

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA
CÂMPUS DE ILHA SOLTEIRA**

Anyéle Zago

**GANHO COM UM CICLO DE SELEÇÃO RECORRENTE NO COMPOSTO
FLINTISA DE MILHO, EM SISTEMA DE BAIXA TECNOLOGIA**

**Ilha Solteira
2024**

Anyéle Zago

**GANHO COM UM CICLO DE SELEÇÃO RECORRENTE NO COMPOSTO
FLINTISA DE MILHO, EM SISTEMA DE BAIXA TECNOLOGIA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
à Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira –
UNESP, como parte dos requisitos para
obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

João Antonio da Costa Andrade
Orientador

Ilha Solteira
2024

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

Z18g Zago, Anyéle.
Ganho com um ciclo de seleção recorrente no composto flintisa de milho, em sistema de baixa tecnologia / Anyéle Zago. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2024
47 f.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Agrônômica) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Engenharia, Ilha Solteira, 2024

Orientador: João Antonio da Costa Andrade

Inclui bibliografia

1. Zea mays. 2. Ganho com seleção. 3. Variedade. 4. Milho rústico.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DEMESQUITA FILHO" FACULDADE
DE ENGENHARIA – UNESP – CÂMPUS DE ILHA SOLTEIRA

CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRONÔMICA

ATA DA DEFESA – TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

TÍTULO: GANHO COM UM CICLO DE SELEÇÃO RECORRENTE NO COMPOSTO
FLINTISA DE MILHO, EM SISTEMA DE BAIXA TECNOLOGIA.


ALUNA: ANYÉLE ZAGO

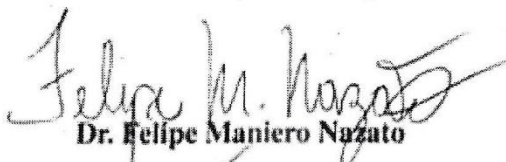
RA: 191050954

ORIENTADOR: Prof. Dr. JOÃO ANTONIO DA COSTA ANDRADE

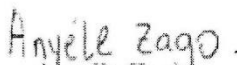
Aprovada (X) Reprovada () pela Comissão Examinadora com nota obtida: 9,0
(nove inteiros)

Comissão Examinadora:


Prof. Dr. Joao Antonio da Costa Andrade
Presidente (Orientador)


Dr. Felipe Maniero Nazato


Dr. Daniel Carvalho Leite


Anyele Zago
Aluna

Ilha Solteira (SP), 22 de junho de 2024.

À minha mãe, Edna Aparecida de Oliveira (*in memoriam*), por sempre ter me incentivado nos estudos e por sonhar este sonho comigo, até onde foi possível,

DEDICO.

À Lucca Zago Garcia, por ter estabelecido a paz e a felicidade na família novamente,

OFEREÇO.

AGRADECIMENTOS

Egídio Zago, Analú Zago, Flaviane de Oliveira Zago e Victor Vinicius Garcia dos Santos, obrigada por todo o auxílio e suporte durante esses anos e por ter me dado forças para conseguir concluir a graduação.

Ao meu orientador, Joao Antônio da Costa Andrade, pelos quatro anos dedicados à minha formação acadêmica, profissional e pessoal. Por toda a paciência e os puxões de orelha. Foi um prazer e sinto muito orgulho de ter sido sua “Desorientada” e ter tido a honra de dirigir o Alelo Móvel.

Aos “desorientados”, que fizeram parte do grupo de melhoramento genético e genética quantitativa, por ter fornecido toda a ajuda para que o projeto conseguisse ser realizado e pelas histórias e experiências vividas. Em especial, Marieli Maesta e Bianca Rissato, por serem parceria e cumplicidade de vida.

Aos meus amigos, por terem sido o suporte e alicerce durante todos esses anos. Pelas noites de Quirino, filmes, jantares e estudos, meus sinceros agradecimentos a todos vocês. Sem vocês não teria chegado até aqui. Jamais esquecerei vocês.

Mariana, que desde 2012 me apoia em toda e qualquer loucura, que se deslocou de um estado a outro, em Ilha Solteira, para me proporcionar os melhores dias nessa cidade. Obrigada por tudo.

Stefani, Thiago, Lilybeth, Breno, Bruna loira e Bruna ruiva, não consigo mensurar em palavras a importância que vocês têm para mim e o quanto sou grata por ter tido o privilégio de ter cruzado o caminho de vocês. Assistir à jornada de vocês (mesmo que de longe) aquece meu coração. Obrigada por existirem.

Emely, obrigada por cada puxão de orelha, abraços e suporte nesta minha caminhada. Uma latinha, você é família, empatia, dedicação e amor. Obrigada por ter me deixado fazer parte da sua vida.

Milena, palavras jamais serão o suficiente para conseguir expressar toda a minha gratidão, respeito e admiração. Sem você, definitivamente, não seria quem sou hoje. A vida ao seu lado é bem mais leve. Obrigada por sempre ter sido meu ponto de luz no fim do túnel e me mostrar que tudo o que eu acho que é o fim do mundo, na verdade não é.

RESUMO

O milho (*Zea mays*) destaca-se mundialmente por sua produtividade, composição química e valor nutritivo, sendo alternativa viável para a agricultura. O melhoramento genético por seleção recorrente é uma estratégia crucial para aumentar a produtividade, a segurança alimentar e a sustentabilidade. Deste modo, o objetivo do trabalho foi verificar o ganho realizado comparado ao ganho estimado, avaliando o primeiro ciclo de seleção obtido com intensidades de seleção de 20% (Ciclo 1-20) e 3% (Ciclo 1-3) no Composto Flintisa. A seleção foi praticada em baixo nível tecnológico e a avaliação do primeiro ciclo ocorreu em sistemas de baixa tecnologia e convencional em Selvíria-MS. O experimento em baixa tecnologia foi conduzido sem utilização de adubos sintéticos tradicionais, com o controle de plantas invasoras de forma mecânica e controle de lagartas com liberação de *Trichogramma*. Na área convencional foram realizadas adubações de semeadura e de cobertura, além do controle de ervas por dessecação e herbicidas pós emergentes. O controle de pragas, foi realizado com duas aplicações de inseticidas. Os experimentos foram conduzidos em blocos ao acaso, com quatro repetições, contendo o Composto Flintisa original (Ciclo 0), Ciclo 1-20, Ciclo 1-3 e quatro testemunhas comerciais. Foram avaliados os caracteres porcentagem de plantas em pé (PP), prolificidade (PRO), porcentagem de espigas gessadas (EG) e rendimento de grãos (RG). A comparação entre os ciclos indicou que a seleção recorrente foi altamente eficaz, superando os valores estimados, especialmente na avaliação em sistema de baixa tecnologia. O Ciclo 1-3, na condição de baixa tecnologia, gerou uma população com desempenho 71% (RG) e 60% (PP) superior à população original. No Ciclo 1-20 os ganhos observados foram 44% (RG) e 17% (PP). Esses valores superaram fortemente os valores previstos em condições de baixa tecnologia, que foram de 5,7% (intensidade de 20%) e 9,2% (intensidade de 3%) para RG. Para PP os ganhos estimados anteriormente foram de 2,4% e 3,9% nas respectivas intensidades de seleção. No sistema convencional os ganhos observados foram menores, mas ainda muito superiores aos ganhos previstos. O Ciclo 1-3 foi equivalente às melhores testemunhas para RG, indicando potencial para uso comercial em sistemas de baixa tecnologia.

Palavras-chave: *Zea mays*, ganho com seleção, variedade, milho rústico.

ABSTRACT

Corn (*Zea mays*) stands out worldwide for its productivity, chemical composition, and nutritional value, making it a viable alternative for agriculture. Genetic improvement through recurrent selection is a crucial strategy to increase productivity, food security and sustainability. Thus, the aim of this work was to verify the realized gain compared to the estimated gain, evaluating the first selection cycle, obtained with selection intensities of 20% (Cycle 1-20) and 3% (Cycle 1-3) in the Flintisa Composite. The selection was carried out at a low technological level and the evaluation of the first cycle took place in low-technology and conventional systems, in Selvíria–MS. The low-technology experiment was conducted without the use of traditional synthetic fertilizers, with weed control performed mechanically and caterpillar control by *Trichogramma* release. In the conventional area, sowing and covering fertilizations were carried out, in addition to weed control by desiccation and post-emergent herbicides. Pest control was carried out with two insecticide applications. The experiments were conducted in randomized blocks, with four replications, containing the original Flintisa Composite (Cycle 0), Cycle 1-20, Cycle 1-3 and four commercial checks. The traits percentage of standing plants (SP), prolificacy (PRO), percentage of plastered ears (PE) and grain yield (GY) were evaluated. The comparison between the cycles indicated that the recurrent selection was highly effective, exceeding the estimated values, especially in the evaluation in a low-technology system. Cycle 1-3, in the low technology condition, generated a population with a performance 71% (GY) and 60% (SP) better than the original population. In Cycle 1-20 the gains observed were 44% (GY) and 17% (SP). These values strongly exceeded the predicted values under low-tech conditions, which were 5.7% (20% intensity) and 9.2% (3% intensity) for GY. For SP, the previously estimated gains were 2.4% and 3.9% in the respective selection intensities. In the conventional system, the observed gains were smaller, but still much higher than the expected gains. Cycle 1-3 was equivalent to the best controls for RG, indicating potential for commercial use in low-technology systems.

Keywords: *Zea mays*, selection gain, variety, rustic corn.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	- Etapas da seleção recorrente.....	20
Figura 2	- Dados de chuva para os meses de novembro/2022, dezembro/2022, janeiro/2023 e fevereiro/2023.....	23

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	- Dados apresentados pela análise química do solo da área experimental. Experimento na área orgânica.....	24
Tabela 2	- Dados apresentados pela análise química do solo da área experimental. Experimento na área de cultivo convencional.....	24
Tabela 3	- Esquema das análises de variância conjunta e individual para avaliação de oito variedades em dois ambientes (Experimentos).....	27
Tabela 4	- Médias e quadrados médios da análise de variância conjunta da avaliação de um ciclo de seleção e testemunhas em condições de baixa tecnologia e convencional, para os caracteres porcentagem de plantas em pé (PP), prolificidade (PRO), espigas gessadas (EG) e rendimento de grãos (RG).....	30
Tabela 5	- Quadrados médios das análises de variância da avaliação de um ciclo de seleção e testemunhas em dois níveis de tecnologia para os caracteres porcentagem de plantas em pé (PP), prolificidade (PRO), porcentagem de espigas gessadas (EG) e rendimento de grãos (RG em kg ha ⁻¹)	32
Tabela 6	- Ganho com um ciclo de seleção (quatro versões) e porcentagem referente à melhor testemunha para quatro caracteres, em avaliação no sistema de baixa tecnologia.....	34
Tabela 7	- Ganho com ciclo de seleção (quatro versões) e porcentagem referente à melhor testemunha para quatro caracteres, em avaliação no sistema de alta tecnologia.....	35

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1 CULTURA DO MILHO	15
2.2 AGRICULTURA ORGÂNICA.....	16
2.3 MELHORAMENTO GENÉTICO	19
2.3.1 SELEÇÃO RECORRENTE.....	21
3 MATERIAL E MÉTODOS	25
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
5 CONCLUSÕES	39
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	40

1 INTRODUÇÃO

Sendo uma das culturas de maior relevância mundial, o milho (*Zea mays*) se destaca por sua produtividade, composição química e valor nutritivo, contribuindo para se tornar uma alternativa viável para agricultura, especialmente aos pequenos produtores, pois possui grande retorno quando se fala na relação capital por área, na condição de consumo “in natura” (Grigulo et al., 2011), como também, pela sua vasta gama de manejo, cultivo e uso (Paterniani, 1995). Ademais, faz parte do grupo de cereais mais cultivados mundialmente, sendo essencial na alimentação humana e animal (Catão et al., 2013), bebidas e cosméticos, produção de xarope, etanol e indústria (Conab, 2022; Paes, 2006).

No caso do Brasil, a safra de 22/23 contou com uma área de cultivo da cultura do milho de 22.267,4 mil ha, representando um aumento de 3,2% se comparado com a safra anterior. A produção alcançou 131.865,9 mil toneladas (+16,6%), com exportação de 50.000 mil toneladas. (Conab, 2023). Para safra de 23/24, as estimativas, são de uma redução de 5,6% na área cultivada e produtividade e de 10,9% na produção, comparado a safra de 22/23, as estimativas foram influenciadas devido as condições climáticas desfavoráveis no país.

Um dos maiores impasses da agricultura contemporânea é o desenvolvimento de plantas mais eficientes e produtivas, que combinem maior tolerância aos diversos tipos de estresses bióticos e abióticos, com a capacidade de produzir alimentos em quantidade e qualidade nutricional adequados, associando-se com a agricultura mais sustentável. Cada vez mais se exige que o conjunto de técnicas agrícolas visando a elevação da produtividade, não esgote a fertilidade do solo e protejam da melhor maneira possível o ambiente. Deste modo, estudos voltados para a área da agricultura têm evidenciado maneiras de continuar ampliando a produtividade e reduzir danos ao ambiente.

Um dos maiores interesses da modernidade é a produção de forma mais sustentável dos alimentos, mediante a expansão da população mundial, mudanças climáticas e a carência de preservação dos recursos naturais. Nesse sentido temos o melhoramento genético, como uma ferramenta bastante útil para seleção de plantas superiores com maior produtividade, uniformidade,

resistência às doenças e pragas, e desenvolvimento vegetativo (Machado, 2014), deste modo, proporcionando com o tempo, maior segurança alimentar, aumento da produção e maior sustentabilidade (Inyang et al., 2021; Brito L.F., 2021).

No sentido da sustentabilidade, o cultivo orgânico de milho proporcionou um impulso nos preços em decorrência da procura por meio dos consumidores pelos produtos orgânicos, sem resíduos de defensivos químicos, reduzindo os danos ambientais, visto que a agricultura agroecológica tem ganhado seu espaço no mundo. Sabendo-se que a produtividade de grãos é fortemente influenciada pelo ambiente, se faz necessário a seleção de população para o ambiente orgânico, onde a interação genótipo x ambiente possa ser explorada. Embora hoje existem inúmeros insumos permitidos para a agricultura orgânica, tornando-a cada vez mais tecnificada, entende-se que a seleção em condições rústicas consiga cultivares mais adaptadas a esse sistema, em relação à maioria das cultivares disponíveis que foram desenvolvidas em condições ambientais corrigidas com insumos sintéticos.

Englobando todas as técnicas, métodos e estratégias, o melhoramento genético de plantas busca atingir progressos e incorporá-lo a uma espécie vegetal (Borém, 1997). Na modernidade essa ciência é correlacionada ao uso gradativo de tecnologias avançadas habitualmente desempenhadas por grandes empresas, tornando o mercado dependente destas tecnologias, como por exemplo engenharia genética e edição gênica (Fernandez, A.S., 2021; Lapegna e Perelmuter, 2020; Skill et al., 2022).

Dentro do melhoramento de populações a seleção recorrente é um dos principais métodos, onde são executados sucessivos ciclos de obtenção, avaliação, seleção e recombinação, com o objetivo de aumento da média da população, sem influenciar negativamente na variabilidade genética (Ramalho, 1996; Geraldi, 2005). Sendo assim, o melhoramento de populações pode ser empregado diretamente para obtenção de variedades ou populações melhores para extração de linhagens, com finalidade da obtenção de híbridos, adequando-se em culturas como mamona, milho e milho pipoca. (Hallauer; Carena; Miranda Filho, 2010; Guimarães et al., 2019; Paterniani, et al., 2015; Almeida; Santos; Fluminhan Júnior, 2015).

A cultura do milho permite o uso de variedades de polinização aberta (VAP), onde usualmente se gera linhagens para realizar a geração de híbridos, onde podem ser híbridos simples, simples modificados, duplos ou triplos. Os agricultores comumente denominam as VAP's de cultivar local ou tradicional de "sementes crioulas". Estas são menos produtivas que as cultivares comerciais, mas garantem um processo evolutivo, possuindo uma alta taxa de variabilidade genética, sendo uma das fontes de genes quando se procura por tolerância e resistência às doenças, fatores climáticos adversos e pragas (Araújo; Nass, 2002; Morris et al., 2003; Sangoi et al., 2006).

O presente trabalho possuiu como objetivo foi verificar se o ganho estimado em condições de baixa tecnologia será confirmado no ganho realizado com um ciclo de seleção no Composto Flintisa, tanto em sistema de baixa tecnologia como convencional.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 CULTURA DO MILHO

Considerado um dos cereais de maior importância econômica e cultural, o milho (*Zea mays*) se faz presente desde a agricultura familiar até os maiores produtores e processos industriais, possuindo a maior produção mundial e a segunda maior área de cultivo, perdendo apenas para a cultura do trigo (*Triticum aestivum* L.) (Fao, 2021). Seu cultivo comercial pode ser encontrado desde a latitude 58° N até 40° S, do nível do mar até 3.800m de altitude (Paterniani, 1995), em um total de cinco dos seis continentes. Ainda possui uma grande gama de cultivo, sendo instalado em diversos ambientes e suas utilidades são inúmeras, chegando a mais de 3.500 maneiras de uso direto ou indireto (Môro; Fritsch-Neto, 2015), onde se destaca primordialmente a alimentação animal e humana, utilização do amido, produção de biocombustível e óleo. Os quatro maiores consumidores mundiais são Estados Unidos, China, União Europeia e o Brasil, que juntos somam 65% do consumo total. Na safra 2023/2024 a produção do cereal chegou a 1.230,2 milhões de tonelada, onde 389,7 milhões foram produzidos nos Estados Unidos, 288,8 milhões na China e 124,0 no Brasil (Fiesp, 2024).

No Brasil, houve perdas de até 8,5% (20.382,2 mil ha) de área cultivada e de 15,9% (110.963,7 mil t) na produção, quando comparado a safra anterior (22/23). Regiões como Sul, Sudeste e Nordeste mostram sua relevância na primeira safra, onde é semeado de setembro a dezembro e onde se nota os maiores rendimentos. Entretanto, representa cerca de 21% da produção total. A segunda safra possui um destaque maior, sendo semeada no período de janeiro a abril, representando cerca de 77% da produção total. Nesse sistema podemos destacar a região Centro Oeste como a maior em relação de área semeada e produção (Conab, 2024). Por fim, na terceira safra, que ocorre entre abril e junho, sendo semeada em alguns estados da região Nordeste e Norte, embora não seja muito expressiva, representando cerca de 1,79% da produção total. Nota-se uma redução de produção de 17,9% quando comparado ao mesmo período na safra 22/23 (Conab, 2024).

A espécie não é nativa do Brasil, originando-se no México e na Guatemala. Estudos indicam que uma das mais antigas espigas de milho foi localizada no vale do Tehucan, onde atualmente está localizado o México, 7.000 a.C. O Teosinte, considerado como ancestral do milho, é uma gramínea com diversas espigas sem sabugo, que pode cruzar com a cultura do milho e assim, produzir descendentes férteis.

Melhoristas indicam que o Teosinte deu origem a cultura do milho por meio de mutações e seleções artificiais, e o mesmo ainda pode ser encontrado na América Central (Cib, 2006). Terra *et al.* (2011) avaliaram a variabilidade genética dentro e entre algumas populações de milho e Teosinte, sendo elas: duas de milho doce (BR400 e BR402), uma de teosinte e duas de milho comum (Suwan e Pampa). Os resultados apontaram que cerca de 64,5 % da variação ocorreu dentro das populações, demonstrando uma possível obtenção de progresso genético com seleção dentro das populações, como também, pela distância genética estimada constataram a semelhança entre o teosinte e o milho.

Existem três teorias na literatura para explicar a origem do milho. A primeira, denominada de evolução divergente de Weatherwax (1935) e Randolph (1955), expõe que uma planta selvagem deu origem ao milho e ao teosinte do gênero *Tripsacum*, a partir de uma evolução divergente (Goodman, 1987; Fornasieri Filho, 2007). A segunda teoria indica que as várias formas do milho sugere uma evolução independente a partir de diversas espécies ancestrais (Goodman, 1985). Por fim, a terceira teoria, e a mais aceita, define que o milho teve origem exclusivamente do teosinte pela seleção artificial homem (Goodman, 1987; Fornasieri Filho, 2007).

A terceira teoria se baseia na definição em que são responsáveis pelas principais diferenças relacionadas com a morfologia do teosinte e do milho, cinco genes, sendo evidenciada por indicativos moleculares que sugerem a ligação entre os locos. (Szabó; Burr, 1996).

2.2 AGRICULTURA ORGÂNICA

A FAO é uma das agências que promove o desenvolvimento da agricultura orgânica, preocupada em produzir alimentos que atendam às necessidades nutricionais da população e ao mesmo tempo protejam os recursos naturais.

Além disso, é uma importante ferramenta para atingir o objetivo 2 das ODS (Objetivos de Desenvolvimento Sustentável) propostos pelas Nações Unidas (ONU), que visa erradicar a fome e promover a agricultura sustentável (Landau; Campanha; Matrangolo, 2021). Deste modo, o milho é recomendado neste cenário de condições mais rústicas e de baixa tecnologia em decorrência da sua fácil adaptabilidade e versatilidade.

Na atualidade, ocorre uma grande demanda do mercado por alimentos de origem vegetal ou animal, oriundos de sistemas orgânicos, em decorrência da preocupação do mercado consumidor com o ambiente de produção, segurança alimentar e responsabilidade social (Dematê Filho; Mendes; Kodowara, 2005). Em decorrência disso, os sistemas orgânicos de produção vêm ganhando cada vez mais força e cada vez mais o consumidor procura por produtos “quimicamente limpos” (Figueiredo; Soares, 2012).

De acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, define-se por alimentos orgânicos aqueles produtos de origem vegetal ou animal que são livres de agrotóxicos ou de quaisquer outros tipos de produtos químicos, pois são trocados pelas práticas agrícolas que promovem o equilíbrio ecológico dentro dos sistemas agrícolas (Mapa, 2007), beneficiando não somente as questões ambientais, mas também, social e econômica.

O consumo de alimentos orgânicos tem aumentado nos últimos tempos e, atrelado a isso, vem sendo uma alternativa na agricultura para a conservação da fertilidade do solo, reduzindo os possíveis impactos ambientais. A agricultura orgânica é fundamentada em um uso reduzido de insumos e utilização de práticas que promovem a restauração harmônica biológica. Deste modo, é um sistema ecológico que favorece o crescimento da biodiversidade, atividade biológica do solo e os ciclos biológicos. Somente a utilização de compostos orgânicos são permitidos, sendo que os defensivos químicos sintéticos e adubos minerais solúveis são banidos (Favarato *et al.*, 2013; Gold, 2007; Vincentcaboud *et al.*, 2017).

A alta procura por alimentos mais sustentáveis promoveu alternativas de produção e comercialização de orgânicos para grandes culturas como soja e milho, provocando uma nova metodologia de produção (Demitri; Oberholtzer, 2005; Fontanetti *et al.*, 2006).

O cultivo de orgânicos fornece algumas vantagens, tais como estímulo da matéria orgânica e biodiversidade do solo. Porém, sem a utilização de herbicidas para controlar plantas daninhas, se faz o uso de manejos intensivos, podendo ocasionar em uma redução da atividade biológica, degradação do solo, aumento de erosões, destruição da estrutura do solo e perda de matéria orgânica, por meio do tráfego do maquinário e implementos agrícolas no cultivo (Gadermaier et al., 2012; Peigné et al., 2015).

No cultivo do milho, normalmente é utilizado um consolidado manejo das plantas daninhas. Entretanto, essas práticas exigem uma elevada energia e trabalho, provocando um aumento na compactação e erosão do solo. É um cultivo bastante desafiador quando falado na implementação do cultivo orgânico pois o uso de fertilizantes e herbicidas são proibidos (Batey, 2009; Posner et al., 2008).

Autores como Mazzoleni e Nogueira (2006) apontam que o Brasil possui um elevado potencial para o cultivo de orgânicos, especialmente na região de Curitiba, no Paraná. Porém, apontam a necessidade de investir na capacitação dos agricultores em relação aos meios de produção e de certificação. Também, indicam a necessidade da criação de políticas públicas para que a rotina dos agricultores mude o mínimo possível, buscando estimular o apoio à agricultura orgânica, já que os métodos vigentes apresentam moderada complexidade, fazendo com que desestimule os agricultores.

Alguns desejos do melhoramento não diferem quando comparado ao cultivo convencional ou orgânico, como por exemplo o rendimento, qualidade, resistência aos estresses abióticos ou bióticos. Porém, se faz necessário que essas características sejam voltadas para o sistema orgânico, como por exemplo, presença de plantas daninhas, proibição de uso de defensivos químicos sintéticos e adubos solúveis (Wolfe *et al.*, 2008). No cultivo orgânico, a estratégia do programa de melhoramento deve ser voltada para o desenvolvimento de cultivares que sejam adaptadas em diferentes ambientes, pois a condição do ambiente é bastante variável e diversificada (Dawson; Murphy, 2008).

Estimativas apontam que cerca de 95% da agricultura orgânica foi fundamentada em cultivares criadas dentro de um sistema convencional. Porém,

alguns estudos comprovam que essas cultivares acabam sofrendo com a ausência de características necessárias para as condições de cultivo e produção de orgânicos (Van Bueren *et al.*, 2003). Acredita-se que cultivares obtidas com seleção em condições rústicas, mesmo sem os insumos permitidos na agricultura orgânica, sejam mais adaptadas ao sistema.

2.3 MELHORAMENTO GENÉTICO

Dentro de um programa de melhoramento genético é essencial a escolha de populações que possuam variabilidade genética a fim de permitir a seleção de indivíduos superiores, pois o sucesso do melhoramento depende da mesma. A base genética necessita ser vasta para que ela consiga sustentar toda a pressão de seleção sucessiva e fornecer o ganho genético nos avanços de gerações (Souza *et al.*, 2010; Moura *et al.*, 2019; Oliveira *et al.*, 2019).

O desenvolvimento das cultivares que irão possuir características favoráveis, como um maior rendimento, maior valor nutricional e resistência a pragas e doenças, se baseia nos principais métodos de seleção de alelos que são favoráveis às ocorrências naturais ou de formas artificiais. Entretanto, tais métodos têm algumas limitações, como por exemplo, a seleção fenotípica sem ter a compreensão de bases moleculares e fisiológicas que estão envolvidas (Purugganan; Fuller, 2009).

No melhoramento clássico, pela recombinação da variação pré-existente entre o cruzamento de plantas de espécies compatíveis ou de mesma espécie, ocorre a diversidade genética. A recombinação de genes parentais ocorre de forma aleatória, sendo necessário muitos cruzamentos para que se tenha o incremento de alelos favoráveis e manutenção da variabilidade genética ao longo dos ciclos de seleção (Gepts, 2002).

Dentro de um programa de melhoramento genético, a principal busca por resultados se dá pela obtenção de uma população melhorada ou por uma geração F_1 que possua vigor híbrido. O melhoramento genético é fundamentado em ser um processo ativo, constante e progressivo de uma série de seleções e recombinações de plantas superiores, com o objetivo principal em ter um ganho de frequência de alelos favoráveis na população em que se está melhorando.

É imprescindível a variabilidade genética no programa de melhoramento, pois ela possibilita a obtenção de cultivares gradativamente mais adaptadas a condição de cultivo e ao ambiente. A cultura do milho dispõe de uma variabilidade genética elevada e de caracteres com tendência a possuir correlações desejáveis, tais como o rendimento de grãos com sua prolificidade, ajudando na escolha de genótipos favoráveis e a recombinação das características para obter as variedades comerciais (Russell, 1978, Faluba *et al.*, 2010).

O conhecimento na área das correlações genéticas dentre os caracteres é de suma importância no programa de melhoramento genético, porque aprova o conhecimento da influência que a seleção em um caractere terá no outro ou em diversos caracteres, aparentemente independentes (Vencovsky; Barriga, 1992). No milho são considerados componentes primários, massa de grãos, número de grãos/espiga e o número de espigas/planta (prolificidade). Os componentes secundários são aqueles relacionados ao desenvolvimento da planta, como altura de espiga, dias para florescimento masculino/feminino, altura da planta, número de ramificações e comprimento do pendão, que possuem a vantagem de poder ser mensurados antes da colheita (Câmara *et al.*, 2007).

Componentes de variância genética pertinentes para o conhecimento da variância aditiva, herdabilidade e progressos com seleção, auxiliam o melhorista no reconhecimento da população base e a continuação do programa que está em andamento, pois tais parâmetros mensuram o controle genético de um caractere e o potencial da população para a seleção (Borém; Miranda, 2013). Além disso, estimar a herdabilidade de uma população permite prever o possível sucesso da seleção, pois representa a proporção da variação fenotípica que pode ser herdada, como também, a variabilidade testemunhada em decorrência dos efeitos aditivos presente nos genes. Na cultura do milho, a herdabilidade varia entre os caracteres que estão sendo avaliados, visto que o parâmetro é específico, podendo alterar de acordo com a variabilidade e condições ambientais. Autores indicam que a herdabilidade entre médias de progênies de meios irmãos para prolificidade pode variar de 43,52% a 64,29% (Alves *et al.*, 2002; Carvalho *et al.*, 2003; Araújo *et al.*, 2005; Candido, 2005; Candido *et al.*, 2011).

2.3.1 SELEÇÃO RECORRENTE

A seleção recorrente é considerada um dos principais métodos para realização do melhoramento de populações. Suas principais funcionalidades estão relacionadas ao melhoramento de variedades de polinização aberta e no melhoramento das fontes de germoplasma, tais como no ganho da capacidade de combinação entre as populações, adaptabilidade de germoplasma exótico, reciclagem de linhagens e a recuperação de linhagens originais após a transgenia (Hallauer, 1992; Hallauer; Carena, 2012; Hallauer; Carena; Miranda Filho, 2010; Mikel, 2006).

Esse método constitui-se em ciclos que conectam o aumento da frequência dos alelos favoráveis com a manutenção da variabilidade genética (Souza Júnior, 2001), sendo a manutenção que garante que a seleção recorrente consiga ser utilizada regularmente em uma mesma população (Souza Júnior, 2018). Normalmente se usa progênies para compor os ciclos de seleção recorrente. É denominado progênie a junção dos descendentes advindos de um cruzamento específico, que pode ser classificado como progênies de meios irmãos, irmãos germanos e progênies parcialmente endogâmicas S_1 e S_2 .

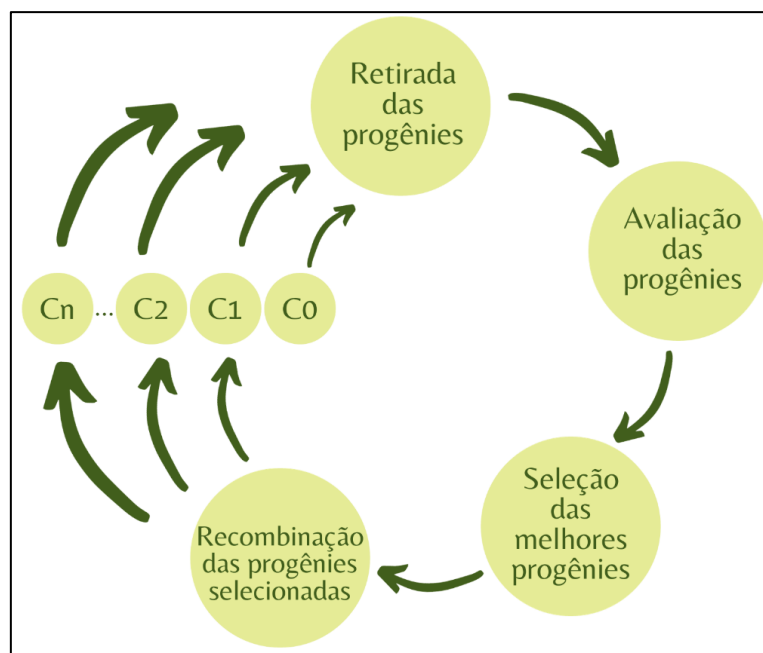
No momento de seleção do tipo de progênie é importante ponderar a magnitude de ganho com seleção, mão de obra e o tempo (Weyhrich *et al.*, 1998). As progênies endogâmicas facilitam altos ganhos de seleção em decorrência de conseguir acessar uma maior parte da variância aditiva. Entretanto, tem maior exigência de mão de obra e tempo para execução (Cruz, 2005). Por outro lado, as progênies de meio irmãos são obtidas com maior facilidade, mas possuem menor parte de variância aditiva que se tem na população.

A seleção recorrente é fundamentada por quatro fases, sendo eles, a obtenção das progênies, a avaliação em ensaios experimentais, a seleção e a recombinação das progênies selecionadas (Figura 1). Na avaliação das progênies consegue-se estimar os parâmetros genéticos daquela população, sendo uma informação importante para a tomada de decisão sobre qual tipo de progênie será utilizado no ciclo seguinte e a intensidade de seleção. A recombinação consiste no intercruzamento das progênies que foram

selecionadas, com a finalidade de reestabelecer o equilíbrio de Hardy-Weinberg, garantindo a estabilidade da população e permitindo a sucessão das características principais que não foram influenciadas pela seleção (Borém; Miranda, 2013; Souza Júnior., 2018). Após a recombinação é obtido o primeiro ciclo de seleção em que se espera melhoria no caractere selecionado. Então um novo ciclo é iniciado, com novas progênes sendo retiradas do primeiro ciclo, obtendo-se os ciclos 2, 3, 4, etc.

Para a cultura do milho, grande parte das avaliações se dão pelos caracteres quantitativos. Deste modo, a seleção recorrente ganha destaque dentro de um programa de melhoramento de populações, podendo ser denominada como seleção sistemática de indivíduos favoráveis de uma população, continuada pelo processo de recombinação dos indivíduos que foram selecionados (Fehr, 1987; Bessalok, Guerra; Oliveira, 2013). Ainda pode ser classificada quanto a seleção intrapopulacional, com a finalidade de ganho de média fenotípica dentro de uma mesma população e a seleção interpopulacional, onde se tem o melhoramento em duas ou mais populações com intenção de ganho na média do cruzamento entre elas, como também, a seleção de progênes com alto potencial em cruzamento.

Figura 1: Etapas da seleção recorrente.



Fonte: Elaborado por Maestá (2023)

Souza Junior (2001) exemplifica que a seleção recorrente interpopulacional evidenciada nas etapas iniciais dentro de um programa de melhoramento, tanto para introduzir germoplasmas exóticos ou para realizar adaptação de populações, devido a seleção fenotípica individual é realizada de forma corriqueira nos caracteres que contenham elevados índices do coeficiente de herdabilidade no sentido restrito, isto é, aqueles que são determinados por meio da ação gênica aditiva.

Na seleção fenotípica normalmente se tem o processo de polinização aberta das espigas, ocorrendo seleção somente por parte materna. As plantas que forem selecionadas são colhidas e destas são semeadas novas populações. Esse método é um dos mais antigos dentro do melhoramento genético do milho. A maior desvantagem da seleção fenotípica é a realização da seleção fundamentada apenas no fenótipo, pois em decorrência disso, o ambiente exerce forte influência. A seleção recorrente fenotípica é realizada em caracteres que possuem alta herdabilidade ou em populações com pouco efeito do melhoramento (Borém *et al.*, 2013).

Diversamente da seleção recorrente fenotípica, a seleção recorrente com utilização de progênies é fundamentada na estruturação de populações em progênies. Este método é considerado mais eficiente pois as avaliações experimentais são realizadas com mais repetições, obtendo uma menor expressão do efeito ambiental na média dessas progênies, ocasionando em maiores ganhos genéticos (Hallauer *et al.*, 2010). São realizados experimentos com repetições justamente com a finalidade de maior precisão nos dados experimentais e para estimar os parâmetros genéticos dentro da população. Na seleção deve ser determinado a quantidade de progênies que será utilizada na origem de um próximo ciclo, como também deve ser definida a intensidade de seleção, para que se consiga manter a variabilidade no ciclo sucessor (Hallauer *et al.*, 2010).

No caso de progênies S_1 , a escolha do número adequado de progênies para o próximo ciclo é de extrema importância, visto que tais progênies irão fornecer as informações sobre o material a ser analisado. Uma amostragem pequena pode acarretar problemas por não alcançar uma representatividade adequada, podendo até perder alelos favoráveis ou fixar alelos desfavoráveis

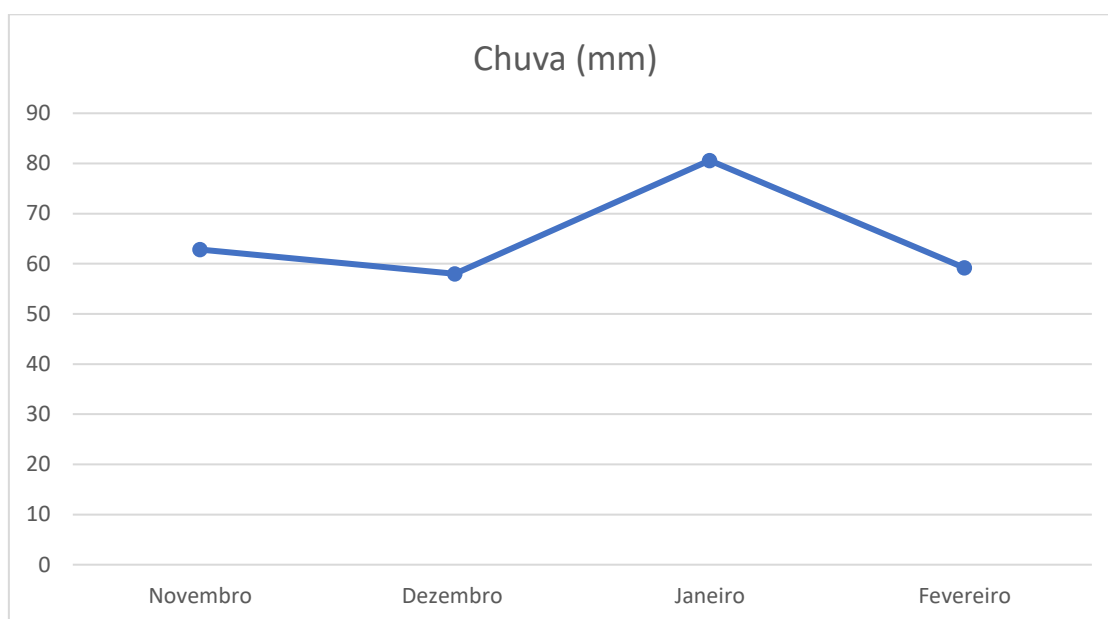
(Falconer, 1989). Entretanto, amostragens grandes podem causar problemas experimentais e geração de custos sem necessidade.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE), da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (FEIS/UNESP), que fica localizada em Selvíria-MS, com as coordenadas de latitude 20°21'00", longitude 51°24'24" e altitude de 367 metros (área de baixa tecnologia) e 350 metros (área convencional). O clima é Aw, segundo o sistema Koppen, com precipitação média anual em torno de 1.370mm. Os dados de temperatura média anual são de 23,5°C e a umidade relativa do ar entre 60% e 80%. Os dados de precipitação encontram-se na Figura 2.

O solo da área experimental é classificado como LATOSSOLO VERMELHO ESCURO Distrófico típico, textura argilosa, segundo a Embrapa (2013), foram realizadas análises químicas do solo na área de baixa tecnologia (Tabela 1) e na área convencional (Tabela 2).

Figura 2. Dados de chuva para os meses de novembro/2022, dezembro/2022, janeiro/2023 e fevereiro/2023.



Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 1. Dados apresentados pela análise química do solo da área em foi conduzido o experimento em condições de baixa tecnologia.

P-resina	MO	pH	K	Ca	Mg	H+Al	Al	SB	S-SO4
Fósforo mg/dm ³	Mat. Org. g/dm ³	pH CaCl ₂	Potássio mmol/dm ³	Cálcio mmol/dm ³	Magnésio mmol/dm ³	Ac. Potencial mmol/dm ³	Alumínio mmol/dm ³	Soma Bases mmol/dm ³	Enxofre mg/dm ³
56	24	5,2	6,6	24	16	25	0	46,6	7

CTC	V	Ca/CTC	Mg/CTC	m	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Cap. Troca Cat. Mmol/dm ³	Sat. Bases %	Ca na CTC %	Mg na CTC %	Sat. Alumínio %	Boro mg/dm ³	Cobre mg/dm ³	Ferro mg/dm ³	Manganês mg/dm ³	Zinco mg/dm ³
71,6	65	34	22	0	0,24	17,6	2	21,5	2,9

■ Alto
 ■ Médio
 ■ Baixo

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 2. Dados apresentados pela análise química do solo da área em foi conduzido o experimento em sistema convencional.

P-resina	MO	pH	K	Ca	Mg	H+Al	Al	SB	S-SO4
Fósforo mg/dm ³	Mat. Org. g/dm ³	pH CaCl ₂	Potássio mmol/dm ³	Cálcio mmol/dm ³	Magnésio mmol/dm ³	Ac. Potencial mmol/dm ³	Alumínio mmol/dm ³	Soma Bases mmol/dm ³	Enxofre mg/dm ³
35	27	4,8	4,8	18	15	42	1	37,8	5

CTC	V	Ca/CTC	Mg/CTC	m	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Cap. Troca Cat. Mmol/dm ³	Sat. Bases %	Ca na CTC %	Mg na CTC %	Sat. Alumínio %	Boro mg/dm ³	Cobre mg/dm ³	Ferro mg/dm ³	Manganês mg/dm ³	Zinco mg/dm ³
79,8	47	23	19	3	0,29	6,8	37	36,2	1,3

■ Alto
 ■ Médio
 ■ Baixo

Fonte: Elaborado pela autora.

O trabalho consistiu em uma continuação de um programa de seleção recorrente no Composto Flintisa para condições de baixa tecnologia, onde o material utilizado foi retirado do composto Flintisa original, obtido pela recombinação das populações ESALQ-VF1, Suwan e Cateto Colômbia (Andrade, 2019). Posteriormente esse material foi submetido a mais cinco ciclos de seleção para prolificidade, seguindo o método proposto por Paterniani (1978), com uma adaptação utilizando a polinização manual ao invés da polinização natural na recombinação das plantas prolíficas que foram selecionadas. A população resultante do quinto ciclo de seleção para prolificidade foi o material utilizado no estudo de Ribeiro (2022), no qual foram avaliadas 200 progênies de meios irmãos retiradas do ciclo original.

Após as avaliações foram selecionadas do ciclo original, as 40 melhores progênies com base no rendimento de grãos (intensidade de seleção de 20%) e recombinadas em um novo esquema de seleção recorrente, com o foco em rendimento de grãos, para isso, foi semeado um lote em que cada progênie foi semeada em uma linha de 6 m que foi despendoada no momento da polinização (linhas femininas). A cada duas linhas femininas foram semeadas linhas masculinas compostas pela mistura de igual quantidade de sementes das progênies selecionadas (método Irlandês com seleção nos dois sexos). Ao final, foram colhidas, separadamente, as linhas femininas e masculinas das quais foram formadas as seguintes amostras que formaram quatro versões do primeiro ciclo de seleção:

- a) Ciclo 1–20 – Constituído por quantidade igual de sementes de cada uma das 40 progênies selecionadas (intensidade de 20% de seleção);
- b) Ciclo 1-3 - Constituído por quantidade igual de sementes de cada uma das seis melhores progênies selecionadas (intensidade de 3% de seleção);
- c) Ciclo 1-ME - Constituído por quantidade igual de sementes de cada uma das seis progênies que melhor emergiram no lote de recombinação, já que foi notório a diferença na emergência entre as progênies;
- d) Ciclo 1-MA – Constituído pela mistura das sementes das linhas masculinas do lote de recombinação.

As quatro versões do primeiro ciclo de seleção pare rendimento de grãos,

juntamente com o Composto Flintisa Original foram multiplicadas por polinização manual (SIB), no primeiro semestre/2022. A semeadura ocorreu com duas linhas de 6m, com 60 plantas cada uma, de cada material para polinização manual, inter cruzando pelo menos 30 plantas em cada material.

O experimento de avaliação foi conduzido em condições de baixa tecnologia e convencional. A área de baixa tecnologia foi ocupada, anteriormente, por feijão no sistema orgânico, que vem sendo local onde está sendo conduzido o programa de melhoramento de milho em sistema de baixa tecnologia. O solo foi preparado com uma aração e duas gradagens e não foram utilizados adubos sintéticos tradicionais, o controle de plantas invasoras foi realizado de forma mecânica e o controle de lagartas com produto biológico, via liberação de *Trichogramma*. Na área convencional foi usada semeadura direta, sem aração e gradagens, e foram realizadas adubações de semeadura com 250 kg ha⁻¹ da fórmula 8-28-16 e de cobertura com 230 kg/ha de ureia, que foi incorporada quando as plantas estavam no estágio de seis folhas desenvolvidas. Para o controle de ervas, foi realizado uma dessecação com Glifosato na dose de 2,5 kg/ha e 2,4-D na dose de 550 ml/ha e aplicação de Tembotrione (100g/ha) mais atrazina (2 L/ha) em pós emergência da cultura e do mato. Para o controle de pragas, foram realizadas duas aplicações de Triflumuron 480 g/L (100ml/ha) mais Metomil 215 g/L (900ml/ha).

Os materiais que foram avaliados no presente trabalho foram: Ciclo 1–20, Ciclo 1–3, Ciclo 1–ME, Ciclo 1–MA, o Composto Flintisa Original e as variedades comerciais AL Piratininga, Robusto e AL Avaré, que são variedades de polinização aberta destinadas para agricultura de baixa tecnologia. Os oito materiais foram avaliados em um ensaio em blocos ao acaso, com quatro repetições, na primeira safra 2022/23. As parcelas experimentais foram constituídas por quatro linhas de 5,2 m espaçadas de 0,85 m, com cinco plantas por metro após desbaste no estágio de seis folhas desenvolvidas. As duas linhas centrais da parcela foram utilizadas para coleta de dados, mensurando-se os seguintes caracteres:

- a) Estande final (EF) - Número total de plantas, da área útil de cada parcela, no momento da colheita;

- b) Número de plantas em pé (PP) – Total de plantas da área útil da parcela formando ângulo menor que 20° com a vertical;
- c) Número de espigas por parcela (NE) – Total de espigas colhidas na área útil de cada parcela;
- d) Massa de grãos (MG) – Massa total dos grãos da área útil da parcela em kg;
- e) Umidade dos grãos – Obtido com medidor eletrônico, em porcentagem, em base úmida;
- f) Número de espigas gessadas (EG) - Total de espigas gessadas (mal granadas) entre as espigas colhidas na área útil da parcela.

Realizou-se a análise de variância considerando modelo fixo, conforme esquema (Tabela 3), para os caracteres porcentagem de plantas em pé ($\%PP=100 \times PP/EF$), prolificidade ($PRO=NE/EF$), porcentagem de espigas gessadas ($\%EG=100 \times EG/NE$) e rendimento de grãos (RG) corrigido para estande ideal de 52 plantas por parcela, 13% de umidade base úmida e convertido em $kg\ ha^{-1}$. Também foi aplicado o teste de Scott-Knott para agrupamento de médias. Todas as análises foram feitas utilizando o software Sisvar (2011).

Tabela 3. Esquema das análises de variância conjunta e individual para avaliação de oito variedades em dois ambientes (experimentos).

Fontes	de	GL	QM	F
<i>Conjunta</i>				
Blocos (E)		6	QMB(E)	QMB(E)/QMRRM
Experimentos (E)		1	QME	QME/QMB(E)
Tratamentos (T)		7	QMT	QMT/QMRRM
E x T		7	QME*T	QME*T/QMRRM
Resíduo médio		42	QMRRM	--
TOTAL		63		
<i>Individual</i>				
Blocos		3	QMB	QMB/QMR
Tratamentos (T)		7	QMT	QMT/QMR
Resíduo		21	QMR	--

TOTAL	31
-------	----

Fonte: Elaborado pela autora.

Além da comparação dos grupos determinados pelo teste de Scott Knott, os ganhos com seleção foram calculados em porcentagem pela fórmula $GS(\%) = [(Ciclo\ de\ seleção - Flintisa\ original) \times 100] / Flintisa\ original$, para comparativo do desempenho de cada versão do primeiro ciclo de seleção. Também foi calculada porcentagem de cada versão de seleção em relação à melhor testemunha comercial.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teste F da análise de variância conjunta foi significativo, tanto para experimentos quanto para tratamentos, para os caracteres plantas PP, EG e de RG. A PRO foi significativa apenas para experimentos. Quando analisado a interação entre os experimentos e os tratamentos, somente PP foi considerado significativo (Tabela 4). Os coeficientes de variação (CV) encontrados tem variações de alto (RG) para muito alto (PP, PRO e EG), conforme a interpretação de Pimentel-Gomes (1985). Os valores muito altos são explicados pela natureza dos caracteres e por influência de demais fatores, como condições de estresse, provocando a diminuição da média e conseqüentemente, aumento do coeficiente de variação, relata Souza Jr. *et al.* (1985), que encontrou um CV de 22,81% para rendimento em um experimento conduzido em situação de estresse hídrico. O aumento dos CVs ocorre pelo fato de o(s) fator(es) influentes no caractere não atuar(em) com a mesma intensidade em todas as parcelas.

Quanto às médias, as variedades comerciais AL Avaré e AL Piratininga apresentaram a maior porcentagem de plantas em pé. Entre as versões do primeiro ciclo de seleção, a maior média ocorreu para o Ciclo 1–20% a menor para o Ciclo 1–ME. Para EG, o Robusto ganha destaque por apresentar a maior média (44,64%) pois é uma variedade bastante sensível ao enfezamento, os demais tratamentos foram considerados estatisticamente iguais. Para o rendimento de grãos, principal caractere de interesse, pode-se dividir as cultivares em quatro grupos, com superioridade, respectivamente, para AL Piratininga, AL Avaré, Ciclo 1–3, Ciclo 1–20. Portanto os ciclos com intensidade de 20 e 3% de seleção foram estatisticamente equivalentes às melhores testemunhas. Tais médias não foram encontradas por Ematné (2011), pois não ocorreu significância para esse caractere, formando-se um único grupo de médias com diferença máxima de 0,44 t/ha entre os tratamentos. Contrariamente, Rangel *et al.* (2011) também comparou médias de RG em seu estudo em relação aos últimos três ciclos de seleção e comprovou que os índices de seleção gerou a predição de ganhos simultâneo para o caractere RG, alcançando ganhos preditos de 8,53% para rendimento de grãos.

Tabela 4. Médias e quadrados médios da análise de variância conjunta da avaliação de um ciclo de seleção e testemunhas em condições de baixa tecnologia e convencional, para os caracteres porcentagem de plantas em pé (PP), prolificidade (PRO), porcentagem de espigas gessadas (EG) e rendimento de grãos (RG em kg ha⁻¹).

Fontes de Variação	GL	PP	PRO	EG	RG
Blocos/E	6	253,21	0,06	202,60	317822,84
Experimentos (E)	1	13156,38**	3,79**	4324,54**	11720909,43**
Tratamentos (T)	7	849,15**	0,10	666,62**	7614229,28**
E*T	7	641,02*	0,05	198,38	600822,75
Erro	42	256,44	0,11	167,80	520384,89
CV (%)		36,49	30,88	57,49	18,90
Médias ¹					
Flintisa O		35,16 B	1,08 A	20,20 B	3065,32 C
Ciclo 1–20		42,68 B	1,19 A	15,94 B	4244,11 A
Ciclo 1–3		40,59 B	1,18 A	20,13 B	4320,94 A
Ciclo 1–MA		40,10 B	1,05 A	18,77 B	3649,23 B
Ciclo 1–ME		32,55 B	1,09 A	18,60 B	3702,41 B
Robusto		40,61 B	0,94 A	44,64 A	1914,72 D
AL Avaré		60,39 A	1,23 A	22,65 B	4769,68 A
AL Piratininga		59,01 A	1,01 A	19,33 B	4862,70 A
Geral		43,88	1,10	22,53	3816,14

*, ** - Significativo em nível de 5 e 1% pelo teste F; ¹ - Médias seguidas da mesma letra não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Fonte: Elaborado pela autora.

O caractere PP foi significativo para tratamentos no sistema de baixa tecnologia (Tabela 5). Para ambos os sistemas de produção o CV foi muito alto, podendo ser explicado em decorrência da natureza dos dados (Fritsche-Neto *et al.*, 2012). O alto CV para os caracteres pode ser explicado pelas baixas médias para plantas em pé, geradas por uma condição ambiental com ventos muito

fortes, atípico para a região, que influenciou nos demais valores. Como o principal fator causador de acamamento é o vento, que não atua com a mesma intensidade em todas as parcelas do experimento, quando ocorrem ventos fortes durante a condução dos experimentos, a influência nos CVs é mais acentuada.

As médias para a baixa tecnologia podem ser divididas em dois grupos, com destaque para AL Avaré e AL Piratininga. Todas as versões dos ciclos de seleção, a variedade Robusto e o ciclo original foram estatisticamente iguais. No sistema convencional não ocorreu diferença entre os tratamentos.

As melhores condições nutricionais do sistema convencional devem ter equiparado a qualidade de raízes e colmo de todos os tratamentos.

Tabela 5. Médias e quadrados médios das análises de variância da avaliação de um ciclo de seleção e testemunhas em sistema convencional (Conv.) e de baixa tecnologia, para os caracteres porcentagem de plantas em pé (PP), prolificidade (PRO) porcentagem de espigas gessadas (EG) e rendimento de grãos (RG em kg ha⁻¹).

Fonte de Variação	GL	PP		PRO		EG		RG	
		Conv.	Baixa	Conv.	Baixa	Conv.	Baixa	Conv.	Baixa
Blocos	3	329,42	177	0,04	0,07	162,14	243,05	373387,25	262258,43
Tratamentos	7	282,52	1207,65**	0,07	0,45	673,65**	191,34	3390915,48**	4824136,55**
Erro	21	360,84	152,04	0,16	1,37	99,54	236,05	434922,32	6058447,446
CV (%)		32,63	41,73	30,23	29,94	32,44	107,36	15,54	22,97
Flintisa Original		50,76 A	19,56 B	1,44 A	0,72 A	28,52 B	11,88 A	3668,50 B	2462,14 B
Ciclo 1 - 20		62,41 A	22,95 B	1,36 A	1,02 A	24,11 B	7,76 A	4937,27 A	3550,96 A
Ciclo 1 - 03		49,76 A	31,41 B	1,37 A	0,99 A	20,78 B	19,47 A	4423,04 A	4218,84 A
Ciclo 1 - MA		57,50 A	22,70 B	1,30 A	0,70 A	20,77 B	16,76 A	4493,80 A	2804,65 B
Ciclo 1 - ME		47,38 A	17,72 B	1,26 A	0,90 A	28,65 B	8,53 A	3828,72 B	3576,10 A
Robusto		70,78 A	10,43 B	1,23 A	0,65 A	61,04 A	28,24 A	2402,50 C	1426,93 C
AL - Avaré		60,75 A	60,02 A	1,58 A	0,88 A	33,19 B	12,11 A	5118,04 A	4421,32 A
AL - Piratininga		66,44 A	51,58 A	1,16 A	0,84 A	28,95 B	9,70 A	5080,84 A	4644,57 A
Geral		58,22	29,55	1,34	0,85	30,75	14,31	4244,09	3388,19

*, ** - Significativo em nível de 5 e 1% pelo teste F; ¹ - Médias seguidas da mesma letra não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.
 Fonte: Elaborado pela autora.

Em condições de baixa tecnologia, no ciclo com intensidade de seleção de 3% ocorreu o maior ganho de seleção para RG (71%) e para PP (60%), sendo também o ciclo com maior porcentagem em comparação com a melhor testemunha para os dois caracteres (Tabela 6). O ciclo de seleção com intensidade de 20% corresponde ao terceiro maior ganho em RG (44%) e o segundo maior em PP (17%). O menor ganho de seleção para RG ocorreu para o Ciclo 1-MA (14%). No Ciclo 1-ME o ganho em RG foi equivalente ao ciclo 1-20, mas com um elevado grau de acamamento em comparação com a população original. Relativamente, Faria et al. (2010) alcançaram um ganho de seleção médio, nos três primeiros ciclos, equivalente a 8,1% para a produtividade de grãos em milho pipoca, valor considerado inferior ao encontrado no presente estudo. Ribeiro (2022), em condições de baixa tecnologia, relatou ganho estimado para rendimento de grãos para o primeiro ciclo de seleção de 5,73% para intensidade de 20% e 9,29% para intensidade de 3%, demonstrando uma imensa superioridade dos ganhos realizados no presente trabalho em relação aos valores esperados. A mesma disparidade foi encontrada por Carvalho, P.C.L., (2000), porém em sentido contrário, com valores de ganho menores do predito. As respostas correlacionadas previstas no trabalho de Ribeiro (2022) também foram bem abaixo das realizadas.

Tabela 6. Ganho realizado no rendimento de grãos e resposta correlacionada, com um ciclo de seleção (quatro versões) e porcentagem referente à melhor testemunha para quatro caracteres, em avaliação no sistema de baixa tecnologia.

Tratamentos	% de plantas em pé		Prolificidade		% de espigas gessadas		Rendimento de grãos	
	GS (%)	% da melhor testemunha	GS (%)	% da melhor testemunha	GS (%)	% da melhor testemunha	GS (%)	% da melhor testemunha
Flintisa Original	-	32,59	-	81,82	-	122,47	-	53,01
C1-20	17,33	38,24	41,67	115,91	-34,68	80,00	44,22	76,45
C1-03	60,58	52,33	37,50	112,50	63,89	200,72	71,35	90,83
C1-ME	-9,41	29,52	25,00	102,27	-28,20	87,94	45,24	77,00
C1-MA	16,05	37,82	-2,78	79,55	41,08	172,78	13,91	60,39
AL Avaré	-	100,00	-	100,00	-	124,85	-	95,19
Robusto	-	17,38	-	73,86	-	291,13	-	30,72
AL Piratininga	-	85,94	-	95,45	-	100,00	-	100,00

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 7. Ganho realizado no rendimento de grãos e resposta correlacionada, com um ciclo de seleção (quatro versões) e porcentagem referente a melhor testemunha para quatro caracteres, em avaliação no sistema convencional.

Tratamentos	% de plantas em pé		Prolificidade		% de espigas gessadas		Rendimento de grãos	
	GS	% da melhor	GS	% da	GS	% da melhor	GS	% da melhor
	(%)	testemunha	(%)	testemunha	(%)	testemunha	(%)	testemunha
Flintisa Original	-	71,72	-	91,14	-	98,51	-	71,68
C1-20	22,95	88,17	-5,56	86,08	-15,46	83,28	34,59	96,47
C1-03	-1,97	70,30	-4,86	86,71	-27,14	71,78	20,57	86,42
C1-ME	-6,66	66,94	-12,50	79,75	0,46	98,96	4,37	74,81
C1-MA	13,28	81,24	-9,72	82,28	-27,17	71,74	22,50	87,80
AL Avaré	-	85,83	-	100,00	-	114,65	-	100,00
Robusto	-	100,00	-	77,85	-	210,85	-	46,94
AL Piratininga	-	93,87	-	73,42	-	100,00	-	99,27

Fonte: Elaborado pela autora.

No sistema convencional (Tabela 7), nota-se que o Ciclo 1-20 corresponde ao melhor ganho com seleção para rendimento de grãos (34%). Diferentemente do experimento em baixa tecnologia, no sistema convencional, no Ciclo 1-ME ocorreu o pior ganho de seleção tanto para rendimento de grãos (4%) quanto para espigas gessadas (0,46%). Gabriel (2006) conseguiu um ganho de seleção de 14,26% para rendimento de grãos no seu estudo dentro de um programa de seleção recorrente com famílias de irmãos completos, utilizando o índice de Smith (1936) e Hazel (1943).

A versão do primeiro ciclo de seleção envolvendo as linhas masculinas foi onde ocorreu o pior ganho e as piores respostas correlacionadas, evidenciando que não deve ser recomendada com procedimento na seleção recorrente. A recombinação das melhores progênies fica prejudicada nesses casos. Mas a seleção com menor intensidade (3%) foi muito eficiente em melhorar a população e deve ser utilizada para se conseguir uma variedade mais rapidamente, enquanto a intensidade maior (20%) deve ser usada para a rotina normal do programa de seleção. A seleção com menor intensidade (maior pressão) deve ser praticada em cada ciclo e não pode ser incluída na sequência da rotina, pois certamente ela restringe muito a variabilidade e não permitirá um ganho duradouro ao longo dos ciclos, como se espera da seleção com menor pressão (maior intensidade).

Comparando-se as respostas correlacionadas e os ganhos observados em baixa tecnologia com os observados em sistema convencional, percebe-se um padrão parecido para Ciclo 1-20, Ciclo 1-3 e Ciclo 1-ME, para os caracteres PRO e RG. No sistema de baixa tecnologia os ganhos foram muito maiores do que no convencional, embora não tenha havido interação significativa. Entende-se que as respostas no sistema convencional tenham sido menores pelo fato das melhores condições terem equiparado os tratamentos, compensando as deficiências do ciclo original e aumentando sua média.

Para os caracteres PP e EG, as medições foram mais imprecisas, conforme verificado pelos altos CVs, e as respostas nos dois níveis tecnológicos foram mais erráticas.

5 CONCLUSÕES

A seleção recorrente no Composto Flintisa foi altamente eficiente e deve ser continuada.

A alta pressão de seleção (intensidade de 3%) gerou uma população com desempenho equivalente às melhores testemunhas, com potencial para uso comercial.

O ganho e as respostas correlacionadas de seleção obtidos, principalmente no sistema de baixa tecnologia, superaram fortemente valores estimados, indicando o êxito no programa de seleção recorrente.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ALMEIDA, B. M. S.; SANTOS, R. L. C.; FLUMINHAN JÚNIOR, A. Melhoramento genético de mamona (*Ricinus communis L.*) Visando à produção de variedades adaptadas ao cultivo mecanizado. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 11, n. 2, 2015.

ALVES, G. F.; RAMALHO, M. A. P.; SOUZA, J. C. Alterações nas propriedades genéticas da população CMS-39 submetida à seleção massal para prolificidade. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 1, n. 3, p. 89-101, 2002.

ANDRADE, J. A. C. Genetic variability and breeding potential of Flintisa Composite of maize in two levels of technology. **Crop Breeding And Applied Biotechnology**, v. 19, n. 2, p. 145-152, 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/1984-70332019v19n2a21>.

ARAÚJO, P. A.; SANTOS, V. S.; BISON, O.; SOUZA, J. C. Avaliação de famílias de meios irmãos de milho em diferentes espaçamentos entre linhas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 4, n. 3, p. 428-435, 2005.

ARAÚJO, P. M.; NASS, L. L. Caracterização e avaliação de populações de milho crioulo. **Scientia Agricola**, v. 59, n. 3, p. 589-593, 2002.

BATEY, T. **Soil compaction and soil management - A review**. Soil Use and Management, v. 25, p. 335-345, 2009.

BESPALHOK FILHO, F. J. C.; GUERRA, E. P.; OLIVEIRA, R. **Melhoramento de populações por meio de seleção**. Cap. 13. 2013. Disponível em: < <http://www.bespa.agrarias.ufpr.br/paginas/livro/capitulo%2013.pdf> >. Acesso em: 09 dez. 2023.

BORÉM, A. **Melhoramento de plantas**. 20. ed. Viçosa: Editora UFV, 1997. 547 p.

BORÉM, A.; MIRANDA, G. V. **Melhoramento de plantas**. 6. ed. Viçosa, MG: UFV, 2013.

BORÉM, A.; MIRANDA, G.V; FRITSCHÉ-NETO, R. **Melhoramento de Plantas**. 7ª Edição, Viçosa-MG: Editora UFV, p. 192-193, 2013.

BRITO, L.F. **Review: Genetic selection of high-yielding dairy cattle toward sustainable farming systems in a rapidly changing world**. **Animal**. V.15, n.1. 2021.

CÂMARA, T. M. M.; VIEIRA BENTO, D. A.; ALVES, G. F.; SANTOS, M. F.; MOREIRA, J. U. V.; SOUZA JUNIOR, C. L. de. Parâmetros genéticos de caracteres relacionados à tolerância à deficiência hídrica em milho tropical. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 4, p. 595-603, 2007.

CANDIDO, L. S. **Potencial do composto Flintisa anão de milho para melhoramento em condições de espaçamento reduzido e na Safrinha**. 2005. 92 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2005.

CANDIDO, L. S.; ANDRADE, J. A. C.; GARCIA, F. Q.; GONÇALVES, L. S. A.; AMARAL JÚNIOR, A. T. Seleção de progênies de meios irmãos do composto Isanão VF-1 de milho na safra e safrinha. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 6, p. 947-953, 2011.

CARVALHO, H. W. L.; LEAL, M. L. S.; SANTOS, M. X.; SOUZA, E. M. Estimativas de parâmetros genéticos na população de milho CPATC-3 em dois locais de Sergipe. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 38, n. 1, p. 73-78, 2003.

CARVALHO, P. C. L. Três ciclos de seleção entre e dentro de progênies de meios irmãos na população de milho CMS-52. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 8, p. 1621-1628, 2000.

CATÃO, R. C.; MAGALHÃES, H. C.; H. M., SALES, H. M. de L. P.; N., JUNIOR, de S. B.; D.; ROCHA, DA S. F. Incidência e viabilidade de sementes crioulas de milho naturalmente infestadas com fungos em pré e pós-armazenamento. **Ciência Rural**, v. 43, n. 5, 2013.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Série história das safras. Milho total (1ª, 2ª e 3ª safras)**. 2024. Disponível em: Conab - Séries Históricas das Safras . Acesso em: 23 de abril de 2024.

CONSELHO DE INFORMAÇÕES SOBRE BIOTECNOLOGIA - CIB. **Guia do milho: tecnologia do campo à mesa**. 2006. Disponível em: www.cib.org.br . Acesso em: 15 dez. 2023.

CRUZ, C. D. **Princípios de genética quantitativa**. 1ª ed. Viçosa, Editora UFV. 394p. 2005.

Cruz, C.D., Vencovsky, R., Oliveira e Silva, S., Tosello, G.A., De Oliveira e Silva, S. (1993). Comparison of gains for selection among corn progenies based on different criteria. **Revista Brasileira de Genética**, 16:1, 79-89.

DAWSON, J. C.; MURPHY, K. M. Decentralized selection and participatory approaches in plant breeding for low-input systems. **Euphytica**, Dordrecht, v. 160, p. 143-254, 2008.

DEMATTE FILHO, L. C.; MENDES, C. M. I.; KODAWARA, L. M. Produção de frango orgânico: desafios e perspectivas. *In*: **Biofach America Latina**. Rio de Janeiro, 2005. Disponível em: <http://inopovos.blogspot.com.br/p/criacao-de-frangoorganico.html>. Acesso em: 23 de dezembro de 2023.

DEMITRI, C.; OBERHOLTZER L. **Organic price premiums remain high. USDAERS**. 2005. Disponível em: <Custom 404 Page (usda.gov)>. Acesso em: 16 Janeiro de 2024.

EMATNÉ, H. J. **Seleção recorrente intrapopulacional em milho pipoca**. 2011. 93 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.

FALCONER, D.S. **Introduction to quantitative genetics**. 3^a ed. Harlow: Longman Scientific & Technical, 1989. 438p.

FALUBA, J. S.; MIRANDA, G. V.; LIMA, R. V.; SOUZA, L. V.; DEBEM, E. A.; OLIVEIRA, A. M. C. Potencial genético da população de milho UFV 7 para o melhoramento em Minas Gerais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, p. 1250-1256, 2010.

FAO. Sociedade Nacional de Agricultura. **A comprehensive study of plant density consequences on nitrogen uptake dynamics of maize plants from vegetative to reproductive stages**. 2021. Disponível em<<https://www.semanticscholar.org/paper/A-comprehensive-study-of-plant-density-consequences-CiampittiVyn/baa9766e15b86ce6381d7ee355ca839770aec807>>. Acesso em: 17 de Dezembro de 2023.

FARIA, V.R., VIANA, J.M.S., MUNDIM, G.B., SILVA, A. C., CÂMARA, T.M.M. (Adaptabilidade e estabilidade de populações de milho-pipoca relacionadas por ciclos de seleção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. 2010. 45: 1396–1403.

FAVARATO, L.; GALVÃO, J. C.; SOUZA, C.; FERNANDES, H.; CUNHA, D.; PAULA, G. Incorporação mecânica de composto orgânico e produtividade de milho em sistema de Plantio Direto orgânico. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 12, n. 2, p. 138-151, 2013.

FEHR, W. R. **Principles of cultivar development: theory and technique**. 2. ed. New York: Macmillan Publishing Co., 1987. 536 p.

FERNANDEZ, A.S. Relationship between Maize Seed Productivity in Mexico between 1983 and 2018 with the Adoption of Genetically Modified Maize and the Resilience of Local Races. **Agriculture**. v.11, n.8. 2021.

FIESP. Safra Mundial de Milho. 2024. Disponível em: **Safra Mundial de Milho - FIESP**. Acesso em: 23 de abril de 2024.

FIGUEIREDO, E.; SOARES, J. P. Sistemas orgânicos de produção animal: dimensões técnicas e econômicas. *In*: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 49., 2012, Brasília, DF. **Anais [...]** Brasília, DF: SBZ, 2012. v. 1, p. 1-31.

FONTANETTI, A.; GALVÃO, J. C. C.; SANTOS, I. C.; MIRANDA, G. V. Produção de milho orgânico no sistema de plantio direto. **Informe Agropecuário**, v. 27, n. 233, p. 127-136, 2006.

FORNAESIERI FILHO, D. **Manual da cultura do milho**. Jaboticabal: Funep, 2007. 576 p.

FREITAS JUNIOR, S. P. *et al.* Genetic gains in popcorn by full-sib recurrent selection. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 09, n. 01-07, 2009.

FRITSCHÉ-NETO, R., VIEIRA, R.A., SCAPIM, C.A., MIRANDA, G.V., REZENDE, L.M. Updating the ranking of the coefficients of variation from maize experiments. **Acta Sci Agron**. 2012. 34: 99–101.

GABRIEL, A.P.C. (2006) **Seleção recorrente recíproca em famílias de irmãos completos em milho (*Zea mays* L.) assistida por marcadores moleculares**. Tese (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) Campos dos Goytacazes – UENF - RJ, 112p.

GADERMAIER, F.; BERNER, A.; FLIEßBACH, A.; FRIEDEL, J. K.; MÄDER, P. Impact of reduced tillage on soil organic carbon and nutrient budgets under organic farming. **Renew Agriculture Food System**, v. 27, p. 68–80, 2012.

GEPTS, P. Uma comparação entre domesticação de culturas, melhoramento clássico de plantas e engenharia genética. **Crop Science**, v. 42, p. 1780-1790, 2002.

GERALDI, I. O. Por que realizar seleção recorrente. In: **SIMPÓSIO DE ATUALIZAÇÃO EM GENÉTICA E MELHORAMENTO DE PLANTAS**, 9., Lavras. Anais... Lavras: UFLA, Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Genética e Melhoramento de plantas, p. 1- 8, 2005.

GOLD, M. Organic production/organic food: Information access tools. **USDA National Agricultural Library**, 2007. Disponível em: <www.nal.usda.gov> Acesso em: 16 janeiro de 2024.

GOODMAN, M. M. História e origem do milho. In: PATERNIANI, E.; VIÉGAS, G. P. (coord.) **Melhoramento e produção de milho no Brasil**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. 2ª ed. p. 3-38.

GOODMAN, M.M. **Exotic maize germplasm: status and prospects**. Iowa State Journal of Research, Ames, v. 59, p. 497-527, 1985.

GRIGULO, A. S. M.; AZEVEDO, V. H.; KRAUSE, W.; AZEVEDO, P. H. Avaliação do desempenho de genótipos de milho para consumo in natura em Tangará da Serra - MT. **Bioscience Journal**, Darmstadt, v. 27, n. 4, p. 603-608, 2011.

GUIMARÃES, A. G.; AMARAL JÚNIOR, A. T.; PENA, G. F.; ALMEIDA FILHO; J. E. D.; PEREIRA, M. G.; SANTOS, P. H. A. D. Genetic gains in the popcorn population UENF-14: developing the ninth generation of intrapopulation recurrent selection. **Revista Caatinga**, v. 32, n. 3, p. 625-633, 2019. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21252019v32n307rc>.

HALLAUER, A. R. Recurrent selection in maize. **Plant Breed. Rev.**, v. 9, p. 115–179, 1992.

HALLAUER, A. R.; CARENA, M. J. **Recurrent selection methods to improve germplasm in maize**. p. 18, 2012.

HALLAUER, A. R.; CARENA, M. J.; MIRANDA FILHO, J. B. **Quantitative Genetic in maize breeding**. 3ª ed. Ames: Iowa State University, 2010. 664 p.

HAZEL, L.N. The genetic basis for constructing selection indexes. *Genetics*, v.28, p.476-490, 1943.

HEINZ, R.; MOTA, L. H. S.; GONÇALVES, M. C.; VIEGAS NETO, A. L.; CARLESSO, A. Seleção de progênies de meio-irmãos de milho para eficiência

no uso de nitrogênio. **Revista Ciência Agronômica**, Jaboticabal, v. 43, n. 4, p. 731-739, 2012.

INYANG, P. et al. Environmental impact and genetic expressions of new drought tolerant maize genotypes in derived savannah agro-ecology. **Notulae Scientia Biologicae**. v. 13, n.1. 2021.

LANDAU, E. C.; CAMPANHA, M. M.; MATRANGOLO, W. J. R. **Boletim de Pesquisa E Desenvolvimento 225**: Variação geográfica da ocorrência de produtores de milho orgânico cadastrados no Brasil. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/milho-e-sorgo/publicacoes>. Acesso em: 29 de novembro de 2023.

LAPEGNA, P e PERELMUTER, T. Genetically modified crops and seed/food sovereignty in Argentina: scales and states in the contemporary food regime. **The Journal of Peasant Studies**. V.47, n.4, 2020.

MACHADO, A. T. Limites e potencialidades da pesquisa colaborativa com sementes crioulas entre grupos sociais de produtores. In: NEDER, R. T.; COSTA, F. M. P. **Ciência, tecnologia e sociedade para construção da agroecologia**. Brasília: Universidade de Brasília, 2014. p. 85-101.

MACHADO, A.T. Historical construction of plant breeding: from conventional to participatory. **Rev. Bras. de Agroecologia**. V.9, n.1, p.35-50 2014.

MAESTÁ, M. A. **Ganho com um ciclo de seleção recorrente no Composto Flintisa de milho em condições de agricultura orgânica**. 2023. 13 f. Relatório (Iniciação científica-Agronomia). Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2023.

MAZZOLENI, E. M.; NOGUEIRA, J. M. Agricultura orgânica: características básicas do seu produtor. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, DF, v. 44, n. 2, p. 263-293, 2006

MIKEL, M. A. Availability and Analysis of Proprietary Dent Corn Inbred Lines with Expired U.S. Plant Variety Protection. **Crop Science**, v. 46, n. 6, p. 2555–2560, 2006.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA. SECRETARIA DE POLÍTICA AGRÍCOLA – SPA. **Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura – IICA**. Brasília, DF, 2007. (Agronegócios: Cadeia Produtiva de Produtos Orgânicos, v. 5).

MÔRO, G. V.; FRITSCHÉ-NETO, R. Importância e usos do milho no Brasil. BORÉM, A.; GALVÃO, JCC; PIMENTEL, MA. **Milho: do plantio à colheita**. Viçosa: Ed. UFV, p. 9–25, 2015.

MORRIS, M.; MEKURIA, M.; GERPACIO, R. Impacts of CIMMYT maize breeding research. In: EVERSON, R. E.; GULLIN, D. **Crop variety improvement and its effect on productivity: the impact of international agricultural research**. Wallingford, UK, Cap. 7, 2003. p. 135-158.

MOURA, J. O.; CAMPELO, J. G.; BAJAY, M. M.; SARMENTO, J. L. R.; BRITTO, F. B.; LEAL, T. M.; SILVA, M. C.; CAVALCANTE, D. H.; FIGUEIREDO CARVALHO, M.D.; ARAÚJO, A. M. **Diversidade genética em caprino Marota e manejo genético para rebanhos de conservação**. Archivos de Zootecnia, v. 68, n. 261, p. 138-145, 2019.

OLIVEIRA, J. D. S.; FALEIRO, F. G. F.; JUNQUEIRA, N. T. V. J.; VIEIRA, E. A. V.; VIANA, M. L. V. Diversidade genética de *Passiflora* spp., baseada em descritores morfoagronômicos. **Revista de la Facultad de Agronomía**, La Plata, v. 117, n. 2, p. 293-304, 2019.

PAES, M. C. D. **Aspectos Físicos, Químicos e Tecnológicos do Grão de Milho**. Circular técnica 75. Embrapa. Sete Lagoas, MG, 2006.

PATERNIANI, E. Importância do Milho na Agroindústria In: OSUNA, J, A, E MORO, J, R, **Produção e Melhoramento do Milho**, Jaboticabal: FUNEP, p. 1–12, 1995.

PATERNIANI, E. Phenotypic recurrent selection for prolificacy in maize *Zea mays* L, **Maydica, Bergamo**, v. 23, p. 29-34, 1978.

PATERNIANI, M. E. A. G. Z.; GUIMARÃES, P. D. S.; BERNINI, C. S.; GALLO, P. B. Caracteres secundários relacionados à tolerância à seca em progênies de irmãos germanos interpopulacionais de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 14, n. 1, p. 130-144, 2015.

PEIGNÉ, J.; LEFEVRE, V.; VIAN, J.F.; FLEURY, P. Conservation agriculture in organic farming: Experiences, challenges and opportunities in europe. In: FAROOQ, M., SIDDIQUE, K. H. M. (Eds.). **Conservation Agriculture. Cham-Switzerland: Springer International Publishing**, 2015. p. 559–578.

PIMENTEL-GOMES, Frederico. **Curso de estatística experimental**. Digitaliza Conteudo, 2023. Acesso em: 23 de dezembro de 2023.

POSNER, J. L.; J. O. BALDOCK; J.L. HEDTCKE. Organic and conventional production systems in the Wisconsin Integrated Cropping Systems Trials: I. Productivity 1990-2002. **Agronomy Journal**, v. 100, n. 2, p. 253-260, 2008.

PURUGGANAN, M. D.; FULLER, D. Q. **The nature of selection during plant domestication**. *Nature*, v. 457, n. 7231, p. 843–848, 2009. DOI: 10.1038/nature07895.

RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. F. B.; SANTOS, J. B.; NUNES, J. A. R. **Aplicações da genética quantitativa no melhoramento de plantas autógamias**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2012. 522 p.

RAMALHO, M.A.P. **Seleção recorrente**. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, Goiânia. Anais... Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, p. 153-165, 1996.

RANDOLPH, L. F. History and origin of corn. II. Cyto genetic aspects of the origin and evolutionary history of corn. In: SPRAGUE, G. A **monograph in corn and corn improvement**. New York: The Academic, 1955. p. 16-61.

RANGEL, R. M. et al. Análise biométrica de ganhos por seleção em população de milho pipoca de quinto ciclo de seleção recorrente. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 42, n. 2, p. 473-481, 2011.

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

RUSSELL, B. A. W. **Melhoramento de populações de milho como fontes de linhagens**. Campinas: Fundação Cargil, 1978. 53 p.

SANGOI, L.; ERNANI, P. R.; SILVA, P. R. F.; HORN, D.; SCHMITT, A.; SCHWEITZER, C.; MOTTER, F.; Rendimento de grãos e margem bruta de cultivares de milho com variabilidade genética contrastante em diferentes sistemas de manejo. **Ciência Rural**, v. 36, n. 3, p. 747-755, 2006.

SANTOS, F. S. *et al.* Predicao de ganhos geneticos por índices de selecao na populacao de milho pipoca UNB-2U sob seleção recorrente. **Bragantia**, v. 66, n. 03, p. 391-398, 2007.

SKILL, K. et al., **Cultivating Agroecological Networks during the Pandemic in Argentina: A Sociomaterial Analysis**. *Land*. V.11, n.10. 2022.

SMITH, H.F. A discriminant function for plant selection. *Annals of Eugenics*, v.7, p.240-250, 1936. DOI: 10.1111/j.1469-1809.1936.tb02143.x.

SOUZA JR., C. L.; GERALDI, I. O.; ZINSLY, J. R. Influence of tassel size on the expression of prolificacy in maize (*Zea mays* L.). **Maydica**, v. 30, p. 321-328, 1985.

SOUZA JÚNIOR, C. L. Melhoramento de espécies alógamas. In: NASS, L. L.; VALOIS, A. C. C.; MELO, I. S.; VALADARES-INGLIS, M. C. **Recursos genéticos e melhoramento**. Rondonópolis: Fundação MT, 2001. p. 159-199.

SOUZA JÚNIOR, C. L. Melhoramento de espécies autógamias. In: NASS, L. L.; VALOIS, A. C. C.; MELO, I. S.; VALADARES-INGLIS, M. C. (Ed.). **Recursos genéticos e melhoramento: plantas**. Rondonópolis: Fundação MT, 2001. p. 159-199.

SOUZA JÚNIOR, C. L. Seleção Recorrente. In: **Melhoramento de Milho**. 1ª ed. 2018. p. 73–101.

SOUZA, H. G. de.; DORIA, K.M.A.B.V.S.; BASSETO, M.A.; ROSA, D.D.; FURTADO, E.L.; MARINO, C.L. Diversidade genética em populações-núcleo de *Eucalyptus grandis*. **Acta Scientiarum. Agronomy**. Maringá, v. 32, n. 4, p. 621-625, 2010.

SZABÓ, V. M.; BURR, B. Simple inheritance of key traits distinguishing maize and teosinte. **Molecular General Genetics**, Berlin, v. 252, p. 33-41, 1996

TERRA, T. F.; WIETHÖLTER, P.; ALMEIDA, C. C. S.; SILVA, S. D. A.; BERED, F.; SERENO, M. J. C. M.; BARBOSA NETO, J. F. Variabilidade genética em populações de milho e teosinto estimada por marcadores microssatélites. **Ciência Rural**, v. 41, n. 2, p. 205-211, 2011. Disponível em: <http://revistas.bvs-vet.org.br/crural/article/view/20783>. Acesso em: 20 de dezembro de 2023.

VAN BUEREN, E.; KLIJN, E. H.; JOOP, K. Dealing with Wicked Problems in Networks: Analyzing an Environmental Debate from a Network Perspective. **Journal of Public Administration Research and Theory**, Lawrence, v. 13, p. 193-212, 2003.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. Genética biométrica no fitomelhoramento. Ribeirão Preto: **Sociedade Brasileira de Genética**, 1992. 496 p.

VINCENT-CABOUD, L.; PEIGNÉ, J.; CASAGRANDE, M.; SILVA, E. M. Overview of organic cover crop-based no-tillage technique in Europe: Farmers' practices and research challenges. **Agriculture**, v. 42, p. 1-16, 2017.

WEATHERWAX, P. **The phylogeny of Zea Mays**. American Midland Naturalist, Notre Dame, v. 16, p. 1-71, 1935.

WEYHRICH, R. A.; LAMKEY, K. R.; HALLAUER, A. R. Responses to Seven Methods of Recurrent Selection in the BS11 Maize Population. **Crop Science**, Vol. 38, March-April.1998.

WOLFE, M. S.; BARESEL, J. P.; DESCLAUX, D.; GOLDRINGER, I.; HOAD, S.; KOVACS, G.; Löschenberger, F.; MIEDANER, T.; ØSTERGÅRD, H.; LAMMERTS VAN BUEREN, E. T. **Developments in breeding cereals for organic agriculture**. Euphytica, Dordrecht, v. 163, n. 23–346, 2008.