC
Blocos	2	0.065	0.018	15.00	401.52	4151.4	4484.1

Tratamentos	73	0.090**	0.103**	16.24*	664.50 ^{ns}	2105.4**	1763.5**
Resíduo	146	0.027	0.022	7.968	504.68	548.39	589.2
Média		2.68	1.37	12.31	36.95	85.18	75.12
CV _g /CV _e		0.89	1.10	0.59	0.32	0.97	0.82
h ²		70.16	78.28	50.95	24.05	73.95	66.59
CV%		6.13	10.94	22.94	60.81	27.49	32.32
FV	GL	Quadrado Médio					
		PSA	PSE	NLG	NGL	PROD	PROG
Blocos	2	36.84	2104.35	6.50	118.95	9.3 x 10 ⁵	1.0 x 10 ⁵
Tratamentos	73	42.49**	1378.77*	6.00**	65.70**	4.7 x 10 ⁵	3.9 x 10 ⁵
Resíduo	146	11.57	365.39	1.70	24.81	1.2 x 10 ⁵	1.3 x 10 ⁵
Média		13.50	61.21	12.04	21.60	4055.69	3574.18
CV _g /CV _e		0.94	0.96	0.92	0.74	0.97	0.82
h ²		72.77	73.50	71.62	62.23	74.01	66.59
CV%		25.19	31.23	10.85	23.06	27.47	32.31

AP - altura média da planta; APE – altura de inserção da primeira espiga PSE - peso médio da espiga empalhada, PEC - peso médio da espiga cheia; CE - comprimento médio da espiga; DE - diâmetro da espiga, NLG - número médio de linhas de grão; NGL - número médio de grão por linhas; PSA - peso médio do sabugo; PSE - peso médio das sementes; PROD - produtividade de espigas em kg.ha⁻¹ e PROG - Produtividade de grãos em kg.ha⁻¹; *- significativo próximo a 5%; ** - significativo próximo a 1%; ns – não significativo.

Os coeficientes de variação (CV%) encontrados podem ser considerados elevados segundo Pimentel (1985) que preconiza valores adequados de 10%. O menor valor encontrado para o coeficiente de variação foi referente a característica da altura da planta (AP), apresentando coeficiente de variação a 6,13% e o maior valor entre as variedades foi referente ao diâmetro da espiga cheia (DE) com um valor de 32,3% no coeficiente de variação. Segundo Scapim et al. (1995), os coeficientes de variação encontrados são classificados como bons, contudo a população avaliada é oriunda da recombinação de populações crioulas distintas, que se trata de uma população pequena e que não uso de fertilizantes químicos, por exemplo, pode ter contribuído para aumento da interação genótipo x ambiente, se sobressaindo os genótipos mais competitivos. Alvarenga (2024), coeficientes de variação na faixa dos 30% são aceitáveis na avaliação da cultura de milho.

A herdabilidade (h²) para maioria dos descritores foi considerada elevada a exceção de DE, o que indica possibilidade de ganho nos próximos ciclos seletivos, pois, a herdabilidade permite uma expectativa de ganho maior uma vez que representa o percentual do genótipo sobre a manifestação fenotípica (LEITE, 2015). O menor valor de h² encontrado foi para CE (50,95 %) e maior valor em para AIPE (78, 28%). Os descritores PROD e PROG apresentaram h² elevada, 74% e 66,59%, respectivamente.

A razão CV_g/CV_e induz maior confiabilidade no experimento uma vez que as informações de natureza genotípica são predominantes em relação ao fenótipo (VERARDI, 2010). Valores de CV_g/CV_e próximos ou maiores que 1, indicam predominância dos efeitos genotípicos (BATISTA, 2019). O menor valor encontrado na razão CV_g/CV_e foi de 0,32 referente a CE e o maior valor foi de 1,10 referente a AIPE. Os descritores PROD e PROG apresentaram razão CV_g/CV_e elevada, 0,97 e 0,82, respectivamente.

Nesse sentido, destaca-se bons índices em produtividade média de grãos com resultados bastantes satisfatórios para nossa região tendo uma produtividade de 3.574,18 kg. ha⁻¹, sendo superior quando comparado a produtividade do nordeste que no mesmo ano agrícola obteve uma produtividade média de 2.249 kg.ha⁻¹ e bem superior quando comparado a produtividade média do Estado do Ceará que foi 746 kg.ha⁻¹ (CONAB, 2021).

Ribeiro (2022) em seu trabalho, seleção recorrente no composto flintisa de milho sob condições de agricultura orgânica, onde se obteve uma boa produtividade com média de 2.996,72 kg. ha⁻¹ referente a produtividade de grãos. O mesmo trabalho também foi conduzido com manejo de agricultura orgânica, sem utilização de fertilizantes químicos, o que implica em valores desejáveis para a produção de milho na agricultura camponesa com manejos agroecológicos e sementes de milho crioulo melhorado, sendo uma agricultura independente da indústria de insumos agrônômicos.

As sementes de milho crioulo são de grande importância para a agricultura camponesa ao modo de que são mais tolerantes a estresses hídricos e climáticos e resistentes a baixa fertilidade sem que ocorra total dependência de fertilizantes químicos (SILVA, 2018). A produtividade neste tipo de lavoura é de grande importância para demonstrar a viabilidade do não uso de fertilizantes químicos sem prejuízo ao rendimento das lavouras (OLIVEIRA *et, al*, 2013).

Na Tabela 3 nota-se a porcentagem dos ganhos genéticos estimados para os descritores avaliados conforme os índices de Mulamba e Mock (1978), Smith e Hazel (1936) e Willians (1962) a partir dos pesos econômicos da Tabela 1. Para os descritores AP e AIPE os resultados encontrados foram negativos ou próximos a zero, o que é satisfatório para o programa, pois a altura das plantas pode facilitar ou dificultar a colheita feita manual pelos agricultores. Para características de AP os índices mais semelhantes foram os de Mulamba e Mock (1978) e de Willians (1962) com resultados -0,20, enquanto o índice de Smith e Hazel (1936) foi de -0,68 sendo inferior aos demais. Para AIPE os índices retornaram ao mesmo valor (-0,78).

Tabela 03. Estimativas dos ganhos percentuais em doze características, no segundo ciclo de seleção recorrente intrapopulacional entre progênies de meios-irmãos de milho crioulo.

Descritor	Índices de Seleção (%)		
	Mulamba e Mock	Smith e Hazel	Willians (1962)
AP	- 0.20	- 0.68	- 0.200
AIPE	0.62	-0.71	0.620
CE	8.25	7.84	8.25
DE	6.87	6.69	6.87
PEE	25.51	22.56	25.51
PEC	24.18	20.89	24.18
PSA	20.00	20.63	20.00
PSE	29.70	25.02	29.70

NLG	7.89	8.88	7.89
NGL	11.13	10.94	11.13
PROD	25.56	22.66	25.56
PROG	24.16	20.89	24.16
Ganho Total	183.67	165.61	183.67

(*)PEE=Peso da espiga empalhada, PEC=Peso da espiga cheia, DE=Diâmetro da espiga, CE= Comprimento da espiga, NLG=Número de linhas de grão, NGL=Número de grãos por linha, PSE=Peso total das sementes, PSA=Peso do sabugo AP= Altura da Planta, APE= Altura de inserção da primeira espiga, , PROD= produtividade de espigas em kg ha⁻¹ e PROG=Produtividade de grãos em kg ha⁻¹.

Ainda na Tabela 3, observa-se que as características apresentaram bons coeficientes de ganho, entre elas, PEE (25,51%) para de Mulamba e Mock (1978) e Willians (1962) e PEC (22,56%) para Smith e Hazel (1936). A estimativa para PEC foi maior nos índices de Mulamba e Mock (1978) e Willians (1962) e menor nos índices de Smith e Hazel (1936), 24,18% e 20.89%, respectivamente. Para a característica de produtividade de espigas em kg/ha (PROD) e produtividade de grãos de kg/ha (PROG) os índices de Mulamba e Mock (1978) e Willians (1962) tiveram resultados de 24.16%, enquanto para os testes de Smith e Hazel (1936) os resultados encontrados foram de 22.66% para PROD e 20.89% para PROG notando-se que também foram índices inferiores se comparados aos demais.

Em trabalho precedente realizado por Oliveira e colaboradores (2021), foram demonstrados bons resultados com dados significativos para os índices de Mulamba e Mock, obtendo-se características desejáveis, como produtividade de grãos e espiga. Vale ressaltar que o estudo deste trabalho foi realizado em condições de manejo de cultivo orgânico e agroecológico.

De acordo com os dados de resultados do programa foi determinado a escolha do índice de Mulamba e Mock (1978) para, assim, classificar as progênies que melhor apresentam as características desejadas para o programa de melhoramento. As progênies que apresentaram as melhores características, ou seja, com resultados desejados pelo programa, tiveram as ordens somadas e foram escolhidos de acordo com seus postos. Desta maneira, de acordo com a posição do rank das progênies, foram determinados para a próxima fase as com melhor desempenho, visto que para determinar eficiência em programas de melhoramento é preciso bons progênies que confirmam novas cultivares com bons desempenhos produtivos (RANGEL, 2000). As progênies com melhor desempenho que foram selecionadas para a recombinação e seleção dentro de famílias: 37, 33, 42, 36, 35, 45, 47, 58, 38, 40, 60, 62, 34, 61, 44, 67, 72, 43, 46, 41, 59 e a progênie 48.

As progênies foram levadas para a análise de variância de seleção entre famílias (Tabela 04), na qual foram submetidas ao teste F a 1 e 5% de probabilidade de erro. Apesar de algumas das características não demonstrar diferenças significativas, foi encontrado para algumas das características essa significância o que demonstra grande importância para o programa, visto que, a presença de variabilidade genética indica condições favoráveis para o melhoramento (AZEVEDO, 2013).

250 **Tabela 04.** Síntese da análise de variância da seleção dentro de famílias de meios-irmãos de milho crioulo
 251 em Redenção/CE.

FV	GL	Quadrado Médio					
		AP	AIPE	CE	DE	PEE	PEC
Blocos		127.59	0.15	1.96	16.80	13867.82	460.54
Tratamentos		135.36 ^{ns}	0.18 ^{ns}	6.97 ^{**}	38.98 ^{ns}	20549.81 ^{ns}	2826.90 [*]
Resíduo		132.65	0.11	5.41	26.54	13796.82	1509.59
Média		2.18	1.58	17.02	40.76	199.26	166.22
H ²		10.12	37.23	22.30	31.91	32.86	46.59
CV%		52.2	18.39	13.67	12.63	58.94	23.37

FV	GL	Quadrado Médio					
		PSA	PSE	NLG	NGL	PROD	PROG
Blocos		38.32	368.68	1.18	50.72	2.0 x 10 ⁶	1.6 x 10 ⁶
Tratamentos		64.28 ^{ns}	2172.4 [*]	5.19 ^{ns}	77.05 ^{ns}	1.2 x 10 ^{6*}	9.6 x 10 ^{6*}
Resíduo		53.24	1277.12	4.55	58.52	6.7 x 10 ⁶	5.6 x 10 ⁶
Média		25.85	140.30	13.40	32.63	11081.18	9353.93
H ²		17.18	41.28	12.71	24.04	46.59	41.21
CV%		28.22	25.47	15.92	23.44	23.73	25.47

252 AP - altura média da planta; APE – altura de inserção da primeira espiga PSE - peso médio da espiga empalhada, PEC - peso
 253 médio da espiga cheia; CE - comprimento médio da espiga; DE - diâmetro da espiga, NLG - número médio de linhas de grão;
 254 NGL - número médio de grão por linhas; PSA - peso médio do sabugo; PSE - peso médio das sementes; PROD -
 255 produtividade de espigas em kg.ha⁻¹ e PROG - Produtividade de grãos em kg.ha⁻¹; *- significativo próximo a 5%; ** -
 256 significativo próximo a 1%; ns – não significativo.

257
 258 A característica que melhor apresentou resultado no teste de variância foi a referente a comprimento
 259 médio de espiga, na qual teve variância significativa a 1% de probabilidade de erro, Oliveira e
 260 colaboradores (2021) encontrou resultado semelhante para essa característica obtendo também variância
 261 significativa no teste. As progênies obtiveram bons resultados principalmente nas características
 262 referentes diretamente a produtividade o que pode indicar bons resultados produtivos a serem passados a
 263 diante por meio da herdabilidade.

264 As características PROD e PROG referentes a produtividade de espigas em kg/ha e produtividade
 265 de grãos em kg/ha obtiveram variância significativa na qual permite bons índices para o programa pois
 266 a produtividade é crucial para garantir bom desempenho das progênies e confiabilidade nas linhas de
 267 produções. A produção alta das sementes crioulas pode permitir que elas tenham melhor posição entre
 268 as cultivares de milho no Brasil principalmente entre os pequenos agricultores que praticam a agricultura
 269 camponesa visto que, estas variedades vêm perdendo cada vez mais espaço para as cultivares comerciais.
 270 (PROENÇA et al., 2015).

271 Para estimar os ganhos das características das progênies na segunda fase do ciclo 2 do programa de
 272 melhoramento foi utilizado novamente os índices de seleção de Mulamba e Mock (1978) representado
 273 na tabela 05. De acordo com os resultados obtidos dos índices foram escolhidas 80 progênies cuja irão
 274 passar para formação do próximo ciclo. Para determinação das progênies foi considerado quais

desempenharam resultados melhores em características desejadas pelo programa para dar continuidade ao programa com sementes superiores e promissoras na produção.

Os ganhos nos índices de Mulamba e Mock (1978) em PSE, PROD e PROG foram considerados bons, sendo o ganho em 12,40, 11,80 e 12,40%. O ganho em produtividade é crucial para bons resultados de lavouras e essa produtividade é adquirida em programas de melhoramento sendo uma das características mais desejadas por melhoristas (BORÉM, 2021). Estas características reforçam uma superioridade para as progênies deixando sua herdabilidade desejada para as próximas gerações.

Os bons índices de produtividade adquiridos é um forte indicativo que as progênies se adaptaram bem ao sistema de cultivo agroecológico sem nenhum manejo com o uso de pacotes tecnológicos, fator esse no qual permite ser possível relatar que essas características serão repassadas para as próximas gerações através da herdabilidade. A rusticidade dessas sementes é fundamental para garantir a independência de agricultores familiares do mercado de sementes transgênicas e insumos de alto custo financeiro permitindo, dessa maneira, uma melhor segurança alimentar nos pequenos campos de produção (NASCIMENTO, 2018).

Tabela 05. Estimativas dos ganhos percentuais em doze características no segundo ciclo de seleção recorrente intrapopulacional dentro de progênies de meios-irmãos de milho crioulo.

Descritor	Índices de Seleção (%)
	Mulamba e Mock
AP	3.47
AIPE	21.53
CE	3.30
DE	3.05
PEE	10.61
PEC	11.80
PSA	8.01
PSE	12.40
NLG	2.02
NGL	8.09
PROD	11.80
PROG	12.40
Ganho Total (%)	108.48

(*PEE=Peso da espiga empalhada, PEC=Peso da espiga cheia, DE=Diâmetro da espiga, CE= Comprimento da espiga, NLG=Número de linhas de grão, NGL=Número de grãos por linha, PSE=Peso total das sementes, PSA=Peso do sabugo AP= Altura da Planta, APE= Altura de inserção da primeira espiga, , PROD= produtividade de espigas em kg ha⁻¹ e PROG=Produtividade de grãos em kg ha⁻¹.

As progênies escolhidas para formação da próxima fase foram : F18P1, F10P2, F14P5, F06P1, F08P3, F03P4, F18P3, F16P4, F22P4, F19P4, F04P3, F13P2, F04P1, F10P4, F18P5, F11P1, F21P1, F17P3, F09P3, F02P5, F21P5, F11P5, F06P3, F07P5, F06P2, F14P3, F20P5, F16P5, F01P2, F07P3, F07P1, F12P5, F18P2,

301 F14P1, F07P2, F12P4, F03P5, F22P3, F18P4, F10P1, F11P3, F04P5, F02P3, F22P1, F20P3, F08P5,
302 F05P1, F11P2, F05P2, F22P5, F04P4, F11P4, F07P4, F15P3, F09P5, F13P1 7, F21P3E1, F03P3,
303 F05P34, F06P5, F14P4, F20P2, F08P2, F08P4, F10P3, F13P4, F05P5, F15P4, F09P4, F19P2, F20P1,
304 F03P1, F01P1, F20P4, F19P3, F17P4, F12P2, F02P2, F19P7, F21P2. Estas sementes na qual foram
305 determinadas após a segunda fase, recombinação e seleção dentro de família, serão repassadas e utilizadas
306 para formar o ciclo 3 do programa dando continuidade na busca de sementes superiores através do
307 melhoramento.

308

309 **CONCLUSÕES**

310

311 O segundo ciclo do programa de melhoramento expressa respostas positivas, visto que as progênes
312 apresentaram bom desempenho e são promissoras para realização de novos experimentos através da
313 herdabilidade de características desejadas, que favorecem um aumento significativo da produção de milho.

314 Portanto, as sementes se adaptaram bem à forma de cultivo agroecológico, onde apresentaram
315 superioridade em produção sem o uso de insumos químicos de alto valor financeiro.

316

317 **AGRADECIMENTOS**

318 Ao grupo de estudo em Recursos Genéticos e Melhoramento de plantas (GEREM).

319

320 **REFERÊNCIAS**

321

322 ABIMILHO, Associação Brasileira das Indústrias do Milho. Consumo de Milho Humano e Industrial do
323 Brasil, 2022. Disponível em: <https://www.abimilho.com.br/estatisticas/consum> < Acessado em: 10 de
324 março de 2024.

325 ALTIERI, M. A. Agroecologia, agricultura camponesa e soberania alimentar. **Revista nera**, n. 16, p. 22-
326 32, 2012.

327 ARIAS, C. A. A. **Componentes de variância e covariância genética relacionados à seleção recorrente**
328 **intra e interpopulacional no milho (*Zea mays* L.)**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 1995.

329 ALVARANGA A. Portabilidade para o potencial de produção. Riagro 2024. Disponível em <
330 <https://reagro.com.br/blog/plantabilidade-para-o-potencial-de-producao/> > acesso em:12 de março de
331 2024.

332 AZEVEDO, A. M. et al. Seleção de genótipos de alface para cultivo protegido: divergência genética e
333 importância de caracteres. **Horticultura Brasileira**, v. 31, p. 260-265, 2013.

334 BATISTA, V. A. et al. **Estimativas de Parâmetros Genéticos em Famílias Segregantes de Macaúba**.
335 2019.

336 BERNARDES, S. de A. Percepções sobre o desaparecimento das sementes crioulas na Comunidade no
337 Sertão–Alto Paraíso de Goiás. 2019.

338 BRAMMER, S. P. **Variabilidade e diversidade genética vegetal: requisito fundamental em um**
339 **programa de melhoramento.** 2002.

340 BRITO, S. EMBRAPA, **Milho: conheça o levantamento de cultivares para safra 2022/2023,** 2023.

341 BORÉM, A.; MIRANDA, G. V.; FRITSCHÉ-NETO, R. **Melhoramento de plantas.** Oficina de textos,
342 2021. Disponível em: [https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/77786151/milho-conheca-o-](https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/77786151/milho-conheca-o-levantamento-de-cultivares-para-safra-20222023)
343 [levantamento-de-cultivares-para-safra-20222023](https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/77786151/milho-conheca-o-levantamento-de-cultivares-para-safra-20222023) < Acessado em: 15 de março de 2024.

344 BRITO, T. P. et al. Sementes de milho transgênicas: propósitos e controvérsias. **Revista Saúde e**
345 **Desenvolvimento**, v. 12, n. 11, p. 24-39, 2018.

346 CARNEIRO, A. A. et al. Milho transgênico: melhoria da qualidade nutricional do grão. 2000.

347 CASTRO, C. N. **A agricultura no Nordeste brasileiro: oportunidades e limitações ao desenvolvimento.**
348 Texto para Discussão, 2012.

349 CONAB. Acompanhamento de safra brasileiro – grãos: Décimo levantamento, dezembro 2019 – safra
350 2019/2020. Companhia Nacional de Abastecimento. 2019.

351 CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de grãos – v.1, n.1
352 (2013-) – Brasília : Conab, 2013.

353 CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Conab atualiza a estimativa da safra de grãos 2023/2024
354 que deve chegar 316,7 milhões de toneladas. Disponível em: [https://www.conab.gov.br/ultimas-](https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/5258-conab-atualiza-a-estimativa-da-safra-de-graos-2023-2024-que-deve-chegar-a-316-7-milhoes-de-toneladas#:~:text=Quanto%20ao%20milho%2C%20houve%20redu%C3%A7%C3%A3o,119%2C1%20milh%C3%B5es%20de%20toneladas.)
355 [noticias/5258-conab-atualiza-a-estimativa-da-safra-de-graos-2023-2024-que-deve-chegar-a-316-7-](https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/5258-conab-atualiza-a-estimativa-da-safra-de-graos-2023-2024-que-deve-chegar-a-316-7-milhoes-de-toneladas#:~:text=Quanto%20ao%20milho%2C%20houve%20redu%C3%A7%C3%A3o,119%2C1%20milh%C3%B5es%20de%20toneladas.)
356 [milhoes-de-](https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/5258-conab-atualiza-a-estimativa-da-safra-de-graos-2023-2024-que-deve-chegar-a-316-7-milhoes-de-toneladas#:~:text=Quanto%20ao%20milho%2C%20houve%20redu%C3%A7%C3%A3o,119%2C1%20milh%C3%B5es%20de%20toneladas.)
357 [toneladas#:~:text=Quanto%20ao%20milho%2C%20houve%20redu%C3%A7%C3%A3o,119%2C1%20](https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/5258-conab-atualiza-a-estimativa-da-safra-de-graos-2023-2024-que-deve-chegar-a-316-7-milhoes-de-toneladas#:~:text=Quanto%20ao%20milho%2C%20houve%20redu%C3%A7%C3%A3o,119%2C1%20milh%C3%B5es%20de%20toneladas.)
358 [milh%C3%B5es%20de%20toneladas.](https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/5258-conab-atualiza-a-estimativa-da-safra-de-graos-2023-2024-que-deve-chegar-a-316-7-milhoes-de-toneladas#:~:text=Quanto%20ao%20milho%2C%20houve%20redu%C3%A7%C3%A3o,119%2C1%20milh%C3%B5es%20de%20toneladas.) > Acessado em: 23 de março de 2024.

359 CRUZ, C. D. Genes: a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics.
360 Acta Scientiarum. Agronomy, v. 35, p. 271-276, 2013.

361 CRUZ, J. C. et al. A cultura do milho, 2008.

362 EICHOLZ, E. D.; FILHO, A. Análise da variabilidade do milho crioulo da coleção da Embrapa Clima
363 Temperado. 2017.

364 FANCELLI, A. L.; NETO, D. Produção de milho. Guaíba: Agropecuária, 360p. 2000.

365 FREITAS, I. L. J. et al. Ganho genético avaliado com índices de seleção e com REML/Blup em milho-
366 pipoca. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 48, p. 1464-1471, 2013.

367 FUNCEME. Calendário das Chuvas no Estado do Ceará. 2021. Disponível em:
368 <http://www.funceme.br/app-calendario/ano/municipios/media/2021>. Acesso em: 19 março. 2024.

369 GARCIA, C. H. **Tabelas para classificação do coeficiente de variação.** IPEF, 1989. 11 p., 1989.

370 GURGEL, F. de L.; FERREIRA, D. F.; SOARES, A. C. S. O coeficiente de variação como critério de
371 avaliação em experimentos de milho e feijão. 2013.

372 IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. LSPA- Levantamento
373 Sistemático da Produção Agrícola, rendimento médio por ano da safra e produto (kg por hectare), janeiro-
374 2024. Disponível em: [https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9201-](https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9201-levantamento-sistemico-da-producao-agricola.html)
375 [levantamento-sistemico-da-producao-agricola.html](https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9201-levantamento-sistemico-da-producao-agricola.html) > Acessado em 28 de março de 2024.

376 LEITE, W. de S. et al. Estimativas de parâmetros genéticos e correlações entre caracteres agrônômicos em
377 genótipos de soja. Nativa. 2015.

378 NETO, F. P. L. **Efeito de uma geração adicional de recombinação sobre a resposta à seleção recorrente**
379 **em milho (*Zea mays* L.)**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 2020.

380 MATRTINS, T. G.; JÚNIOR, S. P. F.; LUZ, L. N.; MARCO, C. A.; VÁSQUEZ, E. D. F. Eficiência de
381 inoculação de *Azospirillum brasilense* na economia de fertilizantes nitrogenados em milho-pipoca. Revista
382 Ciência Agronômica, v. 49, n. 2, p. 283-290, 2018.

383 MATTA, F. de P. Seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos na população de milho pipoca Beija-
384 Flor (*Zea mays* L.). 2000.

385 MULAMBA, N.N.; MOCK, J.J. Improvement of yield potential of the Eto Blanco maize (*Zea mays* L.)
386 population by breeding for plant traits. Egyptian Journal of Genetics and Cytology, v.7, p.40-51, 1978.

387 NASCIMENTO S. S. et al. Características físicas de sementes de milho crioulo da Paraíba. **Revista Verde**
388 **de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 13, n. 5, p. 590-594, 2018.

389 OLIVEIRA, M. L.; LUZ, L. N.; JULIÃO, A. K. S.; LIMA, A. F.S .S; GOUVEIA, F. A. L.; GADELHA,
390 M. T. Maize breeding for sustainab-le agricultural systems. **Revista Verde de Agroecologia e**
391 **Desenvolvimento Sustentável**, v. 16, n. 4, p. 338-344, 2021.

392 OLIVEIRA, P. et al. Crescimento e produtividade de milho em função da cultura antecessora. **Pesquisa**
393 **Agropecuária Tropical**, v. 43, p. 239-246, 2013.

394 PIMENTEL, G. F. **Curso de estatística experimental**, 1985. Digitaliza Conteudo, 2023.

395 PROENÇA, M. L. Sistemas tradicionais de manejo de sementes crioulas e o cenário brasileiro de proteção
396 de variedades e certificação de orgânicos: estudo de caso da Rede Agroecológica Metropolitana de Porto
397 Alegre, Rio Grande do Sul. 2015.

398 RANGEL, P. H. N. et al. Ganhos na produtividade de grãos pelo melhoramento genético do arroz irrigado
399 no meio-norte do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, p. 1595-1604, 2000.

400 REETZ, H. Here's how to estimate yields for corn and soybeans before harvest. Better Crops With Plant
401 Food, Atlanta, v. 71, p. 18-19, 1987.

402 RIBEIRO, J. S. Seleção recorrente no composto flintisa de milho sob condições de agricultura orgânica.
403 2022.

404 SALVIANO, J. I. de A.; PRAXEDES, A. L. F.; LEMOS, J. de J. S. Sinergias entre as instabilidades
405 pluviométricas e a produção de lavouras de sequeiro no semiárido cearense. 2020.

406 SCAPIM, C. A.; CLAUDIO, G. P. C; COSME, D. C. Uma proposta de classificação dos coeficientes de
407 variação para a cultura do milho. Pesquisa agropecuária Brasileira, Brasília, v.30, n 5, p683-686, maio
408 1995.

409 SILVA, D. P. Diagnóstico da produção de sementes crioulas em assentamentos rurais do Território Prof.
410 Cory/Andradina (SP). 2018.

411 SMITH, H. F. A discriminant function for plant selection. Annals of eugenics, v. 7, n. 3, p. 240-250,
412 1936.SOUZA JR, C.L. & PINTO, R.M.C. Responses to a short-term reciprocal recurrent selection
413 procedure in maize. Maydica, v. 45, p.21-28, 2000.

414 SOUZA, P. M. et al. Diferenças regionais de tecnologia na agricultura familiar no Brasil. **Revista de**
415 **Economia e Sociologia Rural**, v. 57, p. 594-617, 2019.

416 SOUZA, J. C. L. **Variabilidade genética em milho (Zea mays L.) e relações com a seleção recorrente**
417 **intra e interpopulacional**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 1983

418 SILVA, P. R. A. et al. Análise econômica de milho convencional e transgênico em dois sistemas de preparos
419 de solo. **Engenharia Agrícola**, v. 35, p. 1032-1041, 2015.

420 TAKAHASHI¹, B. H. et al. DESEMPENHO ECONÔMICO DA CULTURA DO MILHO EM DUAS
421 TECNOLOGIAS NA REGIÃO DE LONDRINA/PR. In: **VIII JORNACITEC-Jornada Científica e**
422 **Tecnológica**. 2019.

423 TEIXEIRA, G. **O agronegócio é “negócio” para o Brasil**. Eco Debate [on line], v. 27, n. 03, 2013.

424 VERARDI, CECÍLIA KHUSALA. ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS GENÉTICOS E DE
425 ESTABILIDADE EM PROGÊNIES DE SERINGUEIRA (Hevea spp.). 2010.

426
427
428
429
430
431
432