



Universidade Federal de São Carlos
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
Curso de Engenharia Agrônoma



RAFAEL GABONE IACOBUCCI

**CONSÓRCIO MILHO-ABÓBORA COM DIFERENTES VARIEDADES
COMERCIAIS DE ABÓBORA**

ARARAS - 2024



Universidade Federal de São Carlos
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
Curso de Engenharia Agrônoma



RAFAEL GABONE IACOBUCCI

**CONSÓRCIO MILHO-ABÓBORA COM DIFERENTES VARIEDADES
COMERCIAIS DE ABÓBORA**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia
Agrônoma – CCA – UFSCar para a obtenção do
título de Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. Victor Augusto Forti

ARARAS – 2024

**Dedico este trabalho a meus pais Maria Cecília
Gabone e Luís César Iacobucci, a minha irmã
Fernanda Gabone Iacobucci e a minha namorada
Beatriz Guimarães**

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador e professor Victor Forti por ter me guiado com sabedoria e sempre compartilhado seu conhecimento com boa vontade.

Aos meus colegas do NEPAS que me auxiliaram durante a realização da prática deste estudo, sem suas companhias e ajuda, teria sido muito mais difícil concluir este projeto.

Ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de São Carlos pela minha formação acadêmica.

A minha família por ter dado todo o suporte necessário para que eu consiga realizar este projeto e minha graduação.

A minha namorada Beatriz por todo o suporte emocional, apoio e amor.

Aos meus amigos de turma que sempre me auxiliaram durante todo o meu percurso acadêmico e que tornaram meu dia-a-dia na universidade mais alegre, em especial minha dupla de todos trabalhos Jeferson Costa Pereira (Parangolé).

RESUMO

Apesar do apelo para novas formas de cultivo e do crescente desenvolvimento da agroecologia nas últimas décadas, ainda se verifica limitada abordagem técnica e científica na área de policultivo, o que contribui para a pequena adesão por parte dos agricultores. O presente trabalho teve como objetivo compreender a dinâmica e o desempenho do cultivo consorciado de milho e abóbora frente à implantação de diferentes variedades comerciais abóboras. O experimento foi realizado em blocos casualizados, com três tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos pelo cultivo consorciado de milho (*Zea mays* L.) e uma diferente variedade de abóbora: (a) cultivar moranga exposição (*Cucurbita maxima*), (b) mini paulista (*Cucurbita moschata*) e (c) menina brasileira (*Cucurbita moschata*). Também foi conduzido, de maneira isolada, áreas controle de monocultivo para cada uma das culturas e variedades estudadas. Avaliou-se a fenologia das culturas; variáveis de crescimento como diâmetro do caule, altura de planta e número de flores; cobertura do solo de cada variedade de abóbora; população de plantas daninhas; razão sexual de cada variedade de abóbora e produtividade de cada cultura e variedade. A fenologia do milho não sofreu alterações pelos tratamentos, e a fenologia das variedades de abóbora apresentaram variações principalmente com o aumento do período entre a emissão da primeira flor masculina até a emissão da primeira flor feminina, além da diminuição do período de competição mais intenso. As variáveis de crescimento para o milho e para a abóbora não mostraram diferença entre os tratamentos. A porcentagem de cobertura de solo das variedades menina brasileira e mini paulista, com 74 e 88 DAS, foi superior à da variedade moranga exposição, assim como a massa de matéria seca de plantas daninhas foi menor nos tratamentos que apresentaram maior cobertura. A produtividade, tanto do milho quanto das abóboras, não apresentou diferença estatística. O Índice de Equivalência de Área (IEA) somente para as variedades mini paulista e menina brasileira foi acima de um, com valores de 1,17 e 1,11, respectivamente. Dessa forma, conclui-se que os tratamentos com a variedade mini paulista e menina brasileira se mostraram superiores, tanto pelo IEA quanto pela maior porcentagem de cobertura e supressão de plantas daninhas.

Palavras chave: *Cucurbita sp.*; cultivo sustentável; ecologia; policultivo; *Zea mays*.

ABSTRACT

Despite the appeal for new forms of cultivation and the growing development of agroecology in recent decades, there is still a limited technical and scientific approach in the area of polyculture, which contributes to the low adoption by farmers. The present study aimed to understand the dynamics and performance of intercropping corn and pumpkin when compared to the implementation of different commercial pumpkin varieties. The experiment was carried out in randomized blocks, with three treatments and four replications. The treatments consisted of intercropping corn (*Zea mays L.*) and a different pumpkin variety: (a) Moranga Exposição (*Cucurbita maxima*), (b) Mini Paulista (*Cucurbita moschata*) and (c) Menina Brasileira (*Cucurbita moschata*). Monoculture control areas were also conducted for each of the crops and varieties studied. Was evaluated: the phenology of the crops; growth variables such as stem diameter, plant height and number of flowers; soil cover of each pumpkin variety; weed population; sex ratio of each pumpkin variety and productivity of each crop and variety. Corn phenology did not change with the treatments, and the phenology of pumpkin varieties showed variations mainly with the increase in the period between the emission of the first male flower and the emission of the first female flower, in addition to the decrease in the period of most intense competition. Growth variables for corn and pumpkin showed no difference between treatments. The percentage of soil cover of the Menina Brasileira and Mini Paulista varieties, with 74 and 88 days after planting, was higher than that of the Moranga Exposição variety, as well as the mass of dry matter of weeds was lower in the treatments that presented greater cover. The productivity of both corn and pumpkins did not show statistical difference. The Land Equivalent Ratio (LER) was only above one for the Mini Paulista and Menina Brasileira varieties, with values of 1.17 and 1.11, respectively. Thus, it is concluded that the treatments with the Mini Paulista and Menina Brasileira varieties were superior, both by the IEA and by the greater percentage of cover and suppression of weeds.

Key words: *Cucurbita sp.*; ecology; intercropping; sustainable agriculture; *Zea mays*.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1:** Imagem de aérea da área experimental do Laboratório de Agricultura Orgânica da UFSCar - Araras durante a realização do experimento. Em destaque, área utilizada para a condução do experimento de policultivo. 24
- Figura 2:** Dados de precipitação total (mm) e de temperatura média (°C) da estação meteorológica automática localizada na Universidade Federal de São Carlos, campus Araras-SP, a 690 m de altitude. 25
- Figura 3:** Fenologia do milho em consórcio para cada um dos tratamentos com diferentes variedades de abóbora. Emergência: do plantio até a emergência e rompimento do coleóptilo. Crescimento vegetativo: compreende o intervalo de V1 até VT (pendoamento). Formação da espiga: de VT até R1 (embonecamento). Enchimento dos grãos: de R1 até R6 (ponto de colheita). 29
- Figura 4:** Fenologia das variedades de abóbora para cada um dos tratamentos em consórcio com milho. Emergência: do plantio até a emergência do par de folhas cotiledonares. Crescimento vegetativo: da emergência até a aparição do primeiro botão floral. Floração: período até a aparição da primeira flor feminina. Frutificação: período entre a primeira flor feminina fecundada até atingir ponto de colheita dos primeiros frutos. 30
- Figura 5:** Estádios fenológicos das variedades de abóbora (a) Moranga exposição, (b) Mini paulista e (c) Menina brasileira) cultivadas de forma solteira e em consórcio com a cultura do milho. Emergência: do plantio até a emergência do par de folhas cotiledonares. Crescimento vegetativo: da emergência até a aparição do primeiro botão floral. Floração: período até a aparição da primeira flor feminina. Frutificação: período entre a primeira flor feminina fecundada até atingir ponto de colheita dos primeiros frutos. 31
- Figura 6:** Primeira e segunda imagem correspondem a flores estaminadas em período de antese da variedade mini paulista e moranga exposição, respectivamente. Terceira imagem corresponde a uma flor pistilada em período de antese da variedade menina brasileira. 33
- Figura 7:** Parcelas do consórcio de abóbora com milho, apresentando, respectivamente a variedade moranga exposição, mini paulista e menina brasileira, todas com 53 dias após a semeadura. 36
- Figura 8:** Imagens da pesagem da variedade moranga exposição, mini paulista e menina brasileira respectivamente. 37
- .

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Diâmetro, em milímetros, e altura do milho, em centímetros, de plantas de milho cultivadas em consórcio com diferentes variedades de abóbora 42 dias após o plantio. Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. CV (%): Coeficiente de variação. 32

Tabela 2: Altura da planta de abóbora (cm) e diâmetro da planta de abóbora (mm) cultivadas em consórcio com milho em dois momentos, 14 e 28 dias após a semeadura. Número de folhas com 28 DAS. Total de flores pistiladas contabilizadas no período de 41 DAS até 72 DAS. Médias seguidas por letras diferentes nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. ME: Moranga exposição, MP: Mini paulista, MB: Menina brasileira. AE: Altura da abóbora, DA: Diâmetro da abóbora, NF: Número de folhas, NFP: Número de flores pistiladas, NFE: Número de flores estaminadas, RS: Razão sexual. CV (%): Coeficiente de variação. 34

Tabela 3: Cobertura do solo por plantas de abóbora nos três momentos avaliados (60, 74 e 88 DAS) e massa de matéria seca (MS) de plantas daninhas (corresponde a somatória da coleta em nove pontos de 0,25 m² por parcela, totalizando 2,25 m²) em parcelas cultivadas com diferentes variedades de abóbora em consórcio com milho. Médias seguidas por letras diferentes nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. 35

Tabela 4: Produtividade do milho em kg/ha com a umidade dos grãos ajustada a 13%, produtividade da abóbora (kg ha⁻¹) e Índice de Equivalência de Área (IEA) em consórcios de milho com diferentes variedades de abóbora. 36

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1 Consórcio	12
2.1.1 Definições	12
2.1.2 Competição, complementaridade e facilitação	12
2.1.3 Vantagens do consórcio	15
2.2 Milho	16
2.3 Abóbora	19
3. OBJETIVOS	23
4. MATERIAL E MÉTODOS	24
4.1 Delineamento experimental e tratamentos	25
4.2 Instalação do experimento	25
4.3 Manejo e Tratos Culturais	26
4.4 Parâmetros analisados	26
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
5.1 Fenologia	29
5.2 Variáveis de crescimento e florescimento	32
5.4 Cobertura de solo e massa de matéria seca de plantas daninhas	34
5.5 Produtividade e Índice de Equivalência de Área	36
6. CONCLUSÃO	38
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39
ANEXO 1	48

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, as abóboras e o milho já faziam parte da alimentação dos povos indígenas desde antes da sua colonização (Ferreira, 2007; Barbieri, 2012). Na época da chegada dos portugueses em terras brasileiras, as abóboras crioulas representavam o terceiro produto agrícola mais importante para os indígenas, ficando atrás somente do milho e da mandioca (Barbieri, 2012). Seu cultivo permanece até os dias de hoje por populações indígenas, quilombolas e agricultores de base familiar (Ferreira, 2007), e a cultura tem sido manejada tanto para alimentação animal (suínos e bovinos), principalmente com variedades de *Cucurbita moschata*, como também para o consumo *in natura* ou no preparo de diversos pratos, tanto doces como salgados (Silva, 2010).

A região da Mesoamérica é considerada o principal centro de origem da domesticação do milho e um dos principais da abóbora (Freitas, 2001; Barbieri, 2012). A história da utilização destas culturas nessa região está muito atrelada ao sistema de policultivo conhecido como Milpa (Rodríguez-Robayo et al., 2020). Com mais de três mil anos de história, este policultivo, que também é conhecido como “santíssima trindade alimentícia” ou “as três irmãs”, consiste no cultivo consorciado entre, principalmente, milho, feijão e abóbora, porém, podendo ainda contar com pimentas, pepino e melão (Terán & Rasmussen, 2009).

O termo consórcio ou cultivo consorciado se refere à prática de cultivar mais de uma cultura em uma mesma área e espaço de tempo. Pode possuir arranjos que intercalam as espécies dentro de uma mesma linha, em faixas alternadas com certa proximidade entre elas, como também não havendo nenhuma demarcação de linhas de plantio (Andrews & Kassam, 1976; Liebman, 2002).

A possibilidade de conduzir mais de uma cultura em conjunto e se obter uma produtividade maior por área, se dá por meio do que se chama diversidade de nicho. Apesar das plantas utilizarem recursos muito similares (luz, água e nutrientes), elas se adaptaram para explorá-los em diferentes nichos, existindo uma certa divergência ecológica entre elas (Gliessman, 1998). Como por exemplo o consórcio entre milho e feijão, por serem, respectivamente, uma planta C4 e outra C3, necessitam de diferentes quantidades de luz, permitindo que o feijão tolere se desenvolver sob exigência luminosa inferior à necessitada pelo milho (Gliessman, 1998).

Em sistemas consorciados ocorrem diversos processos ecológicos frutos da interação entre os próprios organismos que o compõem, como também deles com o ambiente, tais como: competição, sinergismo, facilitação, ciclagem de nutrientes e predação. Em um

ambiente sob condições naturais, estes processos são responsáveis por manter a autossuficiência e o equilíbrio da comunidade biótica ali presente (Altieri, 2002).

A ecologia como ciência aplicada à agricultura estuda e busca formas de manejar esses processos ecológicos a favor da produção agrícola, lidando com eles como parte fundamental para o sucesso de toda a prática (Wezel et al., 2014). Como consequência desse manejo, visa-se atingir uma agricultura mais equilibrada, sustentável e de menor dependência de insumos externos (Gliessman, 1998; Malézieux, 2012).

Nas últimas duas décadas, um dos grandes avanços na pesquisa da ecologia e da biologia evolucionária, foi a emergência da ecologia baseada em características funcionais, a qual é caracterizada como uma abordagem para entender causas e consequências das interações entre fatores bióticos e/ou abióticos em função de suas características morfológicas, químicas e fenológicas (Mártin & Isaac, 2015). Esse entendimento se torna importante para prever possíveis interações e, conseqüentemente, auxiliar no planejamento de sistemas produtivos compostos por mais de uma espécie (Brooker et al., 2014).

Como já demonstrado pesquisassem diversos estudos (Suárez et al., 2022; Xia et al., 2019; Nassary et al., 2020; Di Falco & Chavas, 2008; Phadi, 2001; Parihar et al., 2017; Picasso et al., 2008), práticas agrícolas que exploram características ecológicas funcionais, como o cultivo consorciado, quando comparadas ao monocultivo, resultam em uma maior produtividade e lucratividade por unidade de área, melhor absorção de nutrientes pelas plantas, maior resiliência, maior acúmulo de biomassa acima do solo, supressão de espécies daninhas e maior segurança alimentar.

Apesar do apelo para novas formas de cultivo e do crescente desenvolvimento da agroecologia nas últimas décadas, observa-se pouca pesquisa das aplicações das bases teóricas que possam melhorar a previsibilidade e aplicação práticas que favoreçam a adesão de práticas alternativas às convencionais (Mártin & Isaac, 2015). Wezel et al. (2014) também apontam que a falta de conhecimento científico e baixa quantidade de experiência prática na área de policultivo resulta em uma pequena adesão por parte dos agricultores.

Diante do exposto, é possível observar a importância de estudos que procurem entender o funcionamento de cultivos consorciados, trazendo parâmetros que relacionam causas e consequências, permitindo certo grau de previsibilidade para auxiliar na aplicação prática dos resultados obtidos, possibilitando assim, que as práticas agrícolas possam caminhar para um futuro mais sustentável economicamente, socialmente e ambientalmente.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Consórcio

A origem de práticas de cultivo múltiplo, como o consórcio, é quase tão antiga quanto a origem da própria agricultura. Assim como aponta Francis (1986), quando os seres humanos começaram a cultivar deliberadamente, estas cresceram entre muitas outras plantas. Assim, os primeiros sistemas de cultivo eram certamente misturas de espécies utilizadas para alimentação, fibras e outras necessidades da comunidade (Francis, 1989).

2.1.1 Definições

Andrews e Kassam (1976) definiram policultivo como sendo uma forma do que eles chamaram de “*Multiple cropping*” ou cultivo múltiplo. O cultivo múltiplo é descrito como sistemas de cultivo onde a produção total de um ano, por unidade de área, é formada por duas ou mais culturas, cultivadas de forma pontual ou sequencial. Já o consórcio seria uma forma de policultivo onde essas duas ou mais culturas estão sendo cultivadas simultaneamente na mesma área, ocorrendo uma intensificação do cultivo tanto em espaço quanto em tempo.

O consórcio pode ainda ser subdividido segundo o arranjo espacial em que estas duas ou mais culturas estão incluídas, sendo eles:

- *Consórcio misto*: Duas ou mais culturas simultaneamente em uma mesma área sem nenhuma delimitação de linhas.
- *Consórcio em linha*: Duas ou mais culturas simultaneamente cultivadas em linhas.
- *Consórcio em faixa*: Duas ou mais culturas simultaneamente cultivadas em faixas.
- *Consórcio em turnos*: Duas ou mais culturas simultaneamente cultivadas por somente uma parte de seus ciclos de vida. Onde uma cultura é conduzida sozinha até que se atinja seu estágio reprodutivo, para então ser plantada a próxima cultura.

Já Freyman e Venkateswarlu (1977) definiram que somente podem ser considerados como policultivos aqueles que tiverem alguma delimitação de linhas ou faixas, excluindo cultivos que misturam as culturas sem essas delimitações, que, por sua vez, podem ser denominados somente como cultivo misto.

2.1.2 Competição, complementaridade e facilitação

Nos cultivos consorciados, é fato que o princípio ecológico da competição sempre estará presente (Andrews e Kassam, 1976). Vandermeer (1989) explica que, apesar da existência dessa competição entre as culturas componentes, quando se observa a natureza,

indivíduos que necessitam de recursos similares competem entre si de maneira reduzida, possibilitando a coexistência e a persistência indefinida no ambiente. Já quando indivíduos utilizam exatamente os mesmos recursos de uma mesma forma e competem de uma maneira mais intensa, um deles tende a ser extinto com o tempo.

Além da competição, outros princípios ecológicos bases para o entendimento de policultivos são a facilitação e a complementaridade (Altieri, 2004). A facilitação é o processo de interação entre duas espécies, onde pelo menos uma delas exerce uma ação positiva facilitando o crescimento da outra (Vandermeer, 1989). Um exemplo clássico a ser citado é quando uma espécie facilita o acesso a determinado nutriente para a outra planta, como ocorre com a inserção de leguminosas fixadoras de nitrogênio em um consórcio, devido sua capacidade de fornecer nitrogênio a partir de suas raízes mortas ou nódulos (Malézieux, 2012).

Já a complementaridade dirá respeito a como os indivíduos de um consórcio se complementam na forma em que utilizam os recursos disponíveis, ou seja, quanto menos as culturas de um consórcio competem entre si, utilizando os mesmos recursos da mesma forma, mais está ocorrendo uma complementaridade entre elas (Altieri 2004; Willey 1979). Uma das principais formas dessa complementaridade é a temporal, onde as plantas diferem em seus padrões de crescimento, não coincidindo as épocas de maior exigência de recursos (Willey, 1979). Segundo Baker (1974), a complementaridade temporal é tão importante, que, se houvesse pouca diferença entre as culturas neste aspecto, seria improvável que ocorra uma vantagem produtiva nesse sistema (apud Willey, 1979).

Além da complementaridade temporal, também existe a espacial, a qual ocorre quando as diferentes plantas utilizadas acessam recursos diferentes por conta da sua estrutura espacial. Como exemplo, a combinação de folhas dos componentes de um consórcio cobrem mais efetivamente uma área resultando em um aproveitamento melhor da luz disponível no sistema (Willey, 1979). Outro exemplo é quando a combinação do sistema radicular das culturas componentes exploram uma zona maior do solo resultando em um maior aproveitamento de água e nutrientes (Willey, 1979).

Para compreender melhor como a competição e a complementaridade acontecem em cultivos consorciados, é necessário entender quais e como os recursos estão disponíveis dentro desse sistema de cultivo. Os principais recursos dos quais as plantas competem são luz, água e nutrientes (Trenbath 1974).

A luz é considerada um recurso que difere dos demais, devido a sua característica de não poder ser armazenada e utilizada quando necessário, assim como a água e os nutrientes,

dessa forma, quando ela está disponível, precisa ser instantaneamente interceptada (Donald, 1961). Por essa razão a luz se torna o fator principal para o ganho de eficiência quando se otimiza a complementaridade temporal de um policultivo e se atinge uma maior distribuição de área foliar pelo tempo (Willey, 1979).

A complementaridade espacial é muito importante para o aproveitamento máximo de luz. Uma mistura de uma cultura mais alta, ereta e com folhas distribuídas verticalmente, juntamente com uma cultura mais rasteira e que distribui suas folhas horizontalmente, se mostra um ótimo exemplo para garantir eficiência (Trenbath, 1974), o que aplica no exemplo de cultivo entre plantas de milho e abóbora. Além disso, a combinação de plantas C4 e C3 dentro de um consórcio, também aumenta a eficiência do uso da luz devido às suas diferenças na necessidade de luz (Willey, 1979).

A falta de água restringe o crescimento de uma grande parte das culturas pelo mundo, assim como é um grande limitante para determinar se uma área é apta ou não para a agricultura (Donald, 1961). Nos cultivos consorciados em áreas onde a água é escassa, a competição do sistema radicular por este recurso provavelmente irá determinar qual será a cultura dominante, uma vez que, a competição por outros recursos como a luz, possa nunca vir a ocorrer se a produção de parte aérea for comprometida pela falta de água (Trenbath, 1974).

Ao contrário da competição acima do solo, que envolve quase exclusivamente a luz, as plantas competem por uma gama muito maior de recursos presentes no solo, incluindo água, e, no mínimo, outros 20 nutrientes que se diferem em diversos aspectos entre si (Malézieux et al., 2009). Devido a esta grande variedade de recursos, alinhado com a complexidade da geometria do sistema radicular das plantas, torna-se muito mais difícil determinar quais características irão garantir que uma planta seja melhor competidora que a outra (Trenbath, 1974).

Entretanto, já são conhecidos os benefícios de se buscar a complementaridade entre a arquitetura do sistema radicular das culturas que compõem um consórcio. Plantas com diferentes densidades, comprimentos, profundidades e arranjos de sistema radicular, quando combinadas, além de reduzir a competição entre si, também podem trazer o melhor uso da água em diferentes perfis de solo, melhor estabilidade e estrutura do solo, descompactação e consequentemente facilitação para o desenvolvimento das raízes de outras culturas (Brooker et al., 2015).

Outra característica importante de sistemas radiculares é a produção de alguns exsudatos específicos que aumentam a disponibilidade de alguns nutrientes no solo. Um

exemplo disso ocorre em cultivos consorciados de milho e amendoim, onde o milho, a partir da liberação de fitosideróforos no solo, mobiliza Fe insolúvel do solo e contribuiu para a melhor nutrição do amendoim (Zhang et al., 2010). Outro exemplo são culturas que culturas como brássicas, milho, beterraba e abóbora, que possuem a capacidade de secretar ácidos orgânicos no solo e aumentar a disponibilidade de P, Fe, Zn, Mn e Cu no solo, podendo melhorar a nutrição de outras culturas (Brooker et al., 2015).

2.1.3 Vantagens do consórcio

Uma das principais vantagens do consórcio é a sua maior produtividade por área. Diversos estudos (Paudel, 2016; Nassary et al., 2020; Gidey et al., 2024) indicam que com sistemas de policultivo é possível obter maiores produtividades por área, podendo atingir até 73% de aumento quando comparado ao monocultivo. Um dos cálculos mais utilizados para determinar se um consórcio é mais vantajoso do que cultivar as culturas separadamente é feito através do Índice de equivalência de área (IEA).

O IEA diz respeito à proporção entre a área em cultivo solteiro e a área em cultivo consorciado necessária para se obter uma quantidade igual de rendimento, no mesmo nível de manejo (Andrews; Kassam, 1976). Sendo assim, o IEA é a soma das frações dos rendimentos das culturas consorciadas em relação aos rendimentos das culturas solteiras (Andrews; Kassam, 1976). Quando o índice tem valor > 1 , significa que o consórcio foi vantajoso e que um sistema de monocultivo das mesmas culturas necessitaria de mais área para atingir a mesma produção, e quando o índice tem valor < 1 , significa que o consórcio foi desvantajoso e que se as culturas fossem cultivadas em monocultivo, elas necessitariam de uma área menor para atingir a mesma produção (Onwueme; Sinha, 1991).

O ganho de produtividade por área é fruto de uma melhor utilização dos recursos disponíveis no agroecossistema. Isso ocorre porque cultivos consorciados intensificam a produção tanto no tempo como no espaço, resultando neste melhor uso dos recursos que antes eram perdidos para o ambiente, e agora são acessados e utilizados para o crescimento das culturas e produção de alimentos (Gebu, 2015). Esse efeito se torna mais importante considerando que, em sua maioria, consórcios são mais utilizados em pequenas propriedades, que baseiam sua produção em trabalho manual e uso eficiente dos recursos disponíveis no agroecossistema em oposição a um grande aporte de insumos externos (Brooker et al., 2015).

Apesar de cultivos consorciados estarem relacionados, em sua maioria, com a baixa utilização de insumos externos, como herbicidas e inseticidas, suas vantagens produtivas não se limitam a este tipo de manejo. Segundo Altieri (2004), é possível explorar melhores

produtividades por área com consórcios enquanto se aumenta a produtividade também utilizando agrotóxicos. Porém, em um trabalho conduzido por Gliessman (2000), indicou que, não foi possível obter incremento no IEA no consórcio entre milho, feijão e abóbora realizado em uma área com longo histórico de utilização de agrotóxicos e manejo intensivo do solo.

Além de uma maior produtividade por área, consórcios também são indicados por possuírem uma maior estabilidade na produção quando comparados a monocultivos. Essa estabilidade se baseia na ideia de que se uma cultura vir a sofrer uma grande perda por razões bióticas ou abióticas, as outras culturas que compõem esse cultivo compensarão a produção desta, minimizando o impacto na propriedade rural (Wiley, 1979). Em um estudo conduzido por Fischer (1976) com consórcio de milho e feijão, um dos locais do estudo sofreu com chuvas de granizo que danificaram o milho, porém, mesmo com esse dano, o IEA se manteve com valor de 1,82 por conta da participação do feijão no computo da produtividade total por área (apud. Wiley, 1979).

Entretanto, é importante ressaltar que, maior quantidade de espécies nem sempre é sinônimo de maior estabilidade. Se a escolha de espécies não for correta, isso pode causar uma instabilidade do sistema por conta, principalmente, de fortes relações de competição. Como exemplo, as espécies podem não se complementar na utilização de recursos e competem fortemente, como também uma cultura pode hospedar pragas ou vetores de doenças prejudiciais para outra (Reijntjes et al., 1992).

Para aqueles que utilizam o cultivo consorciado como forma de subsistência, uma vantagem importante é a diversificação na alimentação e melhora na dieta (Silva, 2008). Um exemplo claro dessa vantagem é observado no policultivo conhecido como Milpa, um cultivo muito comum na região da América Central e no México, composto por milho, feijão e abóbora. Segundo Terán e Rasmussen (2009), juntas essas três culturas proporcionam carboidratos, proteínas e outros nutrientes essenciais para uma boa alimentação.

2.2 Milho

O milho (*Zea mays* L.) é uma planta que pertence à família *Poaceae*, originária do continente americano (Gómez Martínez, 2015). É uma cultura de ciclo anual que segue o padrão de outros membros de sua família, possuindo nós e entrenós ao longo de seu caule, crescendo uma folha oposta a outra a cada nó e podendo atingir até 3,5 metros de altura (Kling; Edmeades, 1997).

A planta de milho possui sistema radicular fasciculado, onde, ao germinar, irá emitir suas raízes primárias seminais que vão sustentar e nutrir durante as fases iniciais de seu

desenvolvimento, sendo substituídas depois de duas a três semanas pelas raízes adventícias que ocuparão, majoritariamente, uma camada de 60 cm de profundidade (Magalhães et al., 1994). Além disso, a planta também emite raízes adventícias acima do solo, estas com função principal de sustentação, porém ainda são capazes de absorver nutrientes e água (Magalhães et al., 1994).

O ciclo da cultura pode durar de 80 a mais de 140 dias, dependendo da variedade, das condições climáticas e da finalidade do milho que se deseja colher, variando de milho para consumo verde ou milho para ração (Badu-Apraku; Fakorede, 2017). Sua fenologia é caracterizada por um período vegetativo e um período reprodutivo (Kling; Edmeades, 1997). Na fase vegetativa, ocorre a subdivisão entre VE, V1, V2, ... Vn, VT onde cada estágio corresponde ao surgimento de uma nova folha, sendo Vn o surgimento da enésima folha. Essa fase se inicia com VE caracterizando a emergência da plântula, e termina em VT que sinaliza a aparição do pendão (Ritchie et al, 1986).

A fase reprodutiva se inicia com a aparição do estigma, conhecida como boneca ou cabelo do milho (R1), e as subsequentes fases (R2 - R6) dirão respeito ao desenvolvimento do grão do milho e seu acúmulo de amido e de massa de matéria seca (Magalhães et al., 2002). O ponto de maturidade fisiológica (R6) marca o fim do ciclo da cultura, e corresponde ao acúmulo máximo de massa de matéria seca nos grãos e é determinado a partir da observação da linha de leite ocupando menos que 50% do grão, e também pela aparição de uma camada preta no ponto de ligação do grão com a espiga (Ritchie et al, 1986).

Quanto às exigências nutricionais da cultura, o milho apresenta um aumento linear na extração de nutrientes conforme o aumento da produtividade (Coelho, 2006). Em ordem de quantidade, o nitrogênio (N) e o potássio (K) são os nutrientes mais utilizados pela cultura, seguidos pelo fósforo (P), onde para se atingir uma produtividade de 10-15 t/ha são extraídos cerca de 217, 42 e 157 kg/ha de N, P e K, respectivamente (Coelho, 2006). Em um experimento conduzido por Karlen et al. (1987) com milhos híbridos, foi determinado dois picos no acúmulo de matéria seca e de absorção de nutrientes durante seu ciclo, sendo o primeiro durante o crescimento vegetativo (V12-V18), fase em que o potencial produtivo está sendo estabelecido, e o segundo durante a fase reprodutiva, durante o enchimento dos grãos, onde esse potencial produtivo está sendo atingido.

Diferente dos outros cereais, o milho é uma planta monóica, ou seja, que possui órgão feminino e masculino em um mesmo indivíduo separadamente (Kling; Edmeades, 1997). A inflorescência masculina é representada pelo pendão e é responsável pela produção e

dispersão do grão de pólen, já a inflorescência feminina é representada pela espiga do milho, onde cada grão é um ovário que possui seu estigma (Magalhães, 1994).

A fecundação irá ocorrer no momento em que o grão de pólen atingir o estigma da planta, e este através do tubo polínico, chegar em contato com o óvulo. O milho possui uma taxa de 5% de autopolinização e 95% de polinização cruzada, caracterizando uma planta alógama. Isso ocorre tanto pela arquitetura da planta, que possui os dois órgãos sexuais em flores diferentes e distantes um do outro, quanto por apresentar o fenômeno de protandria, onde a parte masculina (grão de pólen) atingirá a maturidade antes da parte feminina (estigma) se tornar receptiva (Bespalkok, 2016).

O milho é uma planta de metabolismo C4 (Magalhães, 1994). Plantas com esse metabolismo possuem um mecanismo que aumenta a fixação de CO₂, mantendo alta a relação entre CO₂ e O₂, diminuindo a fotorrespiração, assim como a perda de água (Hatch; Osmond, 1976). Em comparação com plantas C3, as plantas C4 apresentam uma maior capacidade fotossintética, maior eficiência no uso de água e de N, e em algumas circunstâncias, melhor eficiência no uso da luz (Leegood, 2002). Dentre as vantagens das plantas C4, o milho garante maior eficiência no uso da luz, suportando uma grande quantidade de radiação sem que ocorra a saturação e limitação do processo de fotossíntese (Bergamaschi; Matzenauer, 2014)

Quanto à faixa de temperatura ideal para seu crescimento, o milho se comporta similarmente a uma planta C3 em um estudo conduzido por Crafts-Brandner; Salvucci (2002). O trabalho concluiu que a faixa de temperatura ideal para a cultura é de 28°C a 37,5°C, onde temperaturas acima desse valor causam diminuição no processo de fotossíntese, e ao atingir 45°C, acontece uma inibição de 95% da fotossíntese (Crafts-Brandner; Salvucci, 2002).

Segundo Doebley (1990), evidências moleculares indicam que o milho se originou da domesticação do teosinto, sendo *Z. mays* subsp, *parviglumis* seu ancestral direto. O autor conclui também que essas evidências indicam uma menor participação da hibridação como força evolucionária no processo de domesticação. Antes da descoberta de uma espécie anual e diploide do teosinto que favoreceria a “*Wilkes hypothesis*” de que o teosinto anual foi derivado de um cruzamento entre *Z. diploperennis* e um milho selvagem extinto (Mangelsdorf, 1986), a hipótese mais aceita era que o milho teria se originado entre uma hibridação teosinto - *Tripsacum* (Mangelsdorf and Reeves 1939).

Ligado com a hipótese de que a espécie de teosinto *Z. mays* subsp, *parviglumis* seria o progenitor do milho, também está a de um único centro de origem para a cultura, uma vez que segundo Doebley (1990), evidências moleculares não dão nenhum suporte a teoria de múltiplos centros de origem. Esta espécie está presente em uma área limitada na bacia do rio

balsa ao sul do México e é improvável que esta domesticação tenha acontecido múltiplas vezes devido à grande complexidade de “transformar” o teosinto no milho em que conhecemos nos dias de hoje (Doebley, 1990).

Embora a teoria de um único centro de origem para o milho seja a mais aceita, existe também a hipótese de que existam múltiplos centros de origem (Serratos, 2009). Um estudo de Kato (2005) identificou uma relação entre nós cromossômicos do teosinto presentes em diferentes raças de milho, estas que estavam distribuídas em uma extensão desde o México até a Guatemala. Dessa forma, foram determinados cinco centros de origem e domesticação, ou seja, regiões onde existiam plantas incipientes de milho e se começou a cultivá-las para alimentação, e quatro centros de diversificação onde seguindo os fluxos migratórios, ocorreram hibridações e surgimentos de novas raças de milho (Kato et al., 2009).

Atualmente, o milho é a segunda maior cultura em área plantada do mundo com 203 milhões de hectares, perdendo apenas para o trigo com 219 milhões de hectares. Também é a segunda maior cultura em quantidade de produção do mundo com 1,16 bilhões de toneladas, perdendo apenas para a cana de açúcar com 1,92 bilhões de toneladas. No Brasil o cenário é parecido, pois o milho também é o segundo colocado em área plantada, perdendo para soja, e o terceiro em produção bruta perdendo para cana-de-açúcar e soja (FAO, 2022).

Além da sua grande importância na agricultura intensiva e de ser uma das principais *commodities* exportadas pelo país, atingindo uma quantidade de 54,6 milhões de toneladas na safra 2022/2023 (Conab, 2024), o milho também tem sua importância na agricultura familiar de menor escala. Segundo dados do último Censo Agropecuário do IBGE (2017), no Brasil, 76,8% de todos os estabelecimentos agropecuários correspondem à agricultura familiar. Estes estabelecimentos estão localizados principalmente na região nordeste, que sozinha representa 46,6% do número total de pessoas ocupadas no campo com agricultura familiar. Dentre todos os produtos agropecuários, o milho é aquele que está presente em um maior número de estabelecimentos (cerca de 33%), e a região nordeste também é a que possui o maior número de estabelecimentos que possui o cultivo de milho como lavoura temporária, com destaque para os estados do Ceará, Piauí e Bahia IBGE (2017).

2.3 Abóbora

Abóbora, moranga, abobrinha, jerimum ou cabaça são alguns dos nomes dados aos indivíduos do gênero *Cucurbita* da família *Cucurbitaceae* (Ramos et al., 2010). São culturas onde principalmente os frutos são explorados economicamente tanto na forma madura quanto imatura, a depender da espécie (Whitaker; Bohn, 1950). Podem ser utilizados no preparo de

diversos pratos doces e salgados, e até mesmo destinado para a alimentação de suínos e bovinos (Barbieri, 2012).

As espécies cultivadas que pertencem a esse gênero são plantas herbáceas anuais que apresentam crescimento indeterminado e prostrado, com ramos que se enraízam a cada nó, podendo chegar a mais de 10m de comprimento (Whitaker; Robinson, 1986). Seu ciclo varia de 80 a 150 dias a depender da cultivar (Amaro *et al.*, 2021). Durante seu desenvolvimento ocorrerão simultaneamente crescimento vegetativo, floração e frutificação (Amaro *et al.*, 2021).

O N é um nutriente extremamente importante na produção de abóbora, tanto do ponto de vista da produtividade quanto na duração do ciclo da cultura. Poucas quantidades de N podem resultar na redução do tamanho dos frutos e em baixos rendimentos, já o excesso pode atrasar a floração, e, conseqüentemente, aumentar o tempo até o ponto de colheita (Swiader; Showmaker, 2004). Trabalhos envolvendo adubação com diferentes quantidades e proporções de N e K, indicaram que valores elevados de N podem limitar a produtividade por atrasar a maturação dos frutos, e que menores quantidades de K estão relacionadas a menores produtividades (Swiader *et al.*, 1994; Grazia *et al.*, 2003).

As espécies do gênero *Cucurbita* são monóicas com flores unissexuais, de polinização aberta e auto compatíveis (Esquinas-Alcazar; Gulick 1983). A floração se inicia de 30 a 40 dias após a emergência (Amaro *et al.*, 2021), e possui três fases distintas, primeiramente será emitida apenas flores masculinas por aproximadamente 10 dias, nos próximos 20 dias ocorre o início da produção e flores femininas e nos 20 dias subseqüentes um aumento na proporção de flores pistiladas para estaminadas (Allesh *et al.*, 2019).

Os padrões de florescimento desempenham um papel importante na produtividade das culturas do gênero *Cucurbita* (Loy, 2004). Quatro aspectos devem ser considerados para se entender essa influência, sendo eles, a época do aparecimento da primeira flor pistilada e da primeira flor estaminada, a razão entre a quantidade de flores pistiladas produzidas com a quantidade de frutos produzidos, a razão entre flores pistiladas e estaminadas durante o período de frutificação e os efeitos do ambiente na indução floral e na frutificação (Loy, 2004).

Plantas do gênero *Cucurbita* produzem uma quantidade elevada de flores masculinas quando comparadas com flores femininas (NeSmith *et al.*, 1994). A proporção de flores estaminadas e pistiladas que são emitidas pela planta, ou razão sexual, pode variar de acordo com a temperatura, onde temperaturas mais elevadas favorecem flores estaminadas

(Woodson; Fargo, 1991), e tamanho do dia, onde maiores comprimentos do dia, favorecem flores estaminadas e menor o comprimento do dia favorece flor pistilada (Whitaker, 1931).

Segundo Woodson e Fargo (1991), a alteração na razão sexual causada pela temperatura não afetou o número de flores pistiladas. A única mudança ocorreu no número de flores estaminadas. Allesh et al. (2019) apontam a importância da abundância de flores estaminadas, ou seja, uma maior razão sexual, para garantia de polinização, formação dos frutos e, conseqüentemente, maior produtividade.

Devido às características físicas do grão de pólen do gênero *Cucurbita*, é necessário a atuação de insetos polinizadores para que ocorra a transferência do pólen da flor masculina para a feminina (Whitaker; Robinson 1986). Esse trabalho é feito, na maioria das vezes, por abelhas (Loy, 2004). Para o gênero *Cucurbita* existem espécies de abelhas nativas exclusivas e especializadas em sua polinização, como é o caso das pertencentes aos gêneros *Peponapis* e *Xenoglossia* (Tepedino, 1981). Apesar de não serem as mais adaptadas e eficientes para a polinização de plantas desse gênero, as abelhas da espécie *Apis mellifera* também são de grande importância para a produção dessas culturas (Tepedino, 1981).

O gênero *Cucurbita* é considerado um dos morfologicamente mais diversos dentre todas as plantas (Robinson et al., 1976). Os ancestrais selvagens desse gênero estão espalhados em vários habitats com diferentes altitudes e latitudes (Kates et al., 2017). Registros arqueológicos de *Cucurbita pepo* L. indicam que seu cultivo já era realizado de 8.000 a 10.000 anos atrás, sendo considerada uma das primeiras espécies a serem domesticadas. Como comparação, registros da domesticação de milho e feijão datam de 4.000 a 6.000 anos atrás (Bisognin, 2002).

Sua domesticação ocorreu nas Américas e esteve presente na alimentação de praticamente todos os povos indígenas que habitavam o continente, compreendendo desde onde hoje é o sul do Canadá até a Argentina e Chile (Nee, 1990). Segundo Kates et al. (2017), apenas três das seis espécies cultivadas do gênero *Cucurbita* possuem um ancestral selvagem conhecido que permite delimitar precisamente seu centro de origem. Sendo elas *C. maxima* ssp. *maxima* originária do Uruguai e Argentina (Nee, 1990), *C. argyrosperma* ssp. *sororia* originária do México e Nicarágua (Nee, 1990) e *C. pepo* ssp. *ovifera* var. *ovifera* originária dos Estados Unidos (Kates et al., 2017). *C. moschata*, *C. ficifolia* e *C. pepo* ssp. *pepo* possuem vários candidatos a centro de origem que se espalham por todo continente americano (Nee, 1990; Kates et al., 2017).

Das dez espécies mais cultivadas da família das Cucurbitaceae, quatro pertencem ao gênero *Cucurbita* (Chomicki et al., 2020). Destas, as três principais economicamente e

cultivadas mundialmente são *Cucurbita pepo* L., *Cucurbita maxima* Duch, e *Cucurbita moschata* Duch (Loy, 2004). Segundo dados da FAO, foram produzidas no mundo aproximadamente 2,28 milhões de toneladas de abóboras, morangas, abobrinhas e cabaças (FAO, 2022). No ano de 2017, o Brasil foi responsável pela produção de um total de aproximadamente 418 mil toneladas de abóbora, moranga e jerimum (IBGE, 2017)

Segundo o Censo Agropecuário de 2017, a cultura da abóbora, moranga ou jerimum esteve presente em 273.451 estabelecimentos como lavoura temporária e com um valor total de produção de 366 milhões de reais (IBGE, 2017). Essa cultura se mostrou mais importante para os estados do Rio Grande do Sul, Bahia e Minas Gerais que apresentam as maiores quantidades de área colhida, valor de produção e número de estabelecimentos (IBGE, 2017). Destaque para o estado do Ceará, que apesar de possuir o mesmo número de estabelecimentos com a cultura que Minas Gerais, possui uma área colhida quase três vezes menor (IBGE, 2017).

3. OBJETIVOS

Objetivo geral

Compreender a dinâmica e o desempenho do cultivo consorciado com milho e abóbora frente à implementação de diferentes variedades comerciais abóboras.

Objetivos específicos

- Analisar diferentes índices de crescimento para cada uma das cultivares de abóbora e correlacionar os efeitos verificados com o desenvolvimento e produtividade do milho.
- Identificar a existência ou não de diferenças nos padrões de razão sexual e fenologia entre os tratamentos e correlacionar com possíveis variações na produtividade das variedades de abóbora.
- Constatar qual ou quais tratamentos apresentaram maiores índices de produtividade por área.
- Correlacionar a porcentagem de cobertura de solo dos consórcios de milho com abóboras, considerando a presença de plantas daninhas.

4. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado de Outubro/2023 até Fevereiro/2024, na área experimental do Laboratório de Agricultura Orgânica (Figura 1) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), campus Araras, nas coordenadas 22° 18' 25.618" Sul e 47° 22' 42.340" Oeste. Durante os meses da condução do estudo a temperatura média variou de 23,8 a 25,5 °C e a precipitação variou de 137,9 a 196,1 mm (Figura 2). O solo da área experimental é um Argissolo (Santos et al., 2018). A análise do solo foi realizada antes do início do experimento, retirando-se amostras de 0-20 cm, cujo resultado para as características químicas consta no Anexo 1.



Figura 1: Imagem de aérea da área experimental do Laboratório de Agricultura Orgânica da UFSCar - Araras durante a realização do experimento. Em destaque, área utilizada para a condução do experimento de policultivo.

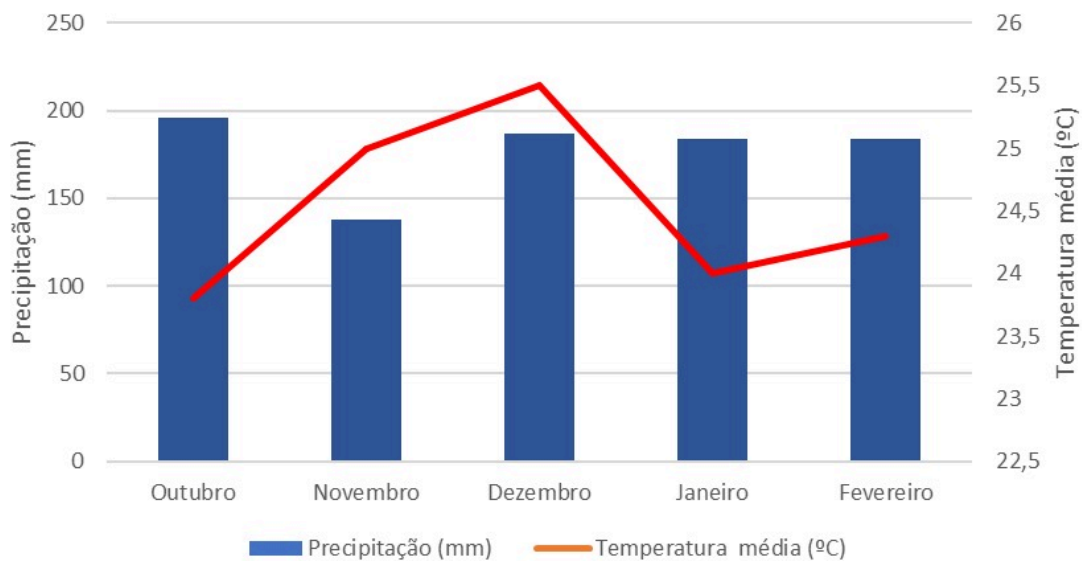


Figura 2: Dados de precipitação total (mm) e de temperatura média (°C) da estação meteorológica automática localizada na Universidade Federal de São Carlos, campus Araras-SP, a 690 m de altitude.

4.1 Delineamento experimental e tratamentos

O experimento foi realizado em blocos casualizados, com três tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos pelo cultivo consorciado de milho (*Zea mays* L.) e uma diferente variedade de abóbora: (a) cultivar moranga exposição (*Cucurbita maxima*), (b) mini paulista (*Cucurbita moschata*) e (c) menina brasileira (*Cucurbita moschata*). Também foi conduzido, de maneira isolada, áreas controle de monocultivo para cada uma das culturas e variedades estudadas.

Cada parcela de consórcio teve área de 4 x 6 m, onde o milho foi plantado com linhas com espaçamento de 1,35 x 0,20 m, e a abóbora 2 x 3 m. Esse arranjo corresponde a uma densidade de 37.037 plantas de milho, e 1.666 plantas de abóbora por hectare. As áreas de monocultivo de milho e abóbora tiveram densidades de 111.111 e 1.666 plantas por hectare, respectivamente

4.2 Instalação do experimento

A área foi preparada de forma convencional, sendo utilizado subsolador, grade pesada e grade niveladora.

Posteriormente foi demarcado manualmente cada uma das parcelas, assim como também abertas as linhas para a semeadura do milho com espaçamento de 1,35m entre elas, e as covas para as abóboras com o espaçamento de 2 x 3m.

A semeadura também foi realizada manualmente, colocando-se duas sementes de milho em cada ponto de semeadura, considerando cinco plantas por metro linear, e quatro sementes de abóbora em cada cova, para garantir a formação de estande. Após a emergência das plântulas foi realizado o desbaste mantendo apenas uma planta em cada ponto.

A variedade de milho utilizada foi o AL Avaré adquirido por meio da Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI). É um milho variedade de polinização aberta, com ciclo de 130 a 140 dias, que atinge cerca de 2,1-2,2 m com alta estabilidade na produção, rusticidade, bom empalhamento, tolerante ao acamamento e produtividade estimada de 7500 kg/ha (CATI, 2010). Já as sementes de abóbora foram adquiridas por meio de doação da Feltrin Sementes[®], sendo as seguintes variedades: Mini Paulista Isabella, Menina Brasileira e Moranga Exposição.

A condução do experimento seguiu as normas brasileiras para produção orgânica, sem a utilização de nenhum agroquímico. A adubação das parcelas de policultivo seguiu a recomendação da cultura considerando a de maior exigência nutricional, nesse caso, a abóbora. Foram aplicados, por parcela, 10,5 kg de cama de frango e 5 kg de Yoorin Master[®], visando suprir a necessidade de macro e micronutrientes das culturas.

4.3 Manejo e Tratos Culturais

Durante a realização do experimento foram realizadas capinas manuais com enxada, sempre que observada a necessidade. Assim como irrigações suplementares, sempre que o solo se apresentava com baixa umidade em profundidade. Além disso, foi aplicado *Bacillus Thuringiensis* aos 42 e 51 dias após o plantio, para controle da Lagarta do Cartucho (*Spodoptera frugiperda*) nas plantas de milho.

4.4 Parâmetros analisados

Fenologia e variáveis de crescimento

Para todos os tratamentos, foram determinados os estádios fenológicos do milho (Magalhães et al., 2002) e das variedades de abóboras. A determinação do padrão fenológico das abóboras em cada um dos tratamentos foi computado em dias: o tempo do plantio até a emergência da plântula; da emergência até a abertura da primeira flor; da abertura da primeira flor até o aparecimento do primeiro fruto e do primeiro fruto até maturação dos frutos.

Como indicativo de crescimento da cultura do milho foram determinadas a altura da planta (cm), medindo do solo até a folha apical expandida com uma régua graduada, e a espessura do caule (mm) na altura do solo com um paquímetro. Essas mensurações ocorrerão

em intervalos de 14 dias até o início do estágio reprodutivo (Benincasa, 1988; Dayrell & Paula, 2020).

Análise de cobertura do solo e População de plantas daninhas

A porcentagem de cobertura de solo foi determinada em três momentos (60, 74 e 88 DAS), posicionando sobre as plantas de abóbora um quadrado de 0,25 m² com uma linha passada no comprimento e na largura em intervalos de 10 cm, formando ao total 16 intercessões, sendo contabilizado a quantidade de área ocupada por folhas (Faversani et al., 2014).

Para a análise da população de plantas daninhas, foi utilizado o método descrito em Carruthers (1998), que consta com a retirada das espécies daninhas de uma porção equivalente a 0,1 m² de cada tratamento, escolhida de maneira aleatória, e realizada a secagem em estufa de circulação de ar forçada à temperatura de 65°C, até atingirem massa constante. Quando observado o máximo fechamento das entrelinhas pela cultura da abóbora, foi realizado o controle total das plantas infestantes e cessado as capinas manuais, dessa forma, foi realizado a análise com as daninhas que emergiram até o final do ciclo do milho, totalizando um intervalo de 54 dias.

Razão Sexual

Ao longo do experimento foi contabilizada a quantidade de flores emitidas por planta, diferenciando entre flores pistiladas (femininas) e estaminadas (masculinas). Essa contabilização ocorreu no intervalo de 41 DAS até 72 DAS, onde a cada 2 ou 3 dias era amarrado um barbante colorido nos botões florais que estavam próximo a antese e em flores que ela já havia ocorrido, a fim de evitar que a mesma flor fosse contada duas vezes. Com esses dados determinou-se a quantidade média de flores emergidas por dia por planta; assim como a razão sexual (estaminada:pistilada) (Lima et al., 2022; Allesh et al., 2019; Akimoto et al., 1999)

Índices de produtividade

Ao final do experimento foi mensurada a produção de cada uma das culturas individualmente (milho e abóbora), e calculado suas respectivas produtividades ($kg \cdot ha^{-1}$), considerando todas as espigas de milho eliminando as bordaduras e todas as abóboras presentes na parcela. Para o milho, a umidade do grão foi ajustada a 13% antes da determinação (Dayrell & Paula, 2020). Com estes dados, é possível obter parâmetros que

indicam a eficiência e viabilidade de um cultivo consorciado, sendo um dos mais importantes o Índice de Equivalência de Área (IEA) (Souza & Macedo, 2007), considerando inclusive as produtividades observadas nas parcelas dos cultivos solteiros.

Análise dos dados

Os resultados obtidos, exceto fenologia e IEA, foram submetidos a Análise de Variância (ANOVA) e, quando houve efeito entre os tratamentos, as médias foram comparadas por meio do teste de Tukey, considerando-se o nível de 5% de significância ($p < 0,05$).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Fenologia

Verifica-se que a fenologia do milho não teve alterações entre os tratamentos (Figura 3). Isso reforça o fato de que os estádios fenológicos e desenvolvimento da cultura são influenciados principalmente pela disponibilidade térmica durante seu cultivo (Gilmore; Rogers, 1958) e que o consórcio não interferiu no ciclo da cultura.

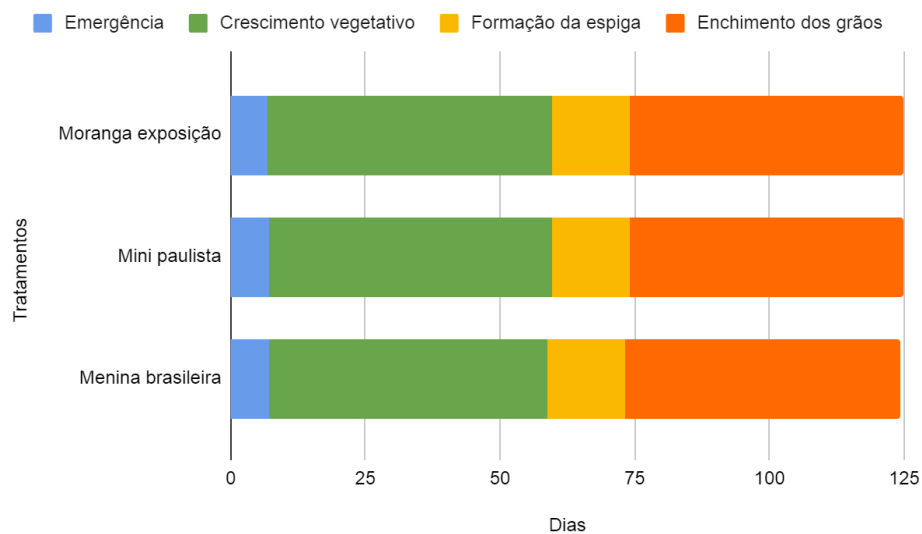


Figura 3: Fenologia do milho em consórcio para cada um dos tratamentos com diferentes variedades de abóbora. Emergência: do plantio até a emergência e rompimento do coleóptilo. Crescimento vegetativo: compreende o intervalo de V1 até VT (pendoamento). Formação da espiga: de VT até R1 (embonecamento). Enchimento dos grãos: de R1 até R6 (ponto de colheita).

A fenologia das três variedades de abóbora também não apresentou grande diferença entre si nas fases determinadas (Figura 4). As diferenças observadas são resultado principalmente da variação no tempo de ciclo de cada variedade, que vai de 70-80 dias para a mini paulista, até 120-140 dias para menina brasileira. É importante salientar que como a abóbora possui um crescimento de tipo indeterminado, ao mesmo tempo poderá estar ocorrendo tanto a fase vegetativa, quando a reprodutiva.

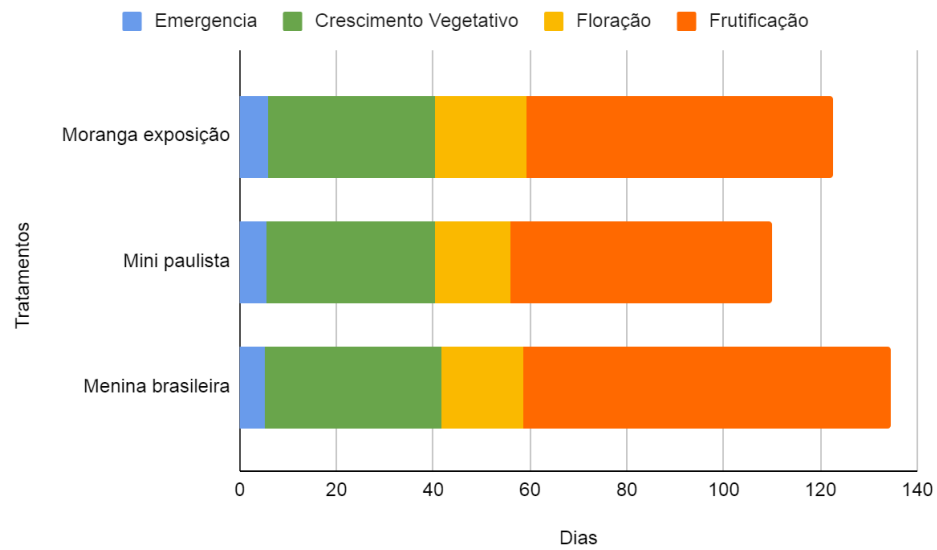
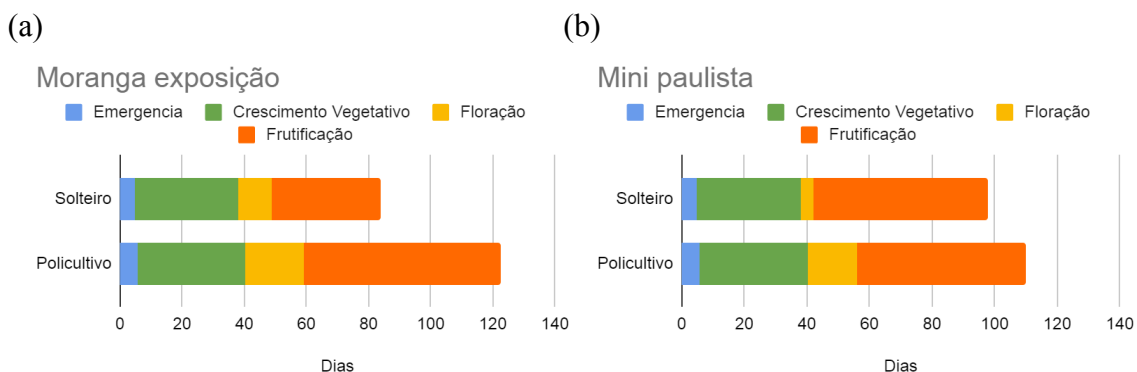


Figura 4: Fenologia das variedades de abóbora para cada um dos tratamentos em consórcio com milho. Emergência: do plantio até a emergência do par de folhas cotiledonares. Crescimento vegetativo: da emergência até a aparição do primeiro botão floral. Floração: período até a aparição da primeira flor feminina. Frutificação: período entre a primeira flor feminina fecundada até atingir ponto de colheita dos primeiros frutos.

Quando comparada a fenologia das variedades de abóbora em monocultivo com seus respectivos consórcios, todas elas iniciaram mais cedo sua floração em monocultivo, e tiveram menores intervalos entre a emissão da primeira flor masculina até a primeira flor feminina (início da frutificação) (Figura 5). Além disso, as variedades Moranga exposição e Menina brasileira também apresentaram períodos mais curtos até a maturação dos frutos no cultivo solteiro (Figura 5). Este atraso no ciclo observado nas três variedades (Figura 5) é resultado da competição com o milho. A cultura por possuir um porte mais alto, acaba sombreando a abóbora e diminuindo a quantidade de raios solares incidentes, reduzindo a quantidade de fotossíntese realizada pela planta. Além da evidenciada competição por luz, pode ter ocorrido também a competição interespecífica por água e nutrientes.



(c)

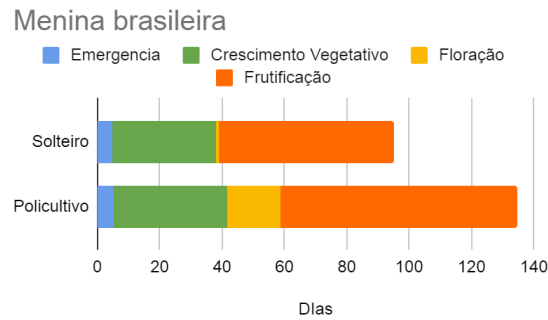


Figura 5: Estádios fenológicos das variedades de abóbora (a) Moranga exposição, (b) Mini paulista e (c) Menina brasileira) cultivadas de forma solteira e em consórcio com a cultura do milho. Emergência: do plantio até a emergência do par de folhas cotiledonares. Crescimento vegetativo: da emergência até a aparição do primeiro botão floral. Floração: período até a aparição da primeira flor feminina. Frutificação: período entre a primeira flor feminina fecundada até atingir ponto de colheita dos primeiros frutos.

Essa mudança na fenologia das variedades pode possuir alguns benefícios para o consórcio. Primeiramente, durante a fase de frutificação, os recursos energéticos da planta são divididos para manter o crescimento vegetativo e para o crescimento e maturação dos frutos, dessa forma, em hipótese, quando ela demora mais tempo para atingir essa fase, mais recursos são investidos para o crescimento de raiz e parte aérea, o que melhora a capacidade de cobertura do solo e também a de captação de luz que penetra no dossel dando suporte para uma maior taxa fotossintética no momento de formação dos frutos (Vieira, et al., 2010).

Além disso, como a fase de maior exigência nutricional da abóbora é durante a frutificação, um atraso para o início desta fase, resulta em um maior tempo que a cultura do milho conseguiu se desenvolver sem essa competição mais intensa, tendo em vista que o milho é a cultura principal.

Outro destaque positivo para os três tratamentos é o aumento do período da emissão da primeira flor masculina até a emissão da primeira flor feminina. Para a planta da abóbora, é bem menos exigente do ponto de vista nutricional manter uma flor masculina do que uma feminina, dessa forma, é importante que a cultura emita uma boa quantidade de flores masculinas e, conseqüentemente uma boa quantidade de pólen, para aumentar a chance do sucesso da polinização da flor feminina, melhorando a eficiência energética da planta (Allesh et al., 2019).

5.2. Variáveis de crescimento e florescimento

O diâmetro e a altura do milho não apresentaram diferença estatística entre os tratamentos em nenhum dos três momentos observados (Tabela 1). Isso indica que as três variedades utilizadas interferem igualmente no crescimento e desenvolvimento do milho.

Tratamentos	Diâmetro do milho (mm)	Altura do milho (cm)
Moranga exposição	24,28 a	126,88 a
Mini paulista	23,40 a	141,03 a
Menina brasileira	25,09 a	150,67 a
CV (%)	5,99	13,28

Tabela 1: Diâmetro, em milímetros, e altura do milho, em centímetros, de plantas de milho cultivadas em consórcio com diferentes variedades de abóbora 42 dias após o plantio. Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. CV (%): Coeficiente de variação.

No que diz respeito a altura e diâmetro das abóboras, ambos apresentaram diferença estatística quando medidas com 14 DAS, porém, na segunda medida, que ocorreu com 28 DAS, estas já não apresentavam diferença. Isso indica, possivelmente, uma diferença entre espécies do gênero *Cucurbita*, onde a variedade moranga exposição (*Cucurbita maxima*) apresenta um maior crescimento inicial destes parâmetros quando comparada com as variedades mini-paulista e menina brasileira (*Cucurbita moschata*) (Tabela 2). Entretanto, esse maior crescimento não foi suficiente para alterar as variáveis de crescimento do milho, uma vez que estas não apresentaram diferença estatística quando medidas no mesmo momento.

Para os dados de número de flores pistiladas, estaminadas (Figura 6) e de razão sexual, não foram observadas diferenças estatísticas entre os tratamentos (Tabela 2). Além disso, os valores absolutos obtidos nas três variáveis possuem semelhança com valores encontrados em Lima et al. (2022). Isso indica que, em consórcio com milho, as três variedades de abóbora obtiveram padrões de florescimento necessários para garantir a produtividade.



Figura 6: Primeira e segunda imagem correspondem a flores estaminadas em período de antese da variedade mini paulista e moranga exposição, respectivamente. Terceira imagem corresponde a uma flor pistilada em período de antese da variedade menina brasileira.

Outro aspecto observado, porém, sem a determinação quantitativa, foi que as folhas das três variedades de abóbora, quando em consórcio, se mostraram maiores quando comparadas com as em monocultivo. Isso ocorreu, pois, a planta, quando em situação de baixa luminosidade, tende a investir em folhas com áreas maiores a fim de interceptar uma maior quantidade de raios solares que penetram o dossel (Dwyer et al., 2014). Apesar das folhas estarem individualmente maiores, a porcentagem de cobertura dentro do consórcio ainda se manteve menor que em monocultivo, resultado da competição com o milho.

Tratamentos	AE (cm) 14 DAS	AE (cm) 28 DAS	DA (mm) 14 DAS	DA (mm) 28 DAS	NF 28 DAS	NFP	NFE	RS
ME	3,45 a	7,13 a	5,30 a	10,48 a	5,90 a	5,75 a	86,25 a	16,3:1 a
MP	2,13 b	7,30 a	3,73 b	8,61 a	8,65 a	7,50 a	69,00 a	11,7:1 a
MB	2,09 b	6,15 a	3,45 b	7,15 a	13,44 a	8,29 a	98,46 a	18,7:1 a
CV (%)	14	10,1	9,17	17,5	38,59	85,86	48,28	60,77

Tabela 2: Altura da planta de abóbora (cm) e diâmetro da planta de abóbora (mm) cultivadas em consórcio com milho em dois momentos, 14 e 28 dias após a semeadura. Número de folhas com 28 DAS. Total de flores pistiladas contabilizadas no período de 41 DAS até 72 DAS. Médias seguidas por letras diferentes nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. ME: Moranga exposição, MP: Mini paulista, MB: Menina brasileira. AE: Altura da abóbora, DA: Diâmetro da abóbora, NF: Número de folhas, NFP: Número de flores pistiladas, NFE: Número de flores estaminadas, RS: Razão sexual. CV (%): Coeficiente de variação.

Como observado na tabela 2, as três variedades de abóbora apresentaram quantidades estatisticamente semelhantes de flores pistiladas (feminina) e estaminadas (masculina), e conseqüentemente, uma razão sexual sem diferença estatística (Tabela 2).

Durante o decorrer do experimento, ocorreu um forte ataque de broca dos frutos (*Diaphania nitidalis*), que causou o aborto de diversos botões florais, comprometendo as flores antes da ocorrência da antese.

Nos monocultivos de abóbora, as variedades mini-paulista e menina brasileira apresentaram queda drástica em seus valores de razão sexual, que respectivamente foram de 0,64 e 2,9, por sua vez, a variedade moranga exposição manteve um valor semelhante em ambas situações. Essa flutuação no valor foi resultado apenas da diminuição da quantidade de flores estaminadas, acredita-se que o conjunto de uma temperatura mais elevada e uma condição maior de déficit hídrico, assim como o ataque de pragas, foram a causa desse problema. Uma vez que a quantidade de flores femininas se manteve e havia quantidade suficiente de pólen proveniente das flores dos cultivos consorciados que estavam dispostos próximos, essa baixa razão sexual observada não afetou a produtividade da cultura. Porém, como indica Allesch et al. (2019), um valor elevado de razão sexual é de extrema importância para garantir que o máximo potencial produtivo em campo seja atingido.

5.4 Cobertura de solo e massa de matéria seca de plantas daninhas

Verificou-se que, para a porcentagem de cobertura do solo, as variedades mini paulista e menina brasileira foram superiores a moranga exposição, na segunda e terceira avaliação (aos 74 e 88 DAS). É possível observar que os valores de cobertura da variedade moranga exposição diminuíram ao longo das análises, indicando que no período observado já ocorria a senescência de partes das plantas que ocupavam as parcelas (Tabela 3).

Conseqüentemente, o padrão de massa de matéria seca de daninhas seguiu o de porcentagem de cobertura do solo, onde, o tratamento com menor porcentagem de cobertura obteve os maiores valores de massa de matéria seca de plantas daninhas, no caso da moranga

exposição, e os tratamentos com maiores cobertura obtiveram menores valores de matéria seca, como no caso da mini paulista e da menina brasileira.

Esse potencial da cultura da abóbora é observado em consórcios entre milho, feijão e abóbora, onde sua função é de atuar como uma cobertura do solo no início do ciclo, diminuindo a população de plantas daninhas e a perda de água do solo por evaporação (Brooker et al., 2014).

Tratamentos	Cobertura (%) 60 DAS	Cobertura (%) 74 DAS	Cobertura (%) 88 DAS	MS de plantas daninhas (g)
Moranga exposição	31,03 a	29,43 b	27,83 b	152,5 b
Mini-paulista	30,03 a	35,25 ab	37,15 ab	96,5 ab
Menina brasileira	47,29 a	52,85 a	54,49 a	74,83 a
CV%	29,66	30,74	19,42	23,43

Tabela 3: Cobertura do solo por plantas de abóbora nos três momentos avaliados (60, 74 e 88 DAS) e massa de matéria seca (MS) de plantas daninhas (corresponde a somatória da coleta em nove pontos de 0,25 m² por parcela, totalizando 2,25 m²) em parcelas cultivadas com diferentes variedades de abóbora em consórcio com milho. Médias seguidas por letras diferentes nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Foi observada diferença significativa na cobertura entre as variedades de abóbora cultivadas em consórcio (Figura 7). A variedade moranga exposição da espécie *C. maxima* apresentava folhas mais largas, arredondadas, e uma cobertura de solo com uma arquitetura menos densa e que permitia a entrada de mais luminosidade. Já as variedades menina brasileira e mini paulista da espécie *C. moschata*, apresentava folhas menores com formato mais triangular e que formava uma cobertura mais densa permitindo uma passagem menor de luz. Além disso, as folhas da variedade moranga exposição entraram em senescência antes do final do ciclo do milho, sendo possível observar uma queda na sua porcentagem e cobertura ao longo das análises, interferindo, inclusive, na maior ocorrência de plantas daninhas nesses tratamentos.



Figura 7: Parcelas do consórcio de abóbora com milho, apresentando, respectivamente a variedade moranga exposição, mini paulista e menina brasileira, todas com 53 dias após a semeadura.

5.5 Produtividade e Índice de Equivalência de Área

A produtividade do milho não variou entre os tratamentos, assim como a produtividade das diferentes variedades de abóbora.

Uma vez que o arranjo dos consórcios mantiveram o milho em um espaçamento bem maior que o convencional (1,35 x 0,2 m), a produtividade quando comparada com o monocultivo na mesma área, se apresentou por volta de 70% menor. Porém, quando comparado a produtividade por espiga ou por planta entre as duas situações, os valores se mantiveram praticamente iguais, onde a média para os consórcios de moranga exposição, mini paulista e menina brasileira foi de 0,14, 0,16 e 0,16 kg, respectivamente, e a média do monocultivo foi de 0,13 kg.

Tratamentos	Produtividade do milho (kg ha ⁻¹)	Produtividade da abóbora (kg ha ⁻¹)	IEA
Moranga exposição	4557 a	3266 a	0,91
Mini-paulista	4902 a	2776 a	1,17
Menina brasileira	4878 a	3159 a	1,11
CV%	6,29	45,46	18,17

Tabela 4: Produtividade do milho em kg/ha com a umidade dos grãos ajustada a 13%, produtividade da abóbora (kg ha⁻¹) e Índice de Equivalência de Área (IEA) em consórcios de milho com diferentes variedades de abóbora.



Figura 8: Imagens da pesagem da variedade moranga exposição, mini paulista e menina brasileira respectivamente.

Outro aspecto observado durante o experimento foi a incidência de oídio nas três variedades de abóbora apenas nos cultivos consorciados. Isso aconteceu porque o consórcio alterou o microclima favorecendo o patógeno que prolifera em cultivos mais adensados e com menores incidência de luz que aumentam a umidade relativa e favorecem a infecção da doença (Reis, 2007).

Importante salientar que a forte presença da broca dos frutos não afetou apenas os botões florais, como também diversos frutos de abóbora. Estima-se uma perda de aproximadamente 50% de produção, independentemente do tratamento avaliado.

6. CONCLUSÃO

Com o presente estudo é possível concluir que as três variedades de abóbora não diferiram entre si na interferência na produtividade do milho, e que os padrões de razão sexual e fenologia das variedades de abóbora também não apresentaram diferenças significativas quando em consórcio. Já quando comparado o comportamento da fenologia das variedades de abóbora em poli e monocultivo, é possível observar vantagens no consórcio, como um atraso no ciclo, que diminui a competição com o milho, e o maior período entre a emissão da primeira flor masculina e a emissão da primeira flor feminina, que contribui para a melhor eficiência no uso da energia.

Além disso, os tratamentos com a variedade menina brasileira e mini paulista se mostraram superiores a variedade moranga exposição nos aspectos de índice de equivalência de área, de porcentagem de cobertura de solo e de supressão de plantas daninhas.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKIMOTO, J.; FUKUHARA, T.; KIKUZAWA, K. Sex ratios and genetic variation in a functionally androdioecious species, *Schizopepon bryoniaefolius* (Cucurbitaceae). **Am. J. Bot.**, v. 86, p. 880-886, 1999.
- ALLES, P. S.; VARMA S.; RESHMI, K.S.; ASWATHI, K.; MEGHA, P.P.; JASNA, T.V.; NIKHILA RESHMI, M.V.; SIBISHA, V.C. Effect of flower sex ratio on fruit set in pumpkin (*Cucurbita maxima*). **Scientia Horticulturae**, v. 246, p. 1005-1008, 2019.
- ALTIERI, M. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**. Guaíba: Agropecuária, 2002
- ALTIERI, MIGUEL. **Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável** /. Miguel Altieri. – 4.ed. – Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2004.
- AMARO, G. B.; HANASHIRO, M. M.; PINHEIRO, J. B.; MADEIRA, N. R.; BORGES, R. M. E. Recomendações técnicas para o cultivo de abóboras e morangas. **Circular Técnica**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2021.
- ANAYA-LÓPEZ, J. L. Et Al. Rendimiento e índice de cosecha de germoplasma de frijol pinto y flor de mayo bajo estrés por temperatura alta. **Revista Fitotecnia Mexicana**, v. 45, n. 1, p. 33, 2022.
- ANDREWS, D.J., KASSAM, A.H. The Importance of Multiple Cropping in Increasing World Food Supplies in Multiple Cropping. **American Society of Agronomy**, v. 27, p. 1-10, 1976.
- BADU-APRAKU, B. & FAKOREDE, M. (2017). Morphology and Physiology of Maize. **Advances in Genetic Enhancement of Early and Extra-Early Maize for Sub-Saharan Africa** (pp.33-53)
- BARBIERI, R. L. A diversidade de abóboras no Brasil e sua relação histórica com a cultura. **Slow Food Brasil**, São Paulo, 2012.
- BECERRIL, J.; CASTAÑEDA, J.; SOLÍS, C. Pobreza, agrodiversidad y nutrición en el Yucatán rural, 2010 **Avances en Investigación Agropecuaria**, v. 18, n. 1, p. 81-100, 2014.
- BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas**. Jaboticabal, FUNEP, 42p. 1988.
- BERGAMASCHI, HOMERO; MATZENAUER, RONALDO. **O milho e o clima**. Porto Alegre: Emater/RS-Ascar, 2014. 84 p. il.
- BESPALHOK, F.J.C; GUERRA, E.P; OLIVEIRA, R.A. Capítulo 4: **Sistemas Reprodutivos de Plantas Cultivadas**. p15-16. 2016.
- BISOGNIN, D. A. Origin and evolution of cultivated cucurbits. **Ciência Rural**, v. 32(4), p. 715–723. 2002.
- BROOKER, R.W., *et al.* Improving intercropping: a synthesis of research in agronomy, plant physiology and ecology. **New Phytol**, v. 206 p. 107-117. 2015.

CARRUTHERS, K., FE, Q., CLOUTIER, D., & SMITH, D. Intercropping corn with soybean, lupin and forages: weed control by intercrops combined with interrow cultivation. **European Journal of Agronomy**, v. 8(3-4), p. 225–238. 1998.

CHOMICKI, G., SCHAEFER, H. AND RENNER, S.S. Origin and domestication of Cucurbitaceae crops: insights from phylogenies, genomics and archaeology. **New Phytol**, v. 226 p.1240-1255. 2020.

COELHO, A.M. Nutrição e adubação do milho. Sete Lagoas: EMBRAPA Milho e Sorgo. (**Circular técnica, 78**). 2006.

Conab - Companhia Nacional De Abastecimento. Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos, v. 11, safra 2023/24, n. 6. 2024.

CRAFTS-BRANDNER S.J., SALVUCCI M. E. Sensitivity of photosynthesis in a C4 plant, maize, to heat stress. **Plant Physiol.** v.129(4), p. 1773-80. 2002.

DAFNI, A. **Pollination ecology: a practical approach**. Oxford: Oxford University. 1992.

DAYRELL D. M.; PAULA R. P. O. **Experimentação agrícola prática no campo**. Uberlândia, MG: Editora Colab, 2020.

DE GRAZIA, J. *et al.* Precocidad y rendimiento en zapallito redondo de tronco (cucurbita maxima var. zapallito (carr.) millán) en función de la relación nitrógeno:potasio. **Agric. Téc., Chillán** , v. 63, n. 4, p. 428-435, 2003.

DI FALCO, S. CHAVAS, J.P. Rainfall Shocks, Resilience, and the Effects of Crop Biodiversity on Agroecosystem Productivity. **Land Economics**, v. 84(1), p. 83–96. 2008.

DOEBLEY, J. Molecular Evidence and the Evolution of Maize. **Economic Botany**, v. 44(3), p. 6–27. 1990.

DONALD, C. M., Norman, A. G. Competition Among Crop and Pasture Plants. **Advances in Agronomy**. v.15, p. 1-118. 1961.

DWYER J.M., HOBBS R.J., MAYFIELD M.M. Specific leaf area responses to environmental gradients through space and time. **Ecology** v. 95(2), p. 399–410. 2014.

ESQUINAS-ALCAZAR, J.T.; GULICK, P.J. Genetic resources of Cucurbitaceae. A global report. **IBPGR Secretariat** p. 105. 1983.

FANCELLI, L. A.; Dourado Neto, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Crops and livestock products. 2022.

FAVERSANI, J. C. et al. Taxa de cobertura do solo com plantas submetidas a diferentes sistemas de preparo. **Synergismus científica UTFPR**, v. 9, n. 1, 2014.

FERREIRA, M. A. J. F. **Abóboras, morangas e abobrinhas: estratégias para coleta, conservação e uso**. 2007.

FRANCIS, C. A. Biological Efficiencies in Multiple-Cropping Systems. **Advances in Agronomy**, v. 42, p. 1-42. 1989.

FRANCIS, CHARLES A. Multiple cropping systems. New York; Collier Macmillan Publishers, London. 1986.

FREITAS, F. O. **Estudo genético-evolutivo de amostras modernas e arqueológicas de milho (*Zea mays* L.) e feijão (*Phaseolus vulgaris*, L.)**. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

FREYMAN, S. VENKATESWARLU J. INTERCROPPING ON RAINFED RED SOILS OF THE DECCAN PLATEAU, INDIA. **Canadian Journal of Plant Science**. v. 57(3) p. 697-705. 1977.

GEBRU, H. A review on the comparative advantages of intercropping to mono-cropping system. **Journal of Biology, Agriculture and Healthcare**, v. 5, n. 9, p. 1-13, 2015.

GIDEY, T. *et al.* Intercropping Maize with Faba Bean Improves Yield, Income, and Soil Fertility. **Semiarid Environment. Scientifica (Cairo)**. 2024.

GILMORE, E. C. ROGERS, J. S. Jheat units as a method of measuring maturity in corn. **Agronomy Journal**, v. 50, p. 611-5, 1958.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecology: Ecological Processes in Sustainable Agriculture**. Chelsea, MI: Ann Arbor Press. 1998.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. Porto Alegre: UFRGS, 2000.

GÓMEZ MARTÍNEZ, E. **Maíz, milpa, milperos y agricultura campesina en Chiapas**. México: Universidad Autónoma Metropolitana, Xochimilco. 2015.

HATCH, M.D., OSMOND, C.B. Compartmentation and Transport in C4 Photosynthesis. **Encyclopedia of Plant Physiology**. v. 3, 1976.

IBGE. Censo Agro - Resultados definitivos. 2017.

JÚNIOR B. D.; BRAGA, L. F.; ROQUE, C.; SOUSA.M. P. Análise de crescimento de *hymenaea courbaril* L. sob efeito da inoculação micorrizica e adubação fosfatada. **Revista de Ciências Agro-Ambientais, Alta Floresta**, v.5, n.1, p.1-15, 2007.

KARLEN, D. L.; SADLER, E. J.; CAMP, C. R. Dry matter, nitrogen, phosphorus, and potassium accumulation rates by corn on Norfolk Loamy Sand. **Agronomy Journal**, Madison, v. 79, p. 649-656, 1987.

KATES, HEATHER & SOLTIS, PAMELA & SOLTIS, DOUGLAS. Evolutionary and domestication history of Cucurbita (pumpkin and squash) species inferred from 44 nuclear loci. **Molecular Phylogenetics and Evolution**. 2017.

KATO, T.A., C. MAPES, L.M. MERA, J.A. SERRATOS, R.A. BYE. Origen y diversificación del maíz: una revisión analítica. 116 p. México, D.F. 2009.

KATO Y., T.A. 2005. Cómo y dónde se originó el maíz. **Investigación y Ciencia** v. 347 p. 68-72. 1990.

KLING JG. EDMEADES G. Morphology and growth of maize. Research Guide 9. Training Program, International Institute of Tropical Agriculture (IITA), Ibadan, Nigeria. 36 p. 2nd ed. 1997.

LEEGOOD, R. C. C4 photosynthesis: principles of CO₂ concentration and prospects for its introduction into C3 plants, **Journal of Experimental Botany**, v. 53, p. 581–590. 2002.

LIMA, JULIANA FIRMINO DE; PEIXOTO, CLÓVIS PEREIRA; LEDO, CARLOS ALBERTO DA SILVA. Índices fisiológicos e crescimento inicial de mamoeiro (Carica papaya L.) em casa de vegetação. **Ciência e Agrotecnologia**. 2007.

LIMA, M., INÁCIO COSTA DE OLIVEIRA, F., RABELO, S., RAMOS, R., MAGALHÃES FREITAS, B., & ANTONIO SOUZA DE ARAGÃO, F. **Flowering phenology and floral biology in pumpkin cultivars** v. 1. p. 53, 2022.

LOY, J. B. Morpho-Physiological Aspects of Productivity and Quality in Squash and Pumpkins (Cucurbita spp.), **Critical Reviews in Plant Sciences**, v. 23:4, p. 337-363. 2004.

LUCIENE F. C. de O. *et al.* **Conhecendo a fenologia do feijoeiro e seus aspectos fitotécnicos**. Brasília, DF : Embrapa, 2018.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; PAIVA, E. **Fisiologia da planta de milho**. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 27p. 1994.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; PAIVA, E.; CARNEIRO, N. P. **Fisiologia do milho**. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 2002. 23p.

MALÉZIEUX, E., CROZAT, Y., DUPRAZ, C. *et al.* Mixing plant species in cropping systems: concepts, tools and models. A review. **Agron. Sustain.** v.29, p. 43–62. 2009.

MALÉZIEUX, E. Designing cropping systems from nature. **Agron. Sustain. Dev.** v. 32 (1), p. 15–29. 2012.

MANGELSDORF, P. C, AND R. G. REEVES. The origin of Indian corn and its relatives. **Texas Agric. Exp. Sta. Bull.** 1939.

MANGELSDORF, P. C. The origin of corn. **Sci. Amer.** v. 254 p. 80-86. 1986

MARTIN, A. R. ISAAC, M. E. REVIEW: Plant functional traits in agroecosystems: a blueprint for research. **J Appl Ecol** v. 52 p. 1425-1435. 2015.

MCGRADY C, TROYER R, FLEISCHER S. Wild bee visitation rates exceed pollination thresholds in commercial Cucurbita agroecosystems. **J. Econ. Entomol.** v. 113, p. 562–574. 2019.

- NASSARY, E. K., BAIJUKYA, F., & NDAKIDEMI, P. A. Productivity of intercropping with maize and common bean over five cropping seasons on smallholder farms of Tanzania. **European Journal of Agronomy**, v. 113, 125964. 2020.
- NEE, M. The Domestication of Cucurbita (Cucurbitaceae). **Economic Botany**, v. 44(3), p. 56–68. 1990.
- NESMITH, D. S.; HOOGENBOOM, G.; GROFF, D. W. Staminate and Pistillate Flower Production of Summer Squash in Response to Planting Date. **HortScience**, v. 29, n. 4, p. 256–257, 1994.
- ONWUEME, I. C. AND T. D. SINHA. **Field Crop Production in the Tropical Africa**. CTA ede, Netherlands. 319p. 1991.
- PADHI, A.K. Effect of Vegetable Intercropping on Productivity, Economics and Energetics of Maize (*Zea mays*). **Indian Journal of Agronomy**, v. 46, p. 204-210. 2001.
- PAUDEL, M. N. Multiple Cropping for Raising Productivity and Farm Income of Small Farmers. **Journal of Nepal Agricultural Research Council**, v. 2, p. 37–45. 2016.
- PARIHAR, C. M., *et al.* Bio-energy, water-use efficiency and economics of maize-wheat-mungbean system under precision-conservation agriculture in semi-arid agro-ecosystem. **Energy**, v. 119, p. 245–256. 2017.
- PICASSO, V. D., BRUMMER, E. C., LIEBMAN, M., DIXON, P. M., & WILSEY, B. J. Crop Species Diversity Affects Productivity and Weed Suppression in Perennial Polycultures under Two Management Strategies. **Crop Science**, v. 48(1), p. 331. 2008.
- RAMOS, SEMÍRAMIS R. RAMALHO. *et al.* **Aspectos técnicos do cultivo da abóbora na região Nordeste do Brasil – Aracaju** : Embrapa Tabuleiros Costeiros, 36 p. 2010.
- REIJNTJES, C., B. HAVERKORT Y A. Farming for the future: an introduction to low-external-input and sustainable agriculture, McMillan, London. 1992.
- RESENDE, G. M. DE; BORGES, R. M. E.; GONÇALVES, N. P. S. Produtividade da cultura da abóbora em diferentes densidades de plantio no Vale do São Francisco. **Horticultura Brasileira**, v. 31, n. 3, p. 504–508, 2013.
- RISCH, S. J., & HANSEN, M. K. Plant Growth, Flowering Phenologies, and Yields of Corn, Beans and Squash Grown in Pure Stands and Mixtures in Costa Rica. **The Journal of Applied Ecology**, v. 19(3), p. 901. 1982.
- RISCH, S. The population dynamics of several herbivorous beetles in a tropical agroecosystem: The effect of intercropping corn, beans and squash in Costa Rica. **Journal of Applied Ecology** v. 17 p. 593-612. 1980.
- RITCHIE, S.W., HANWAY, J.J. AND BENSON, G.O. How a corn plant develops. Iowa State University of Science and Technology Cooperative Extension Service, Ames. 1993.

ROBINSON, R. W., MUNGER, H. M., WHITAKER, T. W., & BOHN, G. W. Genes of the Cucurbitaceae1. **HortScience**, v. 11(6), p. 554-568. 1976.

RODRÍGUEZ-ROBAYO, K. J.; MÉNDEZ-LÓPEZ, M. E.; MOLINA-VILLEGAS, A.; JUÁREZ, L. What do we talk about when we talk about milpa? A conceptual approach to the significance, topics of research and impact of the mayan milpa system. **Journal of Rural Studies**, v. 77, p. 47–54. 2020.

ROMÁN, E. LICEA, J. **La milpa como símbolo de identidad**. Iventio. 2016.

SALAZAR-BARRIENTOS, L., MAGAÑA-MAGAÑA, M., AGUILAR-JIMÉNEZ, A.; RICALDE-PÉREZ, M. Factores socioeconómicos asociados al aprovechamiento de la agrobiodiversidad de la milpa en Yucatán. **Ecosistemas y Recursos Agropecuarios**, v.3(9), p. 391–400. 2016.

SANTOS, H.G. et al. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 5ª ed. Brasília: EMBRAPA, 356p. 2018.

SERRATOS-HERNÁNDEZ, J. A. El origen y la diversidad del maíz en el continente americano. Universidad Autónoma de la Ciudad de México. Greenpeace México 2009.

SILVA, J. C. V. Avaliação do desempenho de mono e policultivos orgânicos no rendimento das culturas e nos aspectos operacional e econômico. - Florianópolis, Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias. 2008.

SILVA, T. B. Seleção, comportamento fenotípico e genotípico e desenvolvimento de uma nova cultivar de abóbora (*Cucurbita moschata* Dusch). São Cristóvão, 2010.

SOUZA, J. P.; MACEDO, M. A. S. Análise de viabilidade agroeconômica de sistemas orgânicos de produção consorciada. **ABCustos Associação Brasileira de Custos**, v. 2, n. 1, jan-abr 2007. <https://revista.abcustos.org.br/abcustos/article/view/14/447>

SUÁREZ, J.C.; ANZOLA, J.A.; CONTRERAS, A.T.; SALAS, D.L.; VANEGAS, J.I.; URBAN, M.O.; BEEBE, S.E.; RAO, I.M. Influence of Simultaneous Intercropping of Maize-Bean with Input of Inorganic or Organic Fertilizer on Growth, Development, and Dry Matter Partitioning to Yield Components of Two Lines of Common Bean. **Agronomy** v. 12, 1216. 2022.

SWIADER J. M., SIPP S. K., BROWN R. E. Pumpkin growth, flowering and fruiting response to nitrogen and potassium sprinkler fertigation in sandy soil. **Journal of the American Society for Horticultural Science**. v. 119, p. 414-419. 1994

SWIADER, J. M., & SHOEMAKER, W. H. Rotational Cropping Sequence Affects Nitrogen Fertilizer Requirements in Processing Pumpkins (*Cucurbita moschata*). **HortScience HortSci**, v. 39(1), p. 75-79. 2024.

TEPEDINO, V. J. The Pollination Efficiency of the Squash Bee (*Peponapis pruinosa*) and the Honey Bee (*Apis mellifera*) on Summer Squash (*Cucurbita pepo*). **Journal of the Kansas Entomological Society**, v. 54(2), p. 359–377. 1981.

TERÁN, S.; RASMUSSEN, C. La milpa de los mayas: la agricultura de los mayas prehispánicos y actuales en el noreste de Yucatán. Universidad Nacional Autónoma de México. Centro Peninsular en Humanidades y Ciencias Sociales, 2009.

TRENBATH B.R. Biomass productivity of mixtures, **Adv. Agron.** v. 26, p. 177–209. 1994.

VANDERMEER, J. The ecology of intercropping. Melbourne: Cambridge University Press, 237p. 1989.

VIEIRA, E. L., *et al.* **Manual de fisiología vegetal.** ed ufma, 2010.

WEZEL, A., CASAGRANDE, M., CELETTE, F. *et al.* Agroecological practices for sustainable agriculture. A review. **Agron. Sustain. Dev.** v. 34, p. 1–20 2014.

WHITAKER, T. W. Sex Ratio and Sex Expression in the Cultivated Cucurbits. **American Journal of Botany**, v. 18(5), p. 359–366. 1931.

WHITAKER, T. W.; BOHN, G. W. The Taxonomy, Genetics, Production and Uses of the Cultivated Species of Cucurbita. **Economic Botany**, v. 4(1), p. 52–81. 1950.

WHITAKER, T. W.; ROBINSON, R. W. Squash Breeding. In: BASSET, M. J. **Breeding vegetable crops.** Connecticut: AVI., p.209-246. 1986.

WILLEY, R.W. Intercropping—It's Important and Research Needs. Part 1. Competition and Yield Advantages. **Field Crop Abstracts**, v. 32, p. 1-10. 1979.

WOODSON, D. W., & FARGO, S. W. Interactions of Temperature and Squash Bug Density (Hemiptera: Coreidae) on Growth of Seedling Squash. **Journal of Economic Entomology**, v. 84(3), p. 886–890. 1991.

XIA, H., *et al.* Luxury Absorption of Phosphorus Exists in Maize When Intercropping with Legumes or Oilseed Rape Covering Different Locations and Years. **Agronomy**, v. 9, p. 314. 2019.

ZHANG, F. *et al.* Chapter One. Rhizosphere Processes and Management for Improving Nutrient Use Efficiency and Crop Productivity. **Advances in Agronomy**. v. 107. p. 1-32. 2010.

ANEXO 1

RELATÓRIO DE ENSAIO									
Fernanda Ticianelli de Castro 390.594.508-84 R. Oduvaldo Chiarotto , Nº 225 - Araras-SP (11) 980814002 fernandaticianelli@estudante.ufscar.br					Número: 0039457.1-N - O.S.: 17043 Data de Recebimento: 25/07/2023 Data de Finalização: 04/08/2023 Data de Emissão: 04/08/2023				
Proprietário:		Propriedade:			Material:				
Fernanda Ticianelli de Cosmo		Área experimental Nepas Araras SP			Solos				
Nº LAB	IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA								
10522	1; Canteiros 1-4; Prof. 00-20 cm								
DETERMINAÇÕES		UNIDADES	AMOSTRAS						
B água quente		mg.dm ⁻³	10522						
Cu DTPA		mg.dm ⁻³	0,31						
Fe DTPA		mg.dm ⁻³	2,1						
Mn DTPA		mg.dm ⁻³	28,8						
Zn DTPA		mg.dm ⁻³	6,5						
			0,8						



RELATÓRIO DE ENSAIO									
Fernanda Ticianelli de Castro 390.594.508-84 R. Oduvaldo Chiarotto , Nº 225 - Araras-SP (11) 980814002 fernandaticianelli@estudante.ufscar.br					Número: 0039457.1-N - O.S.: 17043 Data de Recebimento: 25/07/2023 Data de Finalização: 04/08/2023 Data de Emissão: 04/08/2023				
Proprietário:		Propriedade:			Material:				
Fernanda Ticianelli de Cosmo		Área experimental Nepas Araras SP			Solos				
Nº LAB	IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA								
10522	1; Canteiros 1-4; Prof. 00-20 cm								
DETERMINAÇÕES		UNIDADES	AMOSTRAS						
pH CaCl2		-	10522						
M.O. Colorimétrica		g.dm ⁻³	5,72						
Fósforo Resina		mg.dm ⁻³	22,9						
S Fosfato de cálcio 0,01 mol L ⁻¹		mg.dm ⁻³	6						
Cálcio KCl 1 mol/L		mmolc.dm ⁻³	11,1						
Magnésio KCl 1 mol/L		mmolc.dm ⁻³	30						
Potássio Resina		mmolc.dm ⁻³	25						
Alumínio KCl 1 mol/L		mmolc.dm ⁻³	1,73						
H+Al SMP		mmolc.dm ⁻³	< 0,1						
SB		mmolc.dm ⁻³	33,5						
CTC		mmolc.dm ⁻³	56,7						
V		%	90,2						
m		%	63						
			0						

