

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

IVAN RAMÃO MIRANDA FREITAS

ÉPOCA DE SEMEADURA E PRODUTIVIDADE DE MINIMILHO NA
REGIÃO DE MARINGÁ, NOROESTE DO PARANÁ

MARINGÁ
2018

IVAN RAMÃO MIRANDA FREITAS

ÉPOCA DE SEMEADURA E PRODUTIVIDADE DE MINIMILHO NA REGIÃO
DE MARINGÁ, NOROESTE DO PARANÁ

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Agronomia.

Área de Concentração: Produção Vegetal

Orientador: Prof. Dr. Pedro Soares Vidigal Filho

Co-orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Scapim.

MARINGÁ
2018

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP) (Biblioteca Central - UEM, Maringá – PR, Brasil)

F866e Freitas, Ivan Ramão Miranda
Época de semeadura e produtividade e minimilho na região de Maringá, noroeste do Paraná / Ivan Ramão Miranda Freitas. -- Maringá, PR, 2018.
xiii, 85 f.: il. color.

Orientador: Prof. Dr. Pedro Soares Vidigal Filho.
Co-orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Scapim.
Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2018.

1. Milho (Zea mays L.). 2. Milhos especiais. 3. Milho doce. 4. Milho comum. 5. Milho pipoca. I. Vidigal Filho, Pedro Soares, orient. II. Scapim, Carlos Alberto, orient. III. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Agrárias. Departamento de Agronomia. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. IV. Título.

CDD 23.ed. 633.15

FOLHA DE APROVAÇÃO

IVAN RAMÃO MIRANDA FREITAS

ÉPOCA DE SEMEADURA E PRODUTIVIDADE DE MINIMILHO NA REGIÃO
DE MARINGÁ, NOROESTE DO PARANÁ

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia do Departamento de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Maringá, como requisito para a obtenção do título de Doutor em Agronomia:

em 15 de Junho de 2018

COMISSÃO JULGADORA

Dr^a. Giseli Valentini

Dr. Laércio Alves de Carvalho

Dr^a. Lia Mara Moterle dos Santos

Dr. Carlos Alberto
Scapim (Co-orientador)

Dr. Pedro Soares Vidigal Filho
(Orientador)

DEDICATÓRIA

A Deus, a quem dedico a minha vida e tudo que sou;
Aos meus amados pais, Emilio Miranda Freitas (*in memoriam*) e Diomar da Fátima
Miranda Freitas, que me ensinaram o caminho certo a ser seguido e sempre me
apoiaram de forma a alcançar meus objetivos;
Aos meus avós, Ramão Miranda Freitas (*in memoriam*), Filomena Chinaider Miranda
(*inmemoriam*) e Amantino da Silva Miranda, pelos ensinamentos e exemplos de pessoas
que se dedicaram sempre à família;
A minha amada esposa, Karina Angelica da Silva Freitas, por ter acompanhado minha
luta e dedicação;
As minhas irmãs, Inêz Miranda Freitas Zandonadi e Ilma Miranda Freitas, por
acreditarem em mim, sempre me dando força e apoio; e a minha sobrinha Maria
Eduarda Freitas Zandonadi, que mesmo eu não estando perto em seu dia a dia, sempre
quis o melhor para mim.

Dedico!!

AGRADECIMENTOS

A Deus que me concedeu o sopro da vida e força para vivê-la;

À Universidade Estadual de Maringá - UEM e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia - PGA pela oportunidade e os meios para o aperfeiçoamento profissional e execução da pesquisa;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pela concessão da Bolsa de Estudos de Doutorado;

Aos Professores, Dr. Pedro Soares Vidigal Filho e Dr. Carlos Alberto Scapim, pela respectiva Orientação e Co-orientação neste trabalho, pelos aconselhamentos, ensinamentos e apoio;

Aos Professores(as) Doutores(as) Carlos Moacir Bonato, Carlos Alberto de Bastos Andrade, Giseli Valentini, Hugo Zeni Neto, Laércio Alves de Carvalho, Lia Mara Moterle dos Santos e Telmo Antonio Tonin pelas valiosas contribuições;

Aos amigos Alex Henrique T. Ortiz, Murilo F. Pelloso, Alberto Y. Numoto e Marcelo Henrique Suk pela amizade e pelas contribuições nesse trabalho;

À amiga Érika Cristina Takamizawa Sato pela atenção dedicada na Secretaria do PGA;

Aos funcionários da Fazenda Experimental de Iguatemi - FEI, em especial ao Sr. Valdir do Amaral, pelo auxílio e contribuição para execução das atividades de campo;

Às demais pessoas que contribuíram com esse trabalho.

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

- Tabela 1.** Resultado da análise química das amostras de material de solo da área experimental, provenientes da camada de 0,0 – 0,20 m e 0,20 – 0,40 m de profundidade, no período de Verão, em coleta realizada no ano agrícola de 2014/2015 antes da implantação dos experimentos.....31
- Tabela 2.** Resumo da análise de variância, coeficiente de variação experimental (CV) e média geral envolvendo cinco épocas de semeadura, dois híbridos, sendo um de milho pipoca (IAC 125) e um de milho doce (RB 6324) e três anos agrícolas para comprimento de espiguetas comerciais (CEC), diâmetro de espiguetas comerciais (DEC), produtividade de espiguetas comerciais despalhadas (PECD) e número de espiguetas comerciais (NEC), na safra Verão, em Maringá, Paraná43
- Tabela 3.** Comprimento de espiguetas comerciais (cm) dos híbridos de milho pipoca (IAC 125) e milho doce (RB 6324) desdobrado dentro dos anos agrícolas 2014/2015, 2015/2016 e 2016/2017, e anos agrícolas desdobrados dentro dos híbridos em cada época de semeadura, no período de Verão, em Maringá, Paraná.....45
- Tabela 4.** Diâmetro de espiguetas comerciais (cm) do híbrido de milho pipoca (IAC 125) e milho doce (RB 6324) desdobrados dentro dos anos agrícolas 2014/2015, 2015/2016, 2016/2017, e anos agrícolas desdobrados dentro dos híbridos em cada época de semeadura, no período de Verão, em Maringá, Paraná47
- Tabela 5.** Produtividade de espiguetas comerciais despalhadas (Mg ha^{-1}) dos híbridos de milho pipoca (IAC 125) e milho doce (RB 6324) desdobrados dentro dos anos agrícolas 2014/15, 2015/16 e 2016/17, e anos agrícolas desdobrados dentro dos híbridos em cada época de semeadura, no período de Verão, em Maringá, Paraná.....49
- Tabela 6.** Número de espiguetas comerciais (ha^{-1}) dos híbridos de milho pipoca (IAC 125) e milho doce (RB 6324) desdobrados dentro dos anos agrícolas 2014/15, 2015/16 e 2016/17, e anos agrícolas desdobrados dentro dos híbridos em cada época de semeadura, no período de Verão, em Maringá, Paraná53

CAPÍTULO 2

- Tabela 1.** Resultado da análise química das amostras de material de solo da área experimental, provenientes da camada de 0,0 – 0,20 m e 0,20 – 0,40 m de profundidade, no período de Verão, em coleta realizada no ano agrícola de 2014/2015, antes da implantação dos experimentos.....65

Tabela 2. Resumo da análise de variância, coeficiente de variação experimental (CV) e média geral envolvendo quatro épocas de semeadura, dois híbridos, sendo um de milho pipoca (IAC 125) e um de milho comum (AG 1051) e dois anos agrícolas para comprimento de espiguetas comerciais (CEC), diâmetro de espiguetas comerciais (DEC), produtividade de espiguetas comerciais despalhadas (PECD) e número de espiguetas comerciais (NEC), no período de Outono/Inverno, em Maringá, Paraná.....	72
Tabela 3. Comprimento de espiguetas comerciais (cm) dos híbridos de milho pipoca (IAC 125) e milho comum (AG 1051) desdobrado dentro dos anos agrícolas 2016 e 2017, e anos agrícolas desdobrados dentro dos híbridos, no período de Outono/Inverno, em Maringá, Paraná.....	74
Tabela 4. Diâmetro de espiguetas comerciais (cm) dos híbridos de milho pipoca (IAC 125) e de milho comum (AG 1051) desdobrado dentro dos anos agrícolas 2016 e 2017, em cada época de semeadura, no período de Outono/Inverno, em Maringá, Paraná.....	75
Tabela 5. Produtividade de espiguetas comerciais despalhadas (ha^{-1}) dos híbridos de milho pipoca (IAC 125) e milho comum (AG 1051) desdobrada dentro dos anos agrícolas 2016 e 2017, e anos agrícolas desdobrados dentro dos híbridos, no período de Outono/Inverno, em Maringá, Paraná	78
Tabela 6. Número de espiguetas comerciais despalhadas (ha^{-1}) dos híbridos de milho pipoca (IAC 125) e milho comum (AG 1051) desdobrado dentro dos anos agrícolas 2016 e 2017, e anos agrícolas desdobrados dentro dos híbridos, no período de Outono/Inverno, em Maringá, Paraná	80

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

Figura 1.	Foto da unidade experimental. Maringá, 2015.....	33
Figura 2.	Precipitação Pluvial (mm), Temperaturas Médias Máximas (°C) e Temperaturas Médias Mínimas (°C), durante o período de Verão, do ano agrícola 2014/2015, em Maringá, Paraná. Épocas de semeadura E ₁ = 294, E ₂ = 309, E ₃ = 324, E ₄ = 339 e E ₅ = 354.....	35
Figura 3.	Precipitação Pluvial (mm), Temperaturas Médias Máximas (°C) e Temperaturas Médias Mínimas (°C), durante o período de Verão, do ano agrícola 2015/2016, em Maringá, Paraná. Épocas de semeadura E ₁ = 294, E ₂ = 309, E ₃ = 324, E ₄ = 339 e E ₅ = 354.....	35
Figura 4.	Precipitação Pluvial (mm), Temperaturas Médias Máximas (°C), Temperaturas Médias Mínimas (°C), durante o período de Verão do ano agrícola 2016/2017 em Maringá, Paraná. Épocas de semeadura E ₁ = 294, E ₂ = 309, E ₃ = 324, E ₄ = 339 e E ₅ = 354.....	36
Figura 5.	Espiguetas comerciais de minimilho despalhadas. Maringá, 2015.....	40
Figura 6.	Comprimento de espiguetas comerciais (cm) do híbrido de milho pipoca (IAC 125) e milho doce (RB 6324) dos anos agrícolas 2014/2015, 2015/2016 e 2016/2017 em função das épocas de semeadura no período de Verão, em Maringá, Paraná. Épocas de semeadura E ₁ = 294, E ₂ = 309, E ₃ = 324, E ₄ = 339 e E ₅ = 354..	44
Figura 7.	Diâmetro de espiguetas comerciais (cm) do híbrido de milho pipoca (IAC 125) e milho doce (RB 6324) dos anos agrícolas 2014/2015, 2015/2016 e 2016/2017 em função das épocas de semeadura no período de Verão, em Maringá, Paraná. Épocas de semeadura E ₁ = 294, E ₂ = 309, E ₃ = 324, E ₄ = 339 e E ₅ = 354..	46
Figura 8.	Produtividade de espiguetas comerciais despalhadas (Mg ha ⁻¹) do híbrido de milho pipoca (IAC 125) e milho doce (RB 6324) em função das épocas de semeadura no período de Verão, dos anos agrícolas de 2014/15, 2015/2016 e 2016/2017, em Maringá, Paraná. Épocas de semeadura E ₁ = 294, E ₂ = 309, E ₃ = 324, E ₄ = 339 e E ₅ = 354.....	48
Figura 9.	Número de espiguetas comerciais (ha ⁻¹) do híbrido de milho pipoca (IAC 125) e milho doce (RB 6324) em função das épocas de semeadura no período de Verão, dos anos agrícolas de 2014/15, 2015/2016 e 2016/2017, em Maringá, Paraná. Épocas de semeadura E ₁ = 294, E ₂ = 309, E ₃ = 324, E ₄ = 339 e E ₅ = 354.....	52

CAPÍTULO 2

- Figura 1.** Precipitação Pluvial (mm), Temperaturas Médias Máximas (°C), Temperaturas Médias Mínimas (°C), durante o período de Outono/Inverno do ano agrícola 2016, em Maringá, Paraná. Épocas de semeadura $E_1 = 70$, $E_2 = 85$, $E_3 = 100$ e $E_4 = 115$67
- Figura 2.** Precipitação Pluvial (mm), Temperaturas Médias Máximas (°C), Temperaturas Médias Mínimas (°C), durante o período de Outono/Inverno do ano agrícola 2017, em Maringá, Paraná. Épocas de semeadura $E_1 = 70$, $E_2 = 85$, $E_3 = 100$ e $E_4 = 115$68
- Figura 3.** Comprimento de espiguetas comerciais (cm) do híbrido de milho pipoca (IAC125) e milho comum (AG1051) em função das épocas de semeadura no período de Outono/Inverno, dos anos agrícolas de 2016 e 2017, em Maringá, Paraná. Épocas de semeadura $E_1 = 70$, $E_2 = 85$, $E_3 = 100$ e $E_4 = 115$73
- Figura 4.** Diâmetro de espiguetas comerciais (cm) do híbrido de milho pipoca (IAC 125) e milho comum (AG 1051) nas médias dos dois anos agrícolas e diâmetro de espiguetas comerciais nos anos 2016 e 2017, na média dos dois híbridos, em função das épocas de semeadura, no período de Outono/Inverno, em Maringá, Paraná. Épocas de semeadura $E_1 = 70$, $E_2 = 85$, $E_3 = 100$ e $E_4 = 115$ 74
- Figura 5.** Produtividade de espiguetas comerciais ($Mg\ ha^{-1}$) despalhadas do híbrido de milho pipoca (IAC 125) e do milho comum (AG 1051) em função das épocas de semeadura, no período de Outono/Inverno, nos anos agrícolas de 2016 e 2017, em Maringá, Paraná. Épocas de semeadura $E_1 = 70$, $E_2 = 85$, $E_3 = 100$ e $E_4 = 115$76
- Figura 6.** Número de espiguetas comerciais (ha^{-1}) do híbrido de milho pipoca (IAC 125) e milho comum (AG 1051) em função das épocas de semeadura, no período de Outono/Inverno, dos anos agrícolas de 2016 e 2017, em Maringá, Paraná. Épocas de semeadura $E_1 = 70$, $E_2 = 85$, $E_3 = 100$ e $E_4 = 115$79

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	IV
RESUMO GERAL	X
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. A CULTURA DO MILHO	3
2.2. MINIMILHO	4
2.3. ASPECTOS GERAIS DO MILHO PIPOCA.....	7
2.4. ASPECTOS GERAIS DO MILHO DOCE	8
2.5. ÉPOCA DE SEMEADURA	9
2.6. ECOFISIOLOGIA DO MILHO	10
2.6.1. Características fotossintéticas.....	10
2.6.1.1. Metabolismo C4	10
2.6.2. Temperatura.....	11
2.6.3. Fotoperíodo.....	13
2.6.4. Disponibilidade hídrica	14
3. REFERÊNCIAS	16
CAPÍTULO 1.....	26
ÉPOCA DE SEMEADURA E PRODUTIVIDADE DE MINIMILHO NO PERÍODO DE VERÃO NA REGIÃO DE MARINGÁ, NOROESTE DO PARANÁ.....	26
RESUMO	27
4.1. INTRODUÇÃO	29
4.2. MATERIAL E MÉTODOS	30
4.2.1. Local de implantação dos experimentos.....	30
4.2.2. Características do solo da área experimental.....	30
4.2.3. Calagem.....	31
4.2.4. Adubação	31
4.2.5. Descrição dos tratamentos	32
4.2.6. Delineamento experimental	32
4.2.7. Implantação dos experimentos	33
4.2.7.1. Semeadura e população de plantas	33
4.2.7.2. Tratos culturais e fitossanitários	34
4.2.7.3. Caracterização do ambiente de cultivo	34
4.2.7.4. Soma térmica	37
4.2.7.5. Irrigação suplementar	38
4.2.7.6. Colheitas.....	39
4.2.8. Características avaliadas.....	39
4.2.8.1. Comprimento de espiguetas comerciais (CEC).....	39
4.2.8.2. Diâmetro de espiguetas comerciais (DEC).....	39
4.2.8.3. Produtividade de espiguetas comerciais despalhadas (PECD)	40
4.2.8.4. Número de espiguetas comerciais (NEC)	40
4.2.9. Análise estatística e modelo matemático.....	41
4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
4.3.1. Análise de variância conjunta dos experimentos.....	42
4.3.4. Características de crescimento e desenvolvimento das plantas.....	44

4.3.4.1. Comprimento de espiguetas comerciais (CEC).....	44
4.3.4.2. Diâmetro de espiguetas comerciais (DEC).....	46
4.3.5. Produtividade de espiguetas comerciais despalhadas (PECD).....	48
4.3.5.1 Número de espiguetas comerciais (NEC)	51
4.4. CONCLUSÃO	53
4.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54
CAPÍTULO 2.....	60
ÉPOCA DE SEMEADURA E PRODUTIVIDADE DE MINIMILHO NO PERÍODO DE OUTONO-INVERNO NA REGIÃO DE MARINGÁ, NOROESTE DO PARANÁ.....	60
RESUMO	61
5.1. INTRODUÇÃO	63
5.2. MATERIAL E MÉTODOS	64
5.2.1. Local de implantação dos experimentos.....	64
5.2.2. Descrição dos tratamentos	64
5.2.3. Características do solo da área experimental.....	65
5.2.4. Delineamento experimental	66
5.2.5. Semeadura e população de plantas	66
5.2.6. Adubação e tratos culturais.....	66
5.2.7. Caracterização do ambiente de cultivo	67
5.2.8. Colheitas	69
5.2.9. Características avaliadas.....	70
5.2.9.1. Comprimento de espiguetas comerciais (CEC).....	70
5.2.9.2. Diâmetro de espiguetas comerciais (DEC).....	70
5.2.9.3. Produtividade de espiguetas comerciais despalhadas (PECD)	70
5.2.9.4. Número de espiguetas comerciais (NEC)	70
5.2.10. Análise estatística	70
5.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	71
5.3.1. Análise de variância conjunta dos experimentos.....	71
5.3.3. Características de crescimento e desenvolvimento das plantas.....	72
5.3.3.1. Comprimento de espiguetas comerciais (CEC).....	72
5.3.3.2. Diâmetro de espiguetas comerciais (DEC).....	74
5.3.4. Produtividade de espiguetas comerciais despalhadas (PECD).....	76
5.3.4.1. Número de espiguetas comerciais (NEC)	78
5.4. CONCLUSÃO	80
5.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	81

Época de semeadura e produtividade de minimilho na região de Maringá, Noroeste do Paraná

RESUMO GERAL

Minimilho, ou *baby corn*, é o nome dado à espiguetas ainda imatura, não fertilizada, de uma planta de milho, ou seja, a espiga do milho não completamente desenvolvida, colhida dois a três dias após a emergência dos estilo-estigmas. Com o advento da indústria de conservas, o minimilho passou a ser consumido também na forma acidificada, havendo assim um crescimento na área cultivada com milho para consumo nesse estágio. Diferentes tipos de cultivares de milho, como doce, pipoca e mesmo o milho comum têm sido utilizados para a produção do minimilho. O cultivo desse tipo de milho é pouco expressivo no Brasil, sendo sua produção e processamento agroindustrial pouco tecnificados se comparados a outros países, além de existir certa escassez de informações relacionadas ao manejo da cultura, bem como sobre o desempenho de cultivares e híbridos. Assim, o presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito da época de semeadura na resposta fenotípica de milhos pipoca e milho doce, cultivados no período de Verão, e milho pipoca e comum, cultivados no período de Outono/Inverno com irrigação complementar, com o intuito de produção de minimilho, na região de Maringá, no Noroeste do Paraná. O delineamento experimental utilizado foi de blocos completos, com tratamentos casualizados, em esquema fatorial 5x2x3 para a Safra de Verão e, em fatorial 4x2x2 para a Safra de Outono/Inverno, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos pela combinação de cinco épocas de semeadura (representados pelos dias Julianos 294, 309, 324, 339 e 354), híbridos de milho pipoca e milho doce (IAC 125 e RB 6324, respectivamente), na Safra de Verão, em três anos agrícolas (2014/2015, 2015/2016 e 2016/2017) e, quatro épocas de semeadura (representados pelos dias Julianos 70, 85, 100 e 115), híbridos de milho pipoca e comum (IAC 125 e AG 1051, respectivamente), em dois anos agrícolas (2016 e 2017), na Safra de Outono/Inverno. As variáveis agronômicas e comerciais avaliadas foram: comprimento de espiguetas comerciais, diâmetro de espiguetas comerciais, produtividade de espiguetas comerciais despalhadas e número de espiguetas comerciais. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância conjunta. Os efeitos das épocas de semeadura foram estudados mediante análise de regressão polinomial e os efeitos dos híbridos e anos agrícolas foram estudados pelo teste F. Os ciclos fenológicos dos híbridos RB 6324 e IAC 125, no período de Verão, e dos híbridos AG 1051 e IAC 125, no período de Outono/Inverno, foram diferentes e o atraso na época de semeadura prolongou o número de

dias para a colheita do minimilho. Os componentes de produção avaliados foram diretamente afetados pelo atraso nas épocas de semeadura, seja pelas temperaturas elevadas ou pelas baixas temperaturas. Na Safra de Verão, o híbrido de milho doce (RB 6324) apresentou desempenho produtivo superior quando comparado com o híbrido de milho pipoca (IAC 125) e, da mesma forma, no período de Outono/Inverno, o híbrido de milho comum (AG 1051) apresentou desempenho superior quando comparado ao híbrido de milho pipoca (IAC 125), sobretudo em condições climáticas adversas.

Palavras-Chave: *Zea mays* L.; milhos especiais; Milho Doce; Milho Comum; Milho Pipoca.

Sowing time and yield of baby corn in the region of Maringá, Northwest of Paraná

ABSTRACT

Baby corn is the name given to the still immature, unfertilized spikelet of a corn plant, that is, the tang of corn not fully developed, harvested two to three days after the emergence of style-stigmas. With the advent of the canning industry, the mint was also consumed in the acidified form, thus increasing the area under corn for consumption at this stage. Different types of corn cultivars, such as sweet, popcorn and even common corn have been used for the production of the mint. The cultivation of this type of corn is not very expressive in Brazil, its agroindustrial production and processing are not very technified compared to other countries, besides there is a certain scarcity of information related to crop management, as well as the performance of cultivars and hybrids. The aim of this study was to evaluate the effect of sowing time on the phenotypic response of popcorn and sweet corn, grown in the summer, and popcorn and common corn, cultivated in the autumn/winter period with complementary irrigation, purpose of baby corn production, in the region of Maringá, in the northwest of Paraná. The experimental design was of complete blocks with randomized treatments, in a 5x2x3 factorial scheme for the summer harvest and 4x2x2 factorial for the autumn/winter harvest, with four replications. The treatments consisted of the combination of five sowing seasons (represented by Julian days 294, 309, 324, 339 and 354), hybrids of popcorn and sweet corn (IAC 125 and RB 6324, respectively), in the summer harvest, in three agricultural years (2014/2015, 2015/2016 and 2016/2017), and four seasons of sowing (represented by Julian days 70, 85, 100 and 115), hybrids of popcorn and common corn (IAC 125 and AG 1051, respectively), in two agricultural years (2016 and 2017), in the fall/winter harvest. The agronomic and commercial variables evaluated were: commercial spikelet length, commercial spikelet diameter, commercial spikelet yield, and number of commercial spikelets. The obtained data were submitted to analysis of joint variance. The effects of sowing times were studied through polynomial regression analysis and the effects of hybrids and agricultural years were studied by the F test. The phenological cycles of the hybrids RB 6324 and IAC 125, in the summer period, and the hybrids AG 1051 and IAC 125, in the autumn/winter period, were different and the delay in sowing time extended the number of days for harvesting of the hybrids. The production components evaluated were directly affected by the

delay in sowing times, either by high temperatures or by low temperatures. In summer harvest, the sweet corn hybrid (RB 6324) presented superior productive performance when compared to the popcorn hybrid (IAC 125) and, similarly, in autumn/winter, the common corn hybrid (AG 1051) presented superior performance when compared to the hybrid popcorn (IAC 125), especially in adverse climatic conditions.

Keywords: *Zea mays* L.; special corns; sweet corn; common corn; popcorn.

1. INTRODUÇÃO GERAL

O minimilho, também conhecido como *baby corn*, corresponde às inflorescências jovens da planta de milho ainda não polinizadas, colhidas dois a três dias após a exposição dos estilo-estigmas (RAUPP et al., 2008). A cultura é considerada uma hortaliça, devido ao curto espaço de tempo entre sua semeadura e a colheita, além da fragilidade e dos cuidados exigidos em pós-colheita. O minimilho é consumido principalmente na forma de conservas acidificadas ou picles caseiros, *in natura*, na confecção de pratos como sopas, risotos, saladas, entre outros (BARBOSA, 2009). O maior produtor mundial de minimilho é a Tailândia, que domina o mercado disponibilizando o produto na forma *in natura* e enlatado. Entretanto, mais informações a respeito da produção e consumo do minimilho ainda são limitadas, pois muitos países produtores não possuem ou negligenciam tais informações (ALMEIDA et al., 2005). A produção de minimilho vem crescendo no Brasil, sendo o produto na forma *in natura* o preferido do consumidor, por não apresentar conservantes químicos, os quais estão presentes na maioria dos produtos importados (MILES e SHAFFNER, 1999).

O menor custo de produção, devido à colheita precoce, é um fator atrativo ao produtor, tendendo a proporcionar maior rentabilidade da exploração comercial da cultura quando comparado à lavoura de milho para produção de grãos, pois os gastos com defensivos para o controle de doenças e pragas agrícolas são menores. Assim, o minimilho vem se tornando uma atividade economicamente viável, sobretudo para pequenas propriedades (PANDEY et al., 2002; SILVA et al., 2006).

O ciclo do minimilho, por ser encurtado em relação ao milho comum, também é um fator que pode beneficiar sua produção, tendo em vista que, enquanto o milho comum tem ciclo de até 140 dias, o minimilho é colhido entre 60 a 70 dias, permitindo até cinco safras anuais em uma mesma área de cultivo (ADEGAS et al., 2011). Assim, em regiões tropicais, o minimilho pode ser cultivado durante todo o ano, desde que haja suprimento adequado de água, quer seja pelo regime pluviométrico da região ou pela utilização de irrigação suplementarem períodos de deficiência hídrica. No entanto, em regiões mais frias, sobretudo no período do inverno, a produção tende a reduzir e o ciclo da cultura se prolongar (SHIOGA et al., 2011; PEDROTTI, 2014).

Apesar do supracitado, o cultivo do minimilho é uma atividade considerada nova no cenário agrícola brasileiro e, como tal, carente de algumas informações relacionadas

às épocas mais adequadas de cultivo, que são extremamente influenciadas pelas condições climáticas.

Outro fator importante a ser considerado no cenário nacional, é o fato de não haver disponível uma cultivar de milho específica para produção de minimilho. Porém, existem alguns programas de melhoramento genético visando ao desenvolvimento de cultivares específicas para essa finalidade (RODRIGUES et al., 2004). Diversas cultivares e híbridos têm sido avaliados de forma a identificar as mais aptas para as condições tropicais, sendo que, dentre tais materiais, encontram-se cultivares selecionados de germoplasma de milho pipoca e doce e cultivares prolíferas selecionadas de milho comum, que possuem um grande potencial para produção de minimilho (CARVALHO et al., 2002; ALMEIDA et al., 2005; VON PINHO et al., 2011).

Diante das poucas informações disponíveis sobre a melhor época de semeadura do minimilho, o objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito de épocas de semeadura sobre o desempenho agrônômico de dois híbridos de milho, na Safra de Verão, e de Outono/Inverno para produção de minimilho na região de Maringá, Noroeste do Paraná.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A Cultura do milho

O milho é uma planta pertencente à família *Poaceae*, subfamília *Panicoideae*, tribo *Maydeae*, gênero *Zea* e espécie *Zea mays* L. (DOEBLEY, 1990). De acordo com a revisão de Buckler e Stevens (2006), cinco espécies pertencem ao gênero *Zea*: *Zea diploperennis*, *Zea perennis*, *Zea luxurians*, *Zea nicaraguensis* e, por último, *Zea mays* L. Estudos relatam que o milho, para se diferenciar do seu ancestral silvestre teosinte (*Zea mays* ssp. *parviglumis*), taxonomicamente, é identificado como *Zea mays* L. ssp *mays*, ambos com $2n = 2x = 20$ cromossomos (DOEBLEY e ILTIS, 1980; DOEBLEY, 1990; SAWERS e LEON, 2011).

O milho (*Zea mays* L.) é uma gramínea com centro de origem na América Central, na região que compreende o México e a Guatemala. Após a descoberta da América, a cultura foi levada à Europa, onde inicialmente era cultivada em jardins, até a descoberta do seu valor nutricional. Logo passou a ser cultivada em escala comercial, onde se adaptou desde entre as Latitudes de 58° Norte até 40° Sul (BROWN et al., 1985). Considerada uma das culturas mais antigas do mundo, sua domesticação ocorreu há mais de quatro mil anos, sendo a espiga mais antiga relatada descoberta na região do Vale do rio Balsas, Sul do México (DOEBLEY, 1990; BUCKLER e STEVENS, 2006; SAWERS e LEON, 2011).

No Brasil, a cultura do milho apresenta uma grande dispersão geográfica, sendo produzido em praticamente todo território nacional. O cereal pode ser utilizado na alimentação humana e animal, além de servir como matéria-prima nas indústrias para produção de diversos subprodutos, valorizando a cultura e levando mais empregos ao meio rural (XUE et al., 2013).

O milho é o segundo produto agrícola mais produzido no Brasil em volume e o segundo maior na escala de produção agrícola, superado apenas pela soja, em área de cultivo e produção. Segundo o 6° levantamento da Safra 2017/18 foram cultivados cerca de 16.381,8 mil hectares com milho, levando a uma produção estimada que gira em torno de 87.279 mil toneladas e uma produtividade média de aproximadamente 5.328 kg ha⁻¹ (CONAB, 2018).

Em escala mundial, o Brasil se destaca como terceiro maior produtor da cultura, sendo superado apenas por Estados Unidos e China. A projeção da produção mundial até março de 2018 foi de aproximadamente 1.074,43 bilhão de toneladas em 2017/2018, segundo a estimativa de oferta e demanda agrícola mundial do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos -USDA. Estados Unidos, China e Brasil produziram, aproximadamente, 319,93 milhões de toneladas, 241 milhões de toneladas e 62,50 milhões de toneladas de grãos, respectivamente (USDA, 2018).

Tal como a maioria das culturas para exploração comercial, o milho necessita, para seu bom crescimento e desenvolvimento, de uma apropriada interação dos fatores edafoclimáticos. Embora a cultura responda à interação de todos os fatores climáticos, os elementos de maior influência são temperatura, precipitação e radiação solar, pois são estes que afetam os fatores fisiológicos, importantes para uma boa produção de grãos e massa seca (SILVA et al., 2016).

A cultura no Brasil, através de pesquisas no desenvolvimento de genótipos e boas práticas agrícolas, tem alcançado um expressivo ganho de produtividade. Os programas de melhoramento genético vêm garantindo uma boa produção de alimentos, com a adaptação das plantas a condições adversas, obtendo genótipos de boa qualidade e elevadas produtividades (TESTER e LANGRIDGE, 2010).

2.2. Minimilho

O minimilho, também chamado de *baby corn*, como mencionado anteriormente, é o nome da espiguetta de milho ainda não polinizada, ou seja, colhida dois a três dias após a emissão dos estilo-estigmas (RAUPP et al., 2008). Entre as formas de consumo mais comuns têm-se o minimilho *in natura*, os processados pela indústria alimentícia na forma de conservas acidificadas e os pickles caseiros. Essa matéria-prima tornou-se importante recentemente, aumentando a área de cultivo de minimilho para atender os mais diversificados complexos agroindustriais (AEKATASANAWAN, 2001; LANA et al., 2012).

Os milhos especiais, por sua boa aceitação e relativa complexidade de produção, geralmente alcançam melhores preços de mercado que o milho produzido para grãos (SILVA et al., 2006). Porém, as informações oficiais da produção e consumo de

minimilho são escassas, dificultando uma comparação dos rendimentos da produção do Brasil com os demais países produtores (RAUPP et al., 2008).

Um dos principais produtores mundiais da cultura é a Tailândia, considerado o maior país exportador. Em 2000, a Tailândia faturou cerca de 42 milhões de dólares na exportação de 55.000 mil toneladas de minimilho enlatado. Destes, 42,8% foram destinados aos EUA, 8,9% para Austrália e 8,9% para o Japão (AETAKASANAWAN, 2001; VON PINHO et al., 2003; ALMEIDA et al., 2005).

Nos últimos anos, tem ocorrido significativa expansão no mercado mundial de minimilho, representada principalmente pelo aumento de produção por alguns países da África e América Latina, além da crescente importação pela Europa e América do Norte, sobretudo das espiguetas *in natura*. O minimilho tem um bom valor de mercado, o que possibilita uma maior renda ao produtor em comparação à produção do milho para grãos (HARDOIM et al., 2002; ARCANJO JUNIOR et al., 2016).

No Brasil, o minimilho importado na forma de conserva ou enlatado, geralmente é reembalado em recipientes menores, por empresas importadoras (SANTOS et al., 2006). Há relatos que, assim como nos Estados Unidos e Japão, o consumidor nacional tem a preferência pelo produto *in natura*, sem conservantes e aditivos químicos, geralmente presentes nos produtos importados (MILES e SHAFFNER, 1999), levando a um crescimento na produção nacional da cultura, abrindo portas para que os produtores processem e enlatem seus produtos para o mercado interno (MILES e SAFFNER, 1999; SANTOS et al., 2006).

Existem duas escalas produtivas para o minimilho, a primeira é destinada à produção de minimilho como produto principal, enquanto na segunda, o minimilho é apenas produto secundário, em que o foco principal é destinado à produção de milho verde ou grãos. As cultivares ou híbridos utilizados geralmente são prolíficos, ou seja, apresentam produção de um maior número de espiguetas por planta e, além disso, a colheita de uma espiguetas induz ao desenvolvimento de uma nova. Assim, em um mesmo ciclo da cultura, podem ser realizadas cinco ou mais colheitas (CARVALHO et al., 2002; HARDOIM et al., 2002; RODRIGUES et al., 2004).

Atualmente, têm-se utilizado diversos cultivares e híbridos diferentes para a produção do minimilho a fim de atender ao mercado consumidor. Assim, no Brasil, pesquisadores vêm estudando vários genótipos de forma a identificar o mais adaptado às condições tropicais (CARVALHO et al., 2002; RODRIGUES et al., 2004; ALMEIDA et al., 2005; VON PINHO et al., 2011).

As práticas culturais tendem a influenciarna produtividade e qualidade do minimilho e, dessa forma, para uma produção com bons rendimentos, têm sido utilizadas densidades entre 150.000 e 200.000 plantas ha⁻¹, proporcionando maior produção por área e redução no tamanho da espiguetas colhida, ideal para sua comercialização dentro dos padrões comerciais (MENEGETTI et al., 2008a; RAUPP et al., 2008).

Segundo Miles e Shaffner (1999), o minimilho quando irrigado pode ser cultivado durante o ano todo, podendo ser realizados até cinco cultivos anuais. Conforme o híbrido utilizado, a produtividade pode chegar até 2,5 t ha⁻¹ de espiguetas dentro dos padrões comerciais, sendo que as espiguetas fora do padrão podem ser utilizadas em mercados menos exigentes, para o consumo *in natura* e na alimentação animal (PEREIRA FILHO et al., 1998). Os padrões comerciais exigidos pelo mercado consumidor são: espiguetas com coloração variando de branco-pérola a creme-claro; forma cilíndrica, diâmetro de 0,8 a 1,8 cm e comprimento de 4,0 a 12 cm (RAUPP et al., 2008).

A colheita do minimilho é realizada manualmente e deve-se ter cuidado para não ocorrer danos ao produto final durante o processo, tal como evitar o quebramento das plantas em campo, pois com a retirada da primeira espiguetas, ocorre a indução de formação de outra, colhida posteriormente (TELES e NASCIMENTO, 2010). Durante a colheita, a fim de evitar perdas como a fermentação das espiguetas de minimilho e para reduzir custos no transporte, as propriedades que cultivam o minimilho ficam próximas às instalações de processamento. O transporte de espiguetas embaladas em bandejas protegidas com filme PVC normalmente é feito através de caminhões refrigerados (SANTOS et al., 2006). Há também a possibilidade de comercialização do minimilho na forma de conservas (enlatadas ou em vidros), que é a forma mais utilizada no Brasil (DOVALE et al., 2011).

Após a colheita, a parte aérea restante no campo, tal como as palhas retiradas das espiguetas, pode ser utilizada para alimentação animal, por apresentar conteúdo proteico considerável, que varia de 6 a 14%, além de ser um material rico em nutrientes. Normalmente, o material tende a ser utilizado para a alimentação animal na própria propriedade em que o minimilho foi cultivado ou pode ainda ser vendido, possibilitando renda extra aos produtores (LEKAGUL et al., 1981; ARCANJO JUNIOR et al., 2016).

A composição bromatológica do minimilho, para cada 100 g de amostra de espiguetas, é: 83,02 a 92,10% de umidade, 0,20% de gordura, 6,07 a 13,84% de

carboidratos, 0,32 a 0,70% de cinzas, 0,83 a 1,14% de lipídeos, 0,41 a 0,51% de proteínas, 86 mg de fósforo, 0,1 mg de ferro, 64 UA de vitamina A, 0,05 mg de tiamina, 0,8 mg de riboflavina, 11,0 mg de ácido ascórbico e 0,3% de niacina (LIMA et al., 2015).

Muitos híbridos e cultivares de milho têm sido avaliados quanto a sua aptidão às condições tropicais, porém, no Brasil, ainda não se especificou qual ou quais são os materiais genéticos mais adequados ao cultivo do minimilho (THAKUR et al., 2000; ALMEIDA et al., 2005). Entretanto, em razão de uma maior aceitação pelo mercado consumidor, têm sido utilizados principalmente o milho doce e o milho pipoca, além de materiais prolíficos selecionados de milho comum (RODRIGUES et al., 2004). Comumente, programas de melhoramento genético de milho no Brasil, como a Embrapa Milho e Sorgo e a UNESP/Jaboticabal, assim como empresas de sementes, têm trabalhado com cultivares de milho comum, pipoca e doce para produção de minimilho (CARVALHO et al., 2002; CARVALHO et al., 2003; PEREIRA FILHO e CRUZ, 2009).

2.3. Aspectos gerais do milho pipoca

O milho pipoca [*Zea mays* L. var. *evarta* (Sturtev) L. H. Bailey] é originário da subfamília *Panicoide*, tribo *Maydeae*, gênero *Zea* e espécie *Zea mays* L., de forma semelhante ao milho comum (ZIEGLER e ASHMAN, 1994), diferindo-se dos demais tipos de milho sobretudo devido a sua capacidade de expansão do endosperma, dando origem à pipoca. Quando comparadas as estruturas do milho comum, as plantas de milho pipoca normalmente apresentam menor estatura, colmos mais finos, grãos menores, maior prolificidade e menor vigor de plantas (BRUNSON, 1937; HALLAUER e CARENA, 2009), possuindo geralmente um sistema radicular fasciculado e superficial, sendo pouco tolerante ao estresse hídrico e suscetível ao acamamento (FANTIN et al., 1991; HALLAUER, 2001).

O melhoramento do milho pipoca no Brasil iniciou-se em 1932, no Instituto Agrônomo de Campinas (IAC). A primeira variedade nacional foi lançada em 1941, a qual se originou de ciclos de seleção massal na população base *South American Mushroom* (SAM), derivada de *South American*, proveniente dos Estados Unidos (RANGEL et al., 2008).

No entanto, somente no início dos anos 80 que os trabalhos continuaram no país, o que resultou no lançamento do híbrido simples modificado IAC 112, em 1988, através da combinação entre linhagens da variedade SAM com linhagens vindas do híbrido intervarietal Guarani x UFV amarelo e, quase ao mesmo tempo, do híbrido triplo Zélia, comercializado pela Pioneer (SCAPIM et al., 2002; RANGEL et al., 2008).

No Brasil, o milho pipoca não recebeu a mesma atenção dada ao milho comum, assim, foi pouco o progresso obtido em programas de melhoramento, principalmente devido ao número limitado de instituições e melhoristas que trabalhavam com a cultura, restringindo-se a alguns pesquisadores de instituições oficiais, além de haver pouca demanda pelo cultivo (SILVA et al., 2010b).

As estimativas que se têm são de que o consumo esteja na base de 80 mil toneladas anuais, sendo que essa demanda é suprida em maior proporção por híbridos advindos dos Estados Unidos e registrados por empresas empacotadoras, sendo fornecido assim a produtores cooperados (SAWAZAKI et al., 2003; SCAPIM et al., 2006).

2.4. Aspectos gerais do milho doce

O milho doce (*Zea mays* L. grupo *saccharata*) destaca-se, entre as mais de 300 raças existentes da espécie *Zea mays* (STALLER et al., 2006), podendo ser classificado como uma olerícola, pelo alto valor agregado, cultivo intensivo, demanda por cuidados pós colheita e forma do consumo humano (KAUKIS e DAVIS, 1986; TRACY, 2001). Sua comercialização é realizada principalmente na forma de conservas ou enlatados (processamento industrial), *in natura*, desidratado (snacks), congelado na forma de espigas ou grãos e como minimilho ou *baby corn*, colhido antes da polinização, no estágio R1 (ZÁRATE et al., 2009, LUZ et al., 2014).

O milho doce caracteriza-se por apresentar entre 9 e 14% de açúcar e 30 a 35% de amido, sendo que o milho classificado como superdoce pode apresentar cerca de 25% de açúcar e entre 15 e 25% de amido, diferentemente do milho comum, que tem em torno de 3% de açúcar e entre 60 e 70% de amido (LUZ et al., 2014). A doçura do milho ocorre pela presença de genes mutantes, sendo os mais conhecidos o *shrunken-2* (*sh2*), o *brittle* (*bt*), o *sugary enhancer* (*se*) e o *sugary* (*su*), que fazem com que ocorram alterações na biossíntese de carboidratos no endosperma dos grãos (LEMOS et al., 2002; ARAUJO et al., 2006).

A área cultivada com milho doce no Brasil é de aproximadamente 36 mil hectares, sendo que 90% desse total encontram-se no estado de Goiás, pela possibilidade de cultivo durante o ano todo. Sua produção é destinada em maior parte ao processamento industrial (enlatados e congelados), com uma produtividade média em torno de 13 t ha^{-1} , 28% menos do que a alcançada por países de clima temperado (BARBIERI et al., 2005). O Brasil possui grande potencial para a produção de milho doce para o mercado de exportação europeu e norte americano (BORDALLO et al., 2005), sobretudo com o desenvolvimento de novos genótipos, mais adaptados à produção nacional (GRIGULO et al., 2011). Visando ao melhoramento genético do milho doce, regiões produtoras desejam híbridos cada vez mais produtivos, entretanto, do ponto de vista industrial de processamento, são desejáveis híbridos que apresentem uniformidade quanto à maturação, forma e tamanho de espigas (KWIATKOWSKI e CLEMENTE, 2007).

2.5. Época de semeadura

O manejo da época de semeadura é visto como uma estratégia de escape ao déficit hídrico em locais onde não se utiliza irrigação suplementar (FORSTHOFER et al., 2006), além de uma alternativa visando evitar danos pela ocorrência de geadas e uma forma de otimizar a eficiência de uso da terra, principalmente em regiões onde se têm longos períodos de estiagem.

As épocas de semeadura do milho no Brasil são caracterizadas em dois períodos. O período de Verão, onde há uma boa precipitação, sendo o mês de outubro a melhor época de semeadura, garantindo um bom florescimento das plantas no mês de dezembro (SILVA, 2001; SANGOI et al., 2010; SERPA et al., 2012), coincidindo assim com os dias mais longos do ano e com uma maior incidência da radiação solar (FORSTHOFER et al., 2004). E o período de Outono/Inverno, também denominado época de Safrinha. Este período refere-se ao milho de sequeiro, sendo caracterizado pela semeadura entre os meses de fevereiro e março, após a safra de verão, onde normalmente é cultivada a soja precoce na região Centro-Oeste e nos estados do Paraná e São Paulo, buscando melhor aproveitamento das chuvas remanescentes que antecedem o período de estiagem (MIRANDA et al., 2012).

O cultivo no período de Outono/Inverno vem ganhando destaque para o abastecimento do milho no país (SHIOGA et al., 2004). O cultivo do milho Safrinha é

sempre acompanhado dos riscos climáticos, apresentando potencial produtivo bastante variado e um ciclo maior da cultura, ocasionados pelas baixas temperaturas, precipitações desuniformes e menor radiação solar, podendo afetar o acúmulo de fotoassimilados (CANTARELLA, 1999; ARGENTA et al., 2006), influenciando assim na altura de plantas, altura de inserção de espigas, diâmetro do colmo, comprimento e diâmetro de espigas, dentre outras características (NASCIMENTO et al., 2011; ALVES et al., 2013).

A produção de milho está diretamente ligada às épocas de semeadura, sobretudo em relação à disponibilidade de água no solo. Nas estações ou regiões onde a precipitação pluvial é baixa, a semeadura deve ser planejada de forma que os períodos de floração ocorram antes ou após períodos de veranico, pois esse é o estágio mais crítico da cultura em relação à exigência hídrica (SILVA et al., 2013). Outro fator de risco é a ocorrência de geadas, que podem acarretar prejuízos quando a cultura é semeada de forma tardia, sobretudo na Safra de Outono/Inverno, com menor potencial produtivo (GONÇALVES et al., 2002; MARQUES et al., 2014). A escolha da época de semeadura mais adequada para a cultura do milho não afeta os custos de implantação da cultura, mas tende a afetar a produtividade e, conseqüentemente, a renda final do produtor (FORSTHOFER et al., 2006).

A semeadura realizada de forma tardia reduz o potencial produtivo da cultura, devido principalmente a um menor aproveitamento da radiação solar, temperatura e precipitação pluvial (SILVA et al., 2010a; VAZ-DE-MELO et al., 2012). Os fatores edafoclimáticos determinam a melhor época de semeadura do milho, ou seja, aquela que faz coincidir a fase de maior índice de área foliar da planta com os dias mais longos do ano, com temperaturas mais elevadas e, conseqüentemente, um maior aproveitamento da radiação solar, coincidindo com o período de floração da cultura do milho, sem a ocorrência de limitações hídricas (SANGOI et al., 2010).

2.6. Ecofisiologia do milho

2.6.1. Características fotossintéticas

2.6.1.1. Metabolismo C4

O milho, pertencente à família Poaceae, assim como o milheto, sorgo, cana-de-açúcar e diversas outras espécies, caracteriza-se por apresentar folhas com anatomia

Kranz típica, comum anel interno de células da bainha ao redor dos tecidos vasculares e uma camada externa de células no mesófilo. Essa anatomia foliar gera uma barreira de difusão, que separa a absorção de carbono atmosférico, em células do mesófilo, da assimilação do CO₂ pela rubisco em células da bainha do feixe vascular e limita o vazamento de CO₂ da bainha para as células do mesófilo (TAIZ et al., 2017).

A fotossíntese das plantas C₄ é o principal mecanismo de concentração de carbono utilizado pelas plantas terrestres no intuito de compensar as limitações relacionadas a baixos níveis de CO₂ atmosférico (TAIZ et al., 2017). O milho é uma espécie que utiliza o mecanismo C₄, o qual se caracteriza pela concentração de CO₂ no sítio ativo da Ribulose-bifosfato-carboxilase-oxigenase (rubisco) do ciclo de Calvin-Benson, que mantém alta razão CO₂/O₂ e elimina a fotorrespiração (EHLERINGER et al., 1997).

O ciclo C₄ assimila CO₂ eo transporte de CO₂ da atmosfera para as células da bainha do feixe vascular ocorre primeiramente com a fixação do HCO₃⁻ no fosfoenolpiruvato pela PEPCase nas células do mesófilo. O produto da reação, oxalacetato, é subsequentemente reduzido a malato por NADP malato desidrogenase nos cloroplastos do mesófilo ou convertido em aspartato por transaminação com glutamato no citosol. Ocorre o transporte dos ácidos de quatro carbonos (malato ou aspartato) para as células da bainha do feixe vascular. Na sequência, é feita a descarboxilação dos ácidos de quatro carbonos e geração de CO₂, que é, então, reduzido a carboidratos pelo ciclo de Calvin-Benson (TAIZ et al., 2017).

A concentração elevada de CO₂ nos sítios de carboxilação da rubisco promove a supressão da oxigenação da enzima e, conseqüentemente, da fotorrespiração (OGREN, 1984). Isso explica porque as plantas C₄ são mais eficientes na captação, conversão e acumulação de carbono na forma de carboidratos, pois a fotorrespiração celular, que representa perda de CO₂ no processo fotossintético, existe, mas é irrelevante nestas plantas (EHLERINGER e BJORKMAN, 1977; LEEGOOD et al., 1995).

2.6.2. Temperatura

A temperatura exerce influência direta no desenvolvimento das plantas, principalmente no processo de germinação e emergência, afetando também reações bioquímicas do processo germinativo, refletindo assim nas atividades fisiológicas da

planta, em seu desenvolvimento e, conseqüentemente, na produtividade (LYRA et al., 2008; VAZ-DE-MELO et al., 2012, WAHA et al., 2013).

A temperatura é um fator importante para explicar os eventos fenológicos da cultura, pois o milho é uma planta considerada termossensível, o que faz com que a temperatura influencie no seu desenvolvimento, sendo que a elevação da temperatura tende a acelerar seu ciclo e a redução tende a prolongar, ocasionado pelo acúmulo de graus dias (GD), ou seja, através do acúmulo de calor, que influencia em sua produção (SHIOGA e GERAGE, 2010).

No período da sementeira à emergência das plântulas, a faixa de temperatura ideal do solo está compreendida entre 25 e 30 °C, para proporcionar melhores condições quanto aos processos germinativos e de emergência das plântulas, sendo os limites para que esses processos ocorram temperaturas acima de 15 °C e inferiores a 40 °C (LANDAU et al., 2012).

Temperaturas médias diárias superiores a 26 °C podem promover uma aceleração do período de florescimento e maturação, assim como temperaturas baixas, inferiores a 15,5 °C, podem prontamente retardá-las (LANDAU et al., 2012). Rezende et al. (2004) mencionam ainda que quando a temperatura média para a cultura do milho for inferior a 20°C, o ciclo tende a aumentar de 10 a 20 dias a cada 0,5 °C de redução na temperatura média, variando conforme o híbrido utilizado.

O método mais correto para determinar as etapas de desenvolvimento da cultura do milho, ocorre através da consideração das exigências térmicas, designadas como unidade calóricas (°C), unidades térmicas de desenvolvimento (U.T.D) ou graus-dias (G.D) (PETERS et al., 1971). Quanto às exigências térmicas de uma cultivar de milho de ciclo normal ou tardio disponíveis no mercado, essas podem ser distintas, sendo de 915 e 1.200 °C dia, respectivamente. Já para variedades de ciclo precoce, a exigência térmica fica em torno de 830 a 900 °C dia e, para o super-precoce de 780 a 825 °C dia (SCHONS et al., 2009).

Altas temperaturas tendem a gerar um estresse na planta, podendo ocasionar reduções em produtividade, pois ocorre a diminuição da capacidade de assimilação e, como consequência, a planta tende a diminuir sua eficiência na captação da radiação, reduzindo assim a fotossíntese (BARNABÁS et al., 2008; EDREIRA e OTEGUI, 2012).

No que diz respeito às baixas temperaturas, o milho tende a ser mais sensível (MARQUES et al., 2014). No período de Outono/Inverno, com redução das

temperaturas médias diárias, tende a ocorrer estresse na cultura do milho, sobretudo em regiões com temperaturas abaixo de -3 a -5 °C, podendo acarretar prejuízos no rendimento da cultura (XIMENES et al., 2004; LUKATKIN et al., 2012). A membrana celular e as organelas são totalmente afetadas pelo frio, devido à composição da bicamada lipídica das membranas, que tende a modificar seu estado de fluido-cristalino para sólido-gel (TAIZ et al., 2017). Isso reduz a atividade de H⁺ ATPase e proteínas transportadoras de íons. Os danos ocasionados pelo frio nas membranas podem ocorrer tanto de forma direta quanto pela ação das espécies reativas de oxigênio (peroxidação lipídica) (MAROCCO et al., 2005; LUKATKIN et al., 2012).

2.6.3. Fotoperíodo

A planta do milho é considerada de dias curtos, tendendo a responder ao aumento do fotoperíodo quando cultivada em latitudes acima de 33° (ELLIS et al., 1992; BIRCH et al., 1998; TOLLENAAR, 1999). Em condições tropicais, como a do Brasil, a cultura do milho tende a não apresentar resposta ao fotoperíodo (BIRCH et al., 1998), pois o valor crítico para a cultura é de 12,5 h, e o fotoperíodo no Brasil encontra-se abaixo desse valor (SOLER et al., 2005). Segundo Chang (1974), a espécie *Zea mays* não responde a fotoperíodo, podendo ser considerada fotoneutra ou de respostas a dias curtos.

Conforme a fase de desenvolvimento das plantas, a luminosidade pode apresentar maior ou menor efeito sobre a produtividade da cultura, sendo que a maior sensibilidade quanto à variação de radiação está no início da fase reprodutiva, mais especificamente nos 15 primeiros dias após o pendoamento, tornando os grãos menos densos e retardando a maturação fisiológica destes (FORSTHOFER et al., 2006).

Os estádios reprodutivos do milho se iniciam com o surgimento do pendão, ou seja, quando o meristema apical começa a se alongar e inicia o primórdio floral masculino. Quando ocorre a diferenciação do meristema apical, nenhuma folha poderá se formar, pois no período de iniciação dos primórdios florais é quando se determina o número máximo de folhas, nós e entrenós de cada colmo, ou seja, é o final do período vegetativo (DUNCAN, 1976). A temperatura e o fotoperíodo podem modificar o número de folhas presentes na planta, refletindo assim em uma maior ou menor captação da luz, que provavelmente influenciará na produtividade da cultura (DUNCAN, 1976; ARGENTA et al., 2006).

O principal mecanismo de resposta do milho ao fotoperíodo é a indução floral que faz com que a planta saia do estágio vegetativo para o reprodutivo. A melhor época para a semeadura seria aquela que se faz coincidir a maior área foliar por planta, juntamente com dias mais longos do ano, quando não há limitação hídrica (SANGOI et al., 2010).

As plantas submetidas a temperaturas baixas e fotoperíodo curto tendem a promover a iniciação do pendão, reduzindo o número de folhas por planta (VERHEUL et al., 1996), enquanto que, quando há um aumento do número de horas de luz por dia, existe a tendência de se alongar a fase vegetativa, aumentando assim o número de folhas na planta.

2.6.4. Disponibilidade hídrica

O milho é uma cultura eficiente no uso da água e, entre os cereais, se destaca na produção de grãos. Dependendo do clima, e com a utilização de 500 a 800 mm de água, podem ser alcançadas as máximas produtividades de grãos (LANDAU et al., 2012). A cultura exige um mínimo de 350 a 500 mm para elevadas produtividades, sem que haja necessidade de irrigação suplementar (LANDAU et al., 2012).

As principais fases de exigência da cultura do milho por água são a germinação, a floração e a formação dos grãos (BORRÁS et al., 2003; DUVICK, 2005; BORRÁS et al., 2007). O milho pode ter seu desenvolvimento prejudicado pelo déficit hídrico, o que se agrava no período que compreende desde o pendoamento ao início do enchimento de grãos, ou seja, de 10 dias antes do pendoamento até 10 dias após o final do espigamento. Nesse período, a deficiência hídrica acarreta em decréscimos irreversíveis no rendimento da cultura (MEDEIROS et al., 1991; MATZENAUER et al., 1995; MENEGHETTI et al., 2008b).

O déficit hídrico acentuado vem associado a elevadas temperaturas, podendo ocasionar a antecipação do florescimento masculino, caso ocorra antes da antese (BORRÁS et al., 2003; FORSTHOFER et al., 2006; BORRÁS et al., 2007).

O milho, quando em déficit hídrico, apresenta ajuste osmótico das células para que assim a célula absorva água e mantenha o potencial de pressão em níveis adequados. Essa adaptação mecânica faz com que ocorra um maior acúmulo de açúcares, ácidos orgânicos e íons no citosol, para reduzir o potencial osmótico, permitindo assim a manutenção da turgescência, crescimento e fotossíntese (GUEI e

WASSON, 1993; PIMENTEL, 1999; ZHANG et al., 1999; MAHOUACHI et al., 2006).

O déficit hídrico tende a reduzir a fotossíntese das seguintes maneiras: redução da área foliar, acamamento de plantas, redução da altura de plantas (RIBAUT et al., 2009), aumento da abscisão foliar pela redução da habilidade dos cloroplastos para fixar o CO₂ e pela redução da difusão do CO₂ para dentro das folhas (FLEXAS et al., 2006) e fechamento de estômatos (LOPES et al., 2011), alterando também o ambiente físico da cultura, pela modificação do balanço de energia do sistema (BERGAMASCHI et al., 2004; DUTRA et al., 2012).

As ocorrências de déficits hídricos afetam a expansão foliar e a expansão celular. Com uma área foliar menor, conseqüentemente, a planta transpira menos, mantendo um suprimento limitado de água no solo. Sendo assim, o primeiro mecanismo de defesa da planta contra o déficit hídrico, seria a redução de sua área foliar, porém, a área foliar é de suma importância para que se tenha uma fotossíntese proporcional a ela (TAIZ et al., 2017).

A antecipação da semeadura serve como estratégia para evitar que o período crítico da cultura do milho coincida com períodos prolongados de estiagem, principalmente em locais onde a suplementação hídrica é inexistente, mas também pode ser empregada em áreas irrigadas, otimizando o uso da terra (FORSTHOFER et al., 2006; SILVA et al., 2013). A cultura do milho alcança sua maior produtividade quando a máxima área foliar coincide com a maior disponibilidade de radiação solar, desde que não ocorra déficit hídrico (BERGAMASCHI et al., 2004).

O déficit hídrico é considerado como um dos principais problemas na agricultura, sendo a habilidade da planta em resistir a períodos de estresse hídrico um fator importante para o bom desenvolvimento do agronegócio de qualquer país (SHAO et al., 2008). Estudos acerca da tolerância da cultura do milho ao estresse hídrico, ocasionado pela estiagem, tendem a trazer melhorias de manejo para o bom desenvolvimento e produtividade da cultura em região com tais limitações hídricas (LI et al., 2009), sendo a cultura do milho muito sensível à escassez de água (VAMERALI et al., 2003; WELCKER et al., 2007). Com isso, o estudo de melhoramento genético da cultura do milho tem avançado muito, buscando a obtenção de cada vez mais genótipos com maior tolerância à seca (CAMPOS et al., 2004; MONNEVEUX et al., 2006).

Por meio da relação entre a evapotranspiração e a evapotranspiração de referência, é possível avaliar o estado hídrico de uma cultura, denominado de

coeficiente de cultura (Kc) (ANTONINO et al., 2000). Os valores de Kc para a cultura do milho destinado à produção de grãos varia em função do seu estágio de crescimento: inicial, 0,3 a 0,5 (15 a 30 dias); desenvolvimento, 0,7 a 0,85 (30 a 45 dias); intermediário, 1,05 a 1,2 (30 a 45 dias); final, 0,8 a 0,9 (10 a 30 dias) e, na colheita, 0,55 a 0,6.

Em condições de clima quente e seco, o consumo hídrico da cultura do milho fica em torno de 3,0 mm dia⁻¹, quando a planta apresenta em torno de 30 cm de altura e no período considerado crítico, que vai da iniciação floral à maturação, podendo atingir valores entre 5,0 e 7,0 mm dia⁻¹ (LANDAU et al., 2012).

3. REFERÊNCIAS

ADEGAS, F.S.; VOLL, E.; GAZZIERO, D.L.P. Manejo de plantas daninhas em milho safrinha em cultivo solteiro ou consorciado à braquiária ruziziensis. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.10, p.1226-1233, 2011.

AEKATASANAWAN, C. Baby corn. In: HALLAUER, A.R. (Ed.). **Specialty corns**. 2. ed. Boca Raton, CRC Press, v.2, cap.9, p.275- 293, 2001.

ALMEIDA, I.P.C.; SILVA, P.S.L.; NEGREIROS, M.Z.; BARBOSA, Z. Baby corn, green ear and grain yield of cultivars. **Horticultura Brasileira**, v.23, n.4, p.960-964, 2005.

ALVES, V.B.; CECCON, G.; LEITE, L.F. Morfologia e produtividade de híbridos de milho Safrinha solteiro e consorciado com braquiária. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.12, n.2, p.152-163, 2013.

ANTONINO, A.C.D.; SAMPAIO, E.V.S.B.; OLIO, A.D.; SALCEDO, I.H. Balanço hídrico em solo com cultivos de subsistência no Semi-árido do Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.4, n.1, p.29-34, 2000.

ARAUJO, E.F.; ARAUJO, R.F.; SOFIATTI, V.; SILVA, R.F. Maturação de sementes de milho-doce – grupo super doce. **Revista Brasileira de Sementes**, v.28, n.2, p.69-76, 2006.

ARCANJO JUNIOR, H.G.; NASCIMENTO, W.G.; MACEDO, I.M. Características químicas bromatológicas de plantas remanescentes a cultura do minimilho. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.17, n.3, p.344-354, 2016.

ARGENTA, G.; SANGOI, L.; SUHRE, E.; SILVA, A.A. Desempenho agrônomico e econômico do milho em diferentes sistemas de manejo e épocas de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.399-407, 2006.

BARBIERI, V.H.B.; LUZ, J.M.Q.; BRITO, C.H.; DUARTE, J.M.; GOMES, L.S.; SANTANA, D.G. Produtividade e rendimento industrial de híbridos de milho doce em função de espaçamentos e populações de plantas. **Horticultura Brasileira**, v.23, n.3, p.826-830, 2005.

BARBOSA, G. R. F. **Cultivares de milho e doses de zinco para produção de minimilho em Vitória da Conquista – BA**. 2009. 54p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista – BA.

BARNABÁS, B.; JAGER, K.; FEHER, A. The effect of drought and heat stress on reproductive processes in cereals. **Plant, Cell & Environment**, v.31, p.11-38, 2008.

BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G.A.; BERGONCI, J.I.; BIANCHI, C.A.M.; MÜLLER, A.G.; COMIRAN, F.; HECKLER, B.M.M. Distribuição hídrica no período crítico do milho e produção de grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.9, p.831-839, 2004.

BIRCH, C.J.; RICKERT, K.G.; HAMMER G.L. Modelling leaf production and crop development in maize (*Zea mays* L.) after tassel initiation under diverse conditions of temperature and photoperiod. **Field Crops Research**, v.58, n.2, p.81-95, 1998.

BORDALLO, P.N.; PEREIRA, M.G.; AMARAL JÚNIOR, A.T.; GABRIEL, A.P.C. Análise dialéctica de genótipos de milho doce e comum para caracteres agronômicos e proteína total. **Horticultura Brasileira**, v.23, p.123-127, 2005.

BORRÁS, L.; WESTGATE, M.E.; ASTINI, J.P.; ECHARTE, L. Coupling time to silking with plant growth rate in maize. **Field Crops Research**, v.102, n.1, p.73-85, 2007.

BORRÁS, L.; WESTGATE, M.E.; OTEGUI, M.E. Control of kernel weight and kernel water relations by post-flowering source-sink ratio in maize. **Annals of Botany**, v.91, n.7, p.857-867, 2003.

BROWN, W.L.; ZUBER, M.S.; DARRAH, L.L.; GLOVER, D.V. Origin, adaptation and types of corn. **National Corn Handbook**. Ames, 1985.

BRUNSON, A.M. Popcorn breeding. Washington: **Yearbook agricultural**, v.1, p.395-404, 1937

BUCKLER, E.S., STEVENS, N.M. Maize Origins, Domestication, and Selection. In: MOTLEY, T.J.; ZEREGA, N.; CROSS, H. (Eds). **Darwin's harvest: new approaches to the origin, evolution, and conservation of crops**. New York, Columbia University Press, p.67-91, 2006.

CAMPOS; H.; COOPER; M.; HABBEN, J.E.; EDMEADES, G.O.; SCHUSSLER, J.R. Improving drought tolerance in maize: a view from industry. **Field Crops Research**, v.90, p.19–34, 2004.

CANTARELLA, H. Adubação do milho "Safrinha". In: SEMINÁRIO SOBRE A CULTURA DO MILHO SAFRINHA. **Anais do Seminário sobre a Cultura do Milho Safrinha**. Campinas: Instituto Agrônômico, p.15- 24, 1999.

CARVALHO, G.S.; PINHO, R.G.V.; PEREIRA FILHO, I. Efeito do tipo de cultivar, despendoamento das plantas e da época de semeadura na produção de minimilho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.1, n.3, p.47-58, 2002.

CARVALHO, G.S.; PINHO, R.G.V.; RODRIGUES, V.N. Produção de minimilho em diferentes ambientes de cultivo. **Revista Ceres**, v.50, n.288, p.155-169, 2003.

CHANG, J.H. **Climate and agriculture: an ecological survey**. 3. ed. Chicago: Aldine Publishing Company, 1974. 301 p.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira**: grãos: sexto levantamento, março 2018. Brasília, DF, 2018. Disponível em: < <http://www.bcsp.com.br/Editais2018/6%20Levantamento%20Mar%202018.pdf>>. Acesso em: 13 de março de 2018.

DOEBLEY, J.F. Molecular evidence for gene flow among *Zea* species. **Bio Science**, v.40, p.443-448, 1990.

DOEBLEY, J.F.; ILTIS, H.H. Taxonomy of *Zea* (Gramineae). I. A subgeneric classification with key to taxa. **Annals Journal Botany**, v.67, p.982-993, 1980.

DOVALE, J.C.; FRITSCHÉ-NETO, R.; SILVA, P.S.L. E. Índice de seleção para cultivares de milho com dupla aptidão: minimilho e milho verde. **Bragantia**, v.70, n.4, p.781-787, 2011.

DUNCAN, W.G. Maize. In: EVANS, L.T. **Crop physiology: some case histories**. 2.ed. Cambridge: Cambridge University Press, 1976. 373p.

DUTRA, C.C.; PRADO, E.A.F.; PAIM, L.R.; SCALON, S.P.Q. Desenvolvimento de plantas de girassol sob diferentes condições de fornecimento de água. **Semina - Ciências Agrárias**, v.33, n.1, p.2657-2668, 2012.

DUVICK, D.N. The contribution of breeding to yield advances in maize (*Zea mays* L.). **Advances in Agronomy**, v.86, p.83-145, 2005.

EDREIRA, J.I.R.; OTEGUI, M.E. Heat stress in temperate and tropical maize hybrids: Differences in crop growth, biomass partitioning and reserves use. **Field Crops Research**, v.130, n.1, p.87-98, 2012.

EHLERINGER, J.R.; CERLING, E.T.; HELLIKER, B.R. C₄ photosynthesis, atmospheric CO₂, and climate. **Oecologia**, v.12, p.285-299, 1997.

EHLERINGER, J.; BJÖRKMAN, O. Quantum yields for CO₂ uptake in C₃ and C₄ plants: dependence on temperature, CO₂ and O₂ concentration. **Plant Physiology**, v.59, n.1, p.86-90, 1977.

ELLIS, R.H.; SUMMERFIELD, R.J.; EDMEADES, G.O.; ROBERTS, E.H. Photoperiod, temperature, and the interval from sowing to tassel initiation in diverse cultivars of maize. **Crop Science**, v.32, p.1225-1232, 1992.

FANTIN, G.M.; SAWAZAKI, E.; BARROS, B.C. Avaliação de genótipos de milho-pipoca quanto à resistência a doenças e à qualidade da pipoca. **Summa Phytopathologica**, v.17, n.2, p.91-104, 1991.

FLEXAS, J.; RIBAS-CARBÓ, M.; BOTA, J.; GALMÉS, J.; HENKLE, M.; MARTÍNEZ-CAÑELLAS, S.; MEDRANO, H. Decreased Rubisco activity during water stress is not induced by decreased relative water content but related to conditions of low stomatal conductance and chloroplast CO₂ concentration. **New Phytologist**, v.172, p.73-82, 2006.

FORSTHOFER, E.L.; SILVA, P.R.F.; STRIEDER, M.L.; MINETTO, T.; RAMBO, L.; ARGENTA, G.; SANGOI, L.; SUHRE, E.; SILVA, A.A. Desempenho agrônomico e econômico do milho em diferentes sistemas de manejo e épocas de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.3, p.399-407, 2006.

FORSTHOFER, E.L.; SILVA, P.R.F.; ARGENTA, G.; STRIEDER, M.L.; SUHRE, E.; RAMBO, L. Desenvolvimento fenológico e agrônomico de três híbridos de milho em três épocas de semeadura. **Ciência Rural**, v.34, n.5, p.1341-1348, 2004.

GONÇALVES, S.L.; CARAMORI, P.H.; WREGE, M.S.; SHIOGA, P.; GERAGE, A.C. Épocas de semeadura do milho “Safrinha”, no Estado do Paraná, com menores riscos climáticos. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.24, p.1287-1290, 2002.

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, Brasil. **Bioscience Journal**, v.27, p.603-608, 2011.

GUEI, R.G.; WASSOM, C.E. Genetics of osmotic adjustment in breeding maize for drought tolerance. **Heredity**, v.71, p.436-441, 1993.

HALLAUER, A.; CARENA, M.J. Maize breeding. In: CARENA, M.J. (Ed). **Handbook of Plant Breeding: cereals**, v.3, New York, Springer, 2009, p.3-98,

HALLAUER, A.R. (Ed). **Specialty corns**. 2.ed. Boca Raton, *CRC Press*, v.2, 2001, 496p.

HARDOIM, P.R.; SANDRI, E.; MALUF, W.R. **Como fazer minimilho para aumentar a renda do meio rural**. Lavras: ULFA, 2002. 4p. (UFLA – Boletim Técnico de Hortaliças, 72).

KAUKIS, K.; DAVIS, D.W. Sweet corn breeding. In: BASSET, M.J. (Ed). **Breeding vegetable crops**. Gainesville: Avi, p.475-519, 1986.

KWIATKOWSKI A.; CLEMENTE E. Características do milho doce (*Zea mays*) para industrialização. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v.1, p.93-103, 2007.

LANA, L.O.; GUERRA, J.G.M.; ESPINDOLA, J.A.A.; ARAÚJO, E.S. **Avaliação de genótipos de milho com dupla aptidão para produção de minimilho e biomassa para adubação verde**. Seropédica, RJ: Embrapa Agrobiologia, 2012. 20p. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 85).

LANDAU, E.C.; SANS, L.M.A.; SANTANA, D.P. **Clima e solo: cultivo do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo 8º ed. out. 2012. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_8_ed/climaesolo.htm>. Acesso em: 12 jun. 2014.

LEEGOOD, R.C.; LEA, P.J.; ADCOCK, M.D.; HAEUSLER, R.D. The regulation and control of photorespiration. **Journal of Experimental Botany**, v.46, n.9, p.1397-1414, 1995.

LEKAGUL, T.; PERNMAMKHONG, S.; CHUTKAEW, C.; BENJASIL, V. Field corn variety for young ear corn production. **National Corn and Sorghum Program Annual Report**, v.13, p.201-205, 1981.

LEMOS, M.A.; GAMA, E.E.G.; MENEZES, D.; SANTOS, V.F.; TABOSA, J.N.; MORAIS, M.S.L. Emergência em campo de híbridos simples de milho superdoce de um cruzamento dialélico. **Horticultura Brasileira**, v.20, n.2, p.158-162, 2002.

LI, Y.; SPERRY, J.S.; SHAO, M. Hydraulic conductance and vulnerability to cavitation in corn (*Zea mays* L.) hybrids of differing drought resistance. **Environmental and Experimental Botany**, v.66, p.341–346, 2009.

LIMA, A.S.O.D.; MELO, A.R.; OLIVEIRA, L.F. Análises físicas, composição centesimal e nutricional de minimilho (*Zea mays*, L.) orgânico de diferentes variedades. **Revista Verde**, v.10, n.5, p.49-55, 2015.

LOPES, M.S.; ARAUS, J.L.; HEERDEN, P.D.R.; FOYER, C.H. Enhancing drought tolerance in C4 crops. **Journal of Experimental Botany**, v.62, p.3135-3153, 2011.

LUKATKIN, A.S.; BRAZAITYTĖ, A.; BOBINAS, C.; DUCHOVSKIS, P. Chilling injury in chilling-sensitive plants: a review. **Zemdirbyste-Agriculture**, v.99, p.111-124, 2012.

LUZ, J.M.Q.; CAMILO, J.S.; BARBIERI, V.H.B.; RANGEL, R.M.; OLIVEIRA, R.C. Produtividade de genótipos de milho doce e milho verde em função de intervalos de colheita. **Horticultura Brasileira**, v.32, n.2, p.163-167, 2014.

LYRA, G.B.; SOUZA, J.L.; LYRA, G.B.; TEODORO, I.; FILHO, G.M. . Modelo de crescimento logístico e exponencial para o milho BR106, e, três épocas de plantio. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**. v.7, n.3, p.211-230, 2008.

MAHOUACHI, J.; SOCORRO, A.R.; TALON, M. Responses of papaya seedlings (*Carica papaya* L.) to water stress and re-hydration: growth, photosynthesis and mineral nutrient imbalance. **Plant and Soil**, v.281, p.137–146, 2006.

MAROCCO, A.; LORENZONI, C.; FRACHEBOUD, Y. Chilling stress in maize. **Maydica**, v.50, p.571-580, 2005.

MARQUES, O.J.; VIDIGAL FILHO, P.S.; SCAPIM, C.A.; FRANCO, A.A.N.; OKUMURA, R.S.; RECHE, D.L.; NUMOTO, A.Y. Sowing time of popcorn under supplementary irrigation in the second season in Parana State, Brazil. **International Journal of Food, Agriculture and Environment**, v.12, n.2, p.640-647, 2014.

MATZENAUER, R.; BERGAMASCHI, H.; BERLATO, M.A.; RIBOLDI, J. Relações entre rendimento de milho e variáveis hídricas. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.3, p.85-92, 1995.

MEDEIROS, S.L.P.; WESTPHALEN, S.L.; MATZENAUER, R.; BERGAMASCHI, H. Relações entre evapotranspiração e rendimento de grãos de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.26, n.1, p.1-10, 1991.

MENEGHETTI, A.M.; NÓBREGA, L.H.P.; SANTOS, R.F. Manejo da irrigação para a produção de minimilho por evapotranspiração. **Engenharia na Agricultura**, v.16, n.3, p.351-358, 2008a.

MENEGHETTI, A.M.; SANTOS, R.F.; NÓBREGA, P.H.L.; MARTINS, G.I. Análise de crescimento de minimilho submetido a lâminas de irrigação. **Acta Scientiarum-Agronomy**, v.30, n.2, p.211-216, 2008b.

MILES, C.A.; SHAFFNER, O. **Baby corn research report**. Washington: Washington State University - Cooperative Extension. 1999. 8 p.

MIRANDA; R.A.; DUARTE, J.O.; GARCIA, J.C. **Cultivo do Milho**: Economia da Produção. 8. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012. (Sistema de Produção, 1). Disponível em: < http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_8_ed/economia.htm >. Acesso em: 17 jul. 2017.

MONNEVEUX, P.; C.; SANCHEZ, C.; BECK, D.; Edmeades, G. O. Drought tolerance improvement in tropical maize source populations: evidence of progress. **Crop Science**, v. 46, p.180-191, 2006.

NASCIMENTO, F.M.; BICUDO, S.J.; RODRIGUES, J.G.L.; FURTADO, M.B.; CAMPOS, S. Produtividade de genótipos de milho em resposta à época de semeadura. **Ceres**, v.58, n.2, p.193-201, 2011.

OGREN, W.L. Photorespiration: pathways, regulation, and modification. **Annual Review of Plant Physiology**, v.35, n.3, p.415-442, 1984.

PANDEY, A.K.; MANI, V.P.; PRAKASH, V.; SINGH, R.D.; GUPTA, H.S. Effect of varieties and plant densities on yield attributes and economics of baby corn (*Zea mays*). **Indian Journal of Agronomy**, v.47, n.2, p.221-226, 2002.

PEDROTTI, M.C. **Produtividade de soja e milho em função da época de semeadura sob irrigação e sequeiro**. 2014. 38p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS.

PEREIRA FILHO, I.A.; CRUZ, J.C. Milho especiais: alternativas para agregar valor. **DBO Agronegócios**, 2009. 3p.

PEREIRA FILHO, I.A.; GAMA, E.E.G.; CRUZ, J.C. Minimilho: efeito de densidade de plantio e cultivares na produção e em algumas características da planta de milho. Sete Lagoas: **EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo**, 1998. 4p. (EMBRAPA – CNPMS. Circular Técnica, 23).

PETERS, D.B.; PENDLETON, J.W.; HAGEMAN, R.H.; BROWN, C.M. Effect of night air temperature on grain yield of corn, wheat and soybeans. **Agronomy Journal**, v.63, p.809, 1971.

PIMENTEL, C. Relações hídricas em dois híbridos de milho sob dois ciclos de deficiência hídrica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, p.2021-2027, 1999.

RANGEL, R.M.; AMARAL JUNIOR, A.T.; SCAPIM, C.A.; FREITAS JUNIOR, S.P.; PEREIRA, M.G. Genetic parameters in parents and hybrids of circulant diallel in popcorn. **Genetics and Molecular Research**, v.7, p.1020-1030, 2008.

RAUPP, D.S.; GARDINGO, J.R.; MORENO, L.R.; HOFFMAN, J.P.M.; MATIELLO, R.R.; BORSATO, A.V. Minimilho em conserva: avaliação de híbridos. **Acta Amazônica**, v.38, n.2, p.509-516, 2008.

REZENDE, R.; FREITAS, P.S.L.; MARTOVANI, E.C.; FRIZZONE, J.A. Função de produção da cultura do milho e do feijão para diferentes lâminas e uniformidade de aplicação de água. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.266, n.4, p.503-511, 2004.

RIBAUT, J.M.; BETRAN, J.; MONNEVEUX, P.; SETTER, T. Drought tolerance in maize. In: BENNETZEN, J.L.; HAKE, S.C. Handbook of maize: its biology. New York, **Springer**, 2009, p.311–344.

RODRIGUES, L.R.F.; SILVA, N.; MORI, E.S. Avaliação de sete famílias S₂ prolíficas de minimilho para a produção de híbridos. **Bragantia**, v.63, n.1, p.31- 38, 2004.

SANGOI, L.; SILVA, P.R.F.; ARGENTA G.; RAMBO, L. Ecofisiologia da cultura do milho para altos rendimentos. Lages: **Graphel**, 2010, 88p.

SANTOS, H.G.; JACOMINE, P.K. T.; ANJOS, L.H.C.; OLIVEIRA, V.A.; OLIVEIRA, J.B.; COELHO, R.; LUMBRERAS, J.F; CUNHA, T.J.F. **Sistema brasileiro de classificação dos solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2006. 306 p.

SAWAZAKI, E.; CASTRO, J.L.; GALLO, P.B.; PATERNIANI, M.E.P.A.G.Z.; SILVA, R.M.; LUDERS, R.R. Potencial de híbridos temperados de milho pipoca em cruzamentos com o testador semitropical IAC 12. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.2, n.2, p.61-70, 2003.

SAWERS, R.J.H.; LEON, N.L.S. Origins of maize: a further paradox resolved. In: VAN HEERWAARDENA, J.; DOEBLEY, J.; BRIGGSC, W.H.; GLAUBITZD, J.C.; GOODMAN, M.M.; GONZALEZF, J.J.S.; ROSS-IBARRAA, J. Genetic signals of

origin, spread, and introgression in a large sample of maize landraces. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v.108, n.3, p.1088-1092, 2011.

SCAPIM, C.A.; BRACCINI, A.L.; PINTO, R.J.B.; AMARAL JUNIOR, A.T.; RODOVALHO, M.A.; SILVA, R.M.; MOTERLE, L.M. Componentes genéticos de médias e depressão por endogamia em populações de milho-pipoca. **Ciência Rural**, v.36, n.1, p.36-41, 2006.

SCAPIM, C.A.; PACHECO, C.A.P.; TONET, A.; BRACCINI, A.L.; PINTO, R.J.B. Análise dialéctica e heterose de populações de milho pipoca. **Bragantia**, v.61, p.219-230, 2002.

SCHONS, A.; STRECK, N.A.; STORCK, L.; BURIOL, G.A.; ZANON, A.J.; PINHEIRO, D.G.; KRAULICH, B. Arranjos de plantas de mandioca e milho em cultivo solteiro e consorciado: crescimento, desenvolvimento e produtividade. **Bragantia**, v.68, n.1, p.155-167, 2009.

SERPA, M.S.; SILVA, P.R.F.; SANGOI, L.; VIEIRA, V.M.; MARCHESI, D.R. Densidade de plantas em híbridos de milho semeados no final do inverno em ambientes irrigados e de sequeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, vol.47 n.4 Brasília Apr. 2012.

SHAO, H.; CHU, L.; JALEEL, C.A.; ZHAO, C. Water-deficit stress induced anatomical changes in higher plants. **Comptes Rendus Biologies**, v.331, p.215-225, 2008.

SHIOGA, P.S.; GERAGE, C.A.; ARAÚJO, P.M.; BIANCO, R.; CUSTÓDIO, B.A.A. **Avaliação Estadual de Cultivares de Milho Safrinha**. 1ª Ed. Londrina: IAPAR, 2011. 78p.

SHIOGA, P.S.; GERAGE, A.C. Influência da época de plantio no desempenho do milho safrinha no Estado do Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.9, n.3, p.236-253, 2010.

SHIOGA, P.S.; OLIVEIRA, E.L.; GERAGE, A.C. Densidade de plantas e adubação nitrogenada em milho cultivado na safrinha. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.3, n.3, p.381-390, 2004.

SILVA, M.A.V.; FERREIRA, W.P.M.; ANDRADE, V.M.S.; COSTA, J.M.N. Influência das condições microclimáticas no crescimento do milho BR 106, cultivado sob sementeira direta. **Revista de Ciências Agrárias**, v.39, n.3, p.383-394, 2016.

SILVA, A.R.A.; BEZERRA, F.M.L.; LACERDA, C.F.; PEREIRA, J.V.; FREITA, C.A.S. Trocas gasosas em plantas de girassol submetidas à deficiência hídrica em diferentes estádios fenológicos. **Revista Ciência Agronômica**, v.44, n.1, p.86-93, 2013.

SILVA, M.A.V.; FERREIRA, W.P.M.; ANDRADE, V.M.S.; ARAUJO, S.G.A. Época de semeadura do milho para a região de Sete Lagoas, MG, baseada na probabilidade de ocorrência de períodos secos e chuvosos. **Revista Ceres**, v.57, n.4, 2010a.

SILVA, V.Q.R.; AMARAL JÚNIOR, A.T.; GONÇALVES, L.S.A.; FREITAS JÚNIOR, S.P.; CANDIDO, L.S.; VITTORAZZI, C.; MOTERLE, L.M.; VIEIRA, R.A.; SCAPIM, C.A. Combining ability of tropical and temperate inbred lines of popcorn. **Genetics and Molecular Research**, v.9, n.3, p.1742-1750, 2010b.

SILVA, P.S.L.; SILVA, P.I.; SOUZA, A.K.F.; GURGEL, K.M.; PEREIRA FILHO, I.A. Green ear yield and grain yield of maize after harvest of the first ear as baby corn. **Horticultura Brasileira**, v.24, n.2, 2006.

SILVA, P.S.L. Desfolha e supressão da frutificação em milho. **Revista Ceres**, v.48, n.275, p.55-70, 2001.

SOLER, C.M.T.; SENTELHAS, P.C.; HOOGENBOOM, G. Thermal time for phenological development of four maize hybrids grown off-season in a subtropical environment. **Journal of Agricultural Science**, v.143, p.169-182, 2005.

STALLER, J.E.; TYKOT, R.H.; BENZ, B.F. **Histories of maize: multidisciplinary approaches to the prehistory, linguistics, biogeography, domestication and evolution of maize**. Burlington: Academic Press, 2006, 704p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.M.; MURPHY, A. **Fisiologia vegetal**. 6.ed. Porto Alegre, RS: Artmet, 2017, 858p.

TELES, D.A.A.; NASCIMENTO, W.M. Competição de cultivares de milho-doce para produção de minimilho. **Horticultura Brasileira**, v.28, n.2, p.2562-2568, 2010.

TESTER, M.; LANGRIDGE, P. Breeding technologies to increase crop production in a changing world. **Science**, v.327, p.818, 2010.

THAKUR, D.R.; SHARMA, V.; PATHIK, S.R. Evaluation of maize (*Zea mays*) cultivars for their suitability baby corn under mid-hills of north-western Himalayas. **Indian Journal of Agricultural Science**, v.70, n.3, p.146-148, 2000.

TOLLENAAR, M. Duration of the grain-filling period in maize is not affected by photoperiod and incident PPFD during the vegetative phase. **Field Crops Research**, v.62, n.1, p.15-21, 1999.

TRACY, W.F. Sweet corn. In: HALLAUER, A.R. (Ed.). **Specialty corn**. Boca Raton: CRC Press, p.155-198, 2001.

USDA – United States Department of Agriculture. **World Agricultural Supply and Demand Estimates**. Washington, Foreign Agricultural Service, March, 2018. Disponível em: <<http://usda.mannlib.cornell.edu/usda/current/wasde/wasde-03-08-2018.pdf>> Acessado em: 10 de março de 2018.

VAMERALI, T.; SACCOMANI, M.; BONA, S.; MOSCA, G.; GUARISE, M.; GANIS, A.A. Comparison of root characteristics in relation to nutrient and water stress in two maize hybrids. **Plant and Soil**, v.255, p.157-167, 2003.

VAZ-DE-MELO, A.; SANTOS, L.D.T.; FINOTO, E.L.; DIAS, D.C.F.S.; ALVARENGA, E.M. Germinação e vigor de sementes de milho-pipoca submetidas ao estresse térmico e hídrico. **Bioscience Journal**, v.28, n.5, p.687-695, 2012.

VERHEUL, M.J.; PICATTO, C.; STAMP, P. Growth and development of maize (*Zea mays* L.) seedlings under chilling conditions in the field. **European Journal of Agronomy**, v.5, p.31-43, 1996.

VON PINHO, L.; PAES, M.C.D.; GLÓRIA, M.B.A.; ALMEIDA, A.C.; COSTA, C.A. Color and chemical composition and of green corn produced under organic and conventional conditions. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.31, n.2, p.366-371, 2011.

VON PINHO, R.G.V.; CARVALHO, G.S.; RODRIGUES, V.N.; PEREIRA, J. Características físicas e químicas de cultivares de milho para produção de minimilho. **Ciência Agrotecnica**, v.27, n.6, p.1419-1425, 2003.

WAHA, K.; MÜLLER, C.; ROLINSKI, S. Separate and combined effects of temperature and precipitation change on maize yields in sub-Saharan Africa for mid- to late-21st century. **Global and Planetary Change**, v.106, p.1-12, 2013.

WELCKER, C.; BOUSSUGE, B.; BENCIVENNI, C.; RIBAUT, M.; TARDIEU, F. Are source and sink strengths genetically linked in maize plants subjected to water deficit? A QTL study of the responses of leaf growth and of Anthesis-Silking Interval to water deficit. **Journal of Experimental Botany**, v.58, p.339-349, 2007.

XIMENES, A.C.A.; SOUZA, L.C.F.; ROBAINA, A.D.; GONÇALVES, M.C. Avaliação da incidência de geadas em componentes de produtividade do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.3, n.2, p. 214-227, 2004.

XUE, Y.M.L.; WARBURTON, M.; SAWKINS, X.; ZHANG, T.; SETTER, Y.; XU, P.; GRUDLOYMA, J.; GETHI, J.M.; RIBAUT, W. LI. Genome-wide association analysis for nine agronomic traits in maize under well watered and waterstressed conditions. **Theoretical and applied genetics**, v.126,p.2587-2596, 2013.

ZÁRATE, N.A.H., VIEIRA, M.C., SOUSA, T.M., RAMOS, D.D. Produção e renda líquida de milho verde em função da época de amontoa. **Semina: Ciências Agrárias**, v.30, p.95-100, 2009.

ZHANG, J.; NGUYEN, H.T.; BLUM, A. Genetic analysis of osmotic adjustment in crop plants. **Journal of Experimental Botany**, v.50, p.291-302, 1999.

ZIEGLER, K.E.; ASHMAN, B. Popcorn. In: HALLAUER, A.R. (Eds.) **Specialty corns**. Ames: CRC Press, p.189-223, 1994.

CAPÍTULO 1

Época de semeadura e produtividade de minimilho no período de Verão na região de Maringá, Noroeste do Paraná

Época de semeadura e produtividade de minimilho no período de Verão na região de Maringá, Noroeste do Paraná

RESUMO

O presente estudo objetivou avaliar o efeito da época de semeadura na resposta fenotípica de híbridos de milho pipoca e milho doce, cultivados no período de Verão, com irrigação complementar, na região de Maringá no Noroeste do Paraná. Os ensaios foram conduzidos nos anos agrícolas de 2014/2015, 2015/2016 e 2016/2017, na Fazenda Experimental de Iguatemi, da Universidade Estadual de Maringá, em um NITOSSOLO VERMELHO Distroférico, argiloso (520 g de argila kg⁻¹). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos, com tratamentos casualizados, no esquema fatorial 5x2x3, com quatro repetições. Os fatores estudados foram: i) fator A – cinco épocas de semeadura (representados pelos dias Julianos 294, 309, 324, 339 e 354), ii) fator B – dois híbridos, sendo um de milho pipoca (IAC 125) e um de milho doce (RB 6324) e iii) fator C – três anos agrícolas de cultivo (2014/2015, 2015/2016 e 2016/2017). As características avaliadas foram: i) comprimento de espiguetas comerciais; ii) diâmetro de espiguetas comerciais; iii) produtividade de espiguetas comerciais despalhadas; iv) número de espiguetas comerciais. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância conjunta em relação às épocas de semeadura, híbridos e anos agrícolas, sendo a época de semeadura analisada mediante análise de regressão polinomial, os efeitos dos híbridos e os anos agrícolas analisados pelo teste F. O crescimento e desenvolvimento vegetativo foram limitados pelo atraso na época de semeadura, tanto para o híbrido de milho pipoca, quanto para o híbrido de milho doce, refletindo assim na produtividade de espiguetas comerciais. O híbrido de milho doce (RB 6324) apresentou maior resposta quanto à produtividade de espiguetas em comparação ao híbrido de milho pipoca (IAC 125). No período de Verão, o ciclo da cultura tende a ser mais precoce influenciado pela temperatura do ar, ou seja, pela soma térmica acumulada. O mês de outubro constituiu a melhor época para a semeadura de milho pipoca e o mês de dezembro constituiu a época preferencial para a semeadura do milho doce no período de Verão na região de Maringá, Noroeste do Paraná.

Palavras-chave: *Zea mays* L., Milho especial; Milho doce; Milho pipoca; Safra.

Sowing time and yield of baby corn in the summer period in the region of Maringá, Northwest of Paraná

ABSTRACT

The present study aimed to evaluate the effect of the sowing season on the phenotypic response of hybrids of popcorn and sweet corn, grown in the summer, with complementary irrigation, in the Maringá region in the Northwest of Paraná. The tests were conducted in the agricultural years of 2014/2015, 2015/2016 and 2016/2017, at the Experimental Farm of Iguatemi, State University of Maringá, in a clay-colored Dystroferric RED NITOSOLO (520 g kg⁻¹ of clay). The experimental design was the complete blocks, with randomized treatments, in the factorial scheme 5x2x3, with four replications. The factors studied were: i) factor A - five sowing times (represented by Julian days 294, 309, 324, 339 and 354), ii) factor B - two hybrids, one of popcorn (IAC 125) and one of sweet corn (RB 6324) and iii) factor C - three years of cultivation (2014/2015, 2015/2016 and 2016/2017). The characteristics evaluated were: i) length of commercial spikelets; (ii) diameter of commercial spikelets; (iii) yield of commercially deformed spikelets; iv) number of commercial spikelets. The data obtained were submitted to analysis of variance in relation to sowing times, hybrids and agricultural years. The sowing time was analyzed by polynomial regression analysis, the effects of the hybrids and the agricultural years analyzed by the F test. Vegetative growth and development were limited by the delay in sowing time for both the popcorn corn hybrid and the sweet corn hybrid, thus reflecting the yield of commercial spikelets. The sweet corn hybrid (RB 6324) presented higher response to spikelet yield compared to the popcorn hybrid (IAC 125). In the summer period, the crop cycle tends to be more precocious influenced by the air temperature, that is, by the accumulated thermal sum. October was the best season for sowing popcorn, and December was the preferred season for sowing sweet corn in the summer season in the Maringá region, Northwest of Paraná.

Keywords: *Zea mays* L., special corn; sweet corn; popcorn; harvest.

4.1. INTRODUÇÃO

O minimilho, ou *baby corn*, é o nome atribuído à espiguetas de milho, colhida de dois a três dias após a emissão dos estilo-estigmas, ou seja, é a espiga jovem de milho que está em formação (RAUPP et al., 2008). O minimilho tem um consumo elevado na Ásia, onde foi primeiramente utilizado na alimentação humana. As formas de consumo do minimilho podem ser como picles caseiros, conservas acidificadas, produzidas pelas indústrias alimentícias ou *in natura*. O maior produtor mundial do minimilho é a Tailândia, onde é consumido *in natura* ou em conservas. Com o aumento do mercado consumidor do minimilho, logo houve a necessidade de ampliar as áreas de produção, sendo expandidas para África e América Latina e o produto importado pela Europa e América do Norte na forma fresca. O minimilho por ser rentável e proporcionar uma diversificação em seus produtos gerados, tem agregado valor e ampliado a renda, principalmente para pequenos produtores (PANDEY et al., 2002; SILVA et al., 2006).

As plantas utilizadas na produção de minimilho são semelhantes às de milho comum, não sendo assim plantas anãs, como se poderia presumir. No Brasil, têm sido avaliados diferentes cultivares e híbridos de milho, para identificar os mais aptos para as condições tropicais, com destaque para cultivares de milho doce e pipoca, além de materiais prolíficos de milho comum (CARVALHO et al., 2002; VON PINHO et al., 2003; RODRIGUES et al., 2004; ALMEIDA et al., 2005), não havendo, no entanto, um cultivar ou híbrido comercial específico para a produção de minimilho (RODRIGUES et al., 2004).

Quanto aos tratamentos culturais, são basicamente os mesmos realizados em lavouras de milho para produção de grãos, sendo a principal diferença entre eles o ciclo de produção, que é reduzido pela colheita das espiguetas de minimilho ainda no estágio R1 da cultura (PEREIRA FILHO E KARAM, 2008). Outra considerável diferença nos sistemas de produção é a densidade populacional, em que, para o cultivo do minimilho, utiliza-se até três vezes mais plantas por unidade de área em comparação ao milho comum, pelo fato de o principal interesse em seu cultivo estar relacionado à quantidade de espiguetas, não havendo necessidade que as mesmas cresçam consideravelmente em tamanho e tampouco que produzam grãos (MENEGETTI et al., 2008a; PEREIRA FILHO E KARAM, 2008).

Segundo Pereira Filho e Karam (2008), não há uma época específica recomendada para a semeadura do minimilho, porém a produção depende da demanda de mercado e das condições climáticas do local onde se deseja produzir, sobretudo em relação à disponibilidade hídrica. No verão, a colheita tende a ser mais precoce e, no inverno, mais tardia, mas, geralmente, ambas iniciam-se entre 60 e 70 dias após a emergência das plântulas, dependendo de fatores ambientais e do ciclo da cultivar utilizada (PEREIRA FILHO e KARAM, 2008).

Neste contexto, diante das poucas informações na literatura a respeito da melhor época de semeadura do minimilho, o objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito das épocas de semeadura sobre as características agrônômicas de dois híbridos de milho para produção de minimilho, no período de Verão, com irrigação suplementar, na região de Maringá, Noroeste do Paraná.

4.2. MATERIAL E MÉTODOS

4.2.1. Local de implantação dos experimentos

O clima do município de Maringá, segundo a classificação de Köppen-Geiger (1948) é do tipo Cfa, definido como subtropical, com temperatura média no mês mais frio inferior a 18 °C (mesotérmico) e temperatura média no mês mais quente acima de 22 °C. Os verões são quentes, as geadas pouco frequentes e as chuvas se concentram, principalmente, no período de verão, contudo sem estação seca definida (GODOY et al., 1976).

Os ensaios foram conduzidos e avaliados durante a Safra de Verão nos anos agrícolas de 2014/2015, 2015/2016 e 2016/2017, na Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI), pertencente à Universidade Estadual de Maringá (UEM), localizada no Distrito de Iguatemi, município de Maringá, na região Noroeste do Paraná, sob as coordenadas geográficas 23°20'48" S e 52°04'17" W, com altitude aproximada de 510 m (MARQUES et al., 2014).

4.2.2. Características do solo da área experimental

O solo da área experimental foi classificado como NITOSSOLO VERMELHO Distroférico (EMBRAPA, 2013), de textura argilosa, constituído por 520 g kg⁻¹ de

argila, 140 g kg⁻¹ de silte e 340 g kg⁻¹ de areia, tendo suas características químicas e das amostras de material de solo na área experimental apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Resultado da análise química das amostras de material de solo da área experimental, provenientes da camada de 0,0 – 0,20 m e 0,20 – 0,40 m de profundidade, no período de Verão, em coleta realizada no ano agrícola de 2014/2015 antes da implantação dos experimentos

Ano	pH	***C	*P	*K ⁺	**Ca ⁺²	**Mg ⁺²	**Al ⁺³	SB	CTC	V
	CaCl ₂	g dm ⁻³	mg dm ⁻³	----- (cmol _c dm ⁻³) -----						
Profundidade 0,0 – 0,20 m										
2014/2015	4,56	12,07	15,74	0,43	4,30	3,07	0,30	7,80	10,29	75,80
Profundidade 0,20 – 0,40 m										
2014/2015	4,87	10,13	4,35	0,40	4,67	3,41	0,20	8,48	11,02	76,95

Análises realizadas no Laboratório de Solos do Departamento de Agronomia da Universidade Estadual de Maringá. *Mehlich 1 (MEHLICH, 1953), **KCl 1 mol L⁻¹ (DEFELIPO e RIBEIRO, 1981), ***C (WALKLEY e BACK, 1934).

4.2.3. Calagem

Antes da implantação da cultura do sorgo forrageiro como cobertura do solo, que ocorreu antes da semeadura do primeiro ano agrícola da área experimental, não houve a necessidade da realização da calagem, considerando o resultado da análise química do material de solo coletado no ano de 2014, pois o mesmo encontrava-se com uma saturação por bases acima de 60% (EMBRAPA, 2014).

4.2.4. Adubação

Por ocasião da implantação dos experimentos, procedeu-se, no sulco de semeadura, a aplicação de 20, 80 e 60 kg ha⁻¹ de nitrogênio (N), fósforo (P₂O₅) e potássio (KCl), respectivamente, com base na análise química do solo (Tabela 1); sob as formas de Sulfato de Amônio, Superfostato Triplo e Cloreto de Potássio, conforme recomendações Raij et al. (1996) e Embrapa (2009), para a cultura do milho. No estágio fenológico V₄, quatro folhas completamente expandidas (RITCHIE et al., 1993), aplicou-se adubação nitrogenada (Sulfato de Amônio) de cobertura (RAIJ et al., 1996, EMBRAPA, 2009), sendo o fertilizante depositado a uma distância aproximada de 0,08 m das linhas de plantas.

4.2.5. Descrição dos tratamentos

Os tratamentos avaliados foram constituídos pela combinação de cinco épocas de semeadura (representados pelos dias Julianos 294, 309, 324, 339 e 354) nos anos agrícolas de 2014/15, 2015/16 e 2016/2017, com dois híbridos de milho, sendo um híbrido de milho doce (RB 6324) e um híbrido de milho pipoca (IAC 125). Os híbridos utilizados apresentam as seguintes características:

RB 6324: conforme informações da Syngenta Seeds (2014), o RB 6324 é um híbrido simples modificado que contém o gene *shrunken-2*, caracterizando-se um híbrido da classe superdoce. Quando destinada à produção de milho doce, a planta atinge em média 2,45 m de altura, com comprimento médio da espiga de 18,5 cm e número médio de fileiras por espiga de 16 a 18. O sabugo é branco e a espiga apresenta bom empalhamento. Os grãos são macios e suculentos, de coloração amarelo-clara brilhante. A duração do ciclo é de 86 a 106 dias, sendo considerado de ciclo precoce. É pouco tolerante à ferrugem comum (*Puccinia sorghi*) e medianamente tolerante à helmintosporiose (*Helminthosporium turcicum*), ferrugem tropical (*Physopella zea*) e à podridão da espiga (*Stenocarpella maydis*). O potencial produtivo de espigas e de grãos é da ordem de 20,0 e 7,5 t ha⁻¹, respectivamente.

IAC 125: conforme o Instituto Agrônomo de Campinas - IAC (2014), o IAC 125 é um híbrido triplo *top cross* que, quando cultivado para a produção de grãos, apresenta ciclo precoce (125 dias), com altura média de plantas de 2,05 m. O mesmo possui média resistência ao acamamento e quebraimento do colmo, coloração alaranjada de grãos, bom empalhamento e uma capacidade produtiva de grãos em torno de 4.000 kg ha⁻¹.

4.2.6. Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos, com tratamentos casualizados, no esquema fatorial 5x2x3, com quatro repetições. Os fatores estudados foram: i) fator A – cinco épocas de semeadura (20/10, 04/11, 19/11, 04/12 e 19/12 representados pelos dias Julianos 294, 309, 324, 339 e 354); ii) fator B – dois híbridos, sendo um de milho pipoca (IAC 125) e um de milho doce (RB 6324) e iii) fator C – três anos agrícolas de cultivo (2014/2015, 2015/2016 e 2016/2017).

Cada unidade experimental apresentou dimensões de 6,0 x 4,5 m (Figura 1), sendo composta por cinco linhas de plantas espaçadas de 0,90 m, totalizando 27 m² de área total. As avaliações foram realizadas nas três linhas centrais da parcela, excluindo-se ainda 0,50 m de cada extremidade, totalizando 13,50 m² de área útil.

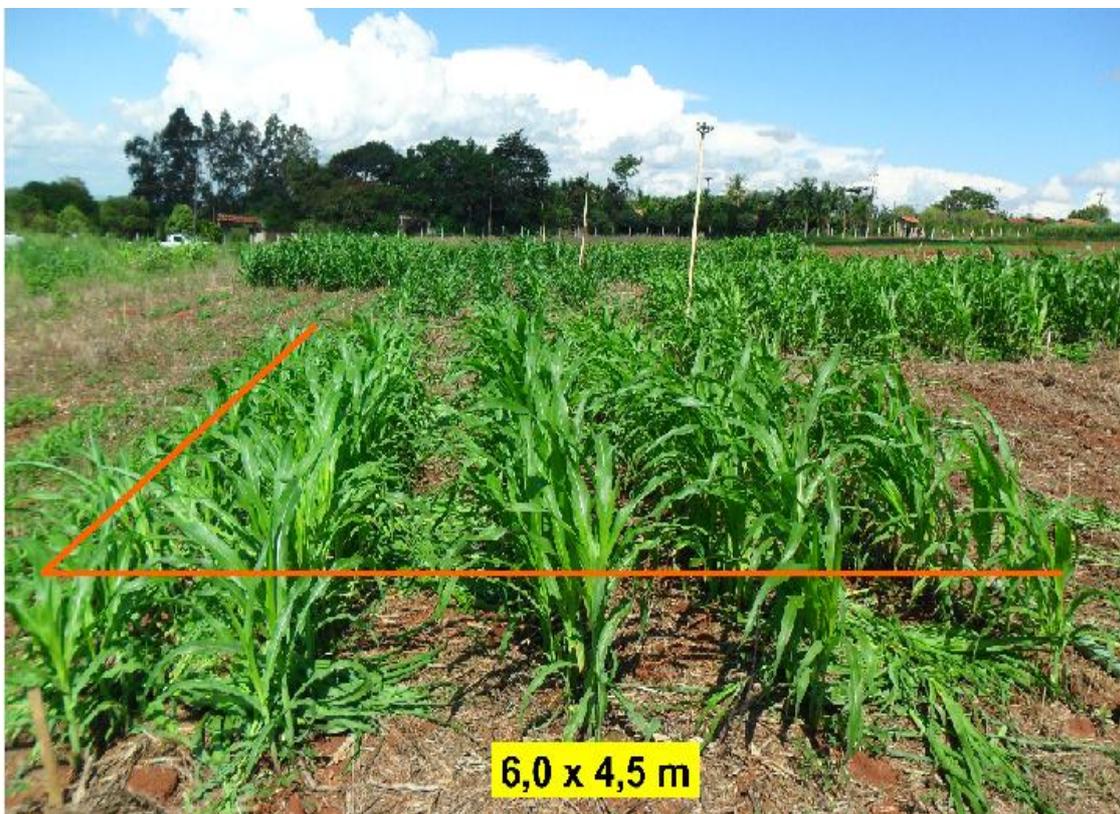


Figura 1. Foto da unidade experimental. Maringá, 2015.

4.2.7. Implantação dos experimentos

4.2.7.1. Semeadura e população de plantas

Ao longo do período experimental, foi realizada a sucessão de culturas no intervalo de Inverno-Verão (entressafra) com a cultura de sorgo forrageiro (*Sorghum vulgare* Pers.) e milheto (*Pennisetum glaucum*). Antes da implantação dos experimentos, foi dessecado o sorgo forrageiro com a aplicação do herbicida glyphosate na dose de 4 L ha⁻¹ (ANDREI, 2013), para a utilização da palhada em sistema de semeadura direta.

Em todos os anos agrícolas avaliados, as semeaduras foram realizadas em sulco, em sistema de semeadura direta. Nos três anos agrícolas (2014/15, 2015/16 e 2016/17), as semeaduras foram realizadas em intervalos de tempo de 15 dias entre cada

uma delas, por definição das épocas de semeadura. Após a emergência das plantas, no estágio V₃, (três folhas completamente expandidas) (RITCHIE et al., 1993), procedeu-se o desbaste das plantas menos vigorosas para atingir a população desejada de 180.000 plantas ha⁻¹ ou 16 plantas m⁻¹, sendo que a densidade populacional entre 150.000 a 200.000 plantas ha⁻¹, tende a ter melhores rendimentos (MENEGHETTI et al., 2008b).

4.2.7.2. Tratos culturais e fitossanitários

No controle de plantas daninhas, em todos os anos agrícolas, foram aplicados os herbicidas Atrazina (Gesaprim 500) na dose de 2,0 kg de i.a.ha⁻¹ e Soberanna dose de 100,8 g i.a.ha⁻¹, ambos em pós-emergência, seguidos de capinas complementares, quando necessárias (ANDREI, 2013).

O controle de pragas iniciais, tais como percevejo-barriga-verde (*Dichelops* spp.), larva-alfinete (*Diabrotica speciosa*) e lagarta-elasma (*Elasmopalpus lignosellus*), foi realizado por meio do tratamento de sementes com Imidacloprido + Tiodicarbe (Cropstar) na dose de 135 e 405 g de i.a. 180.000 sementes⁻¹, respectivamente. Por sua vez, o controle da lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*) e de lagarta-da-espiga (*Helicoverpa zea*) foi realizado por meio da aplicação, de forma alternada, dos inseticidas Lufenurom (Match CE), Imidacloprido + Beta-Ciflutrina (Connect) e Metomil (Lannate BR) nas doses de 15, 84,38 e 129 g de i.a. ha⁻¹, respectivamente (ANDREI, 2013).

Não foi observada a incidência de doenças nas plantas, em todos os anos agrícolas, em nível que justificasse o controle fitossanitário.

4.2.7.3. Caracterização do ambiente de cultivo

Os dados climatológicos referentes às épocas de cultivo na Safra Verão foram obtidos junto ao Instituto Tecnológico Simepar. Compilou-se os dados de precipitações pluviais acumuladas, bem como de temperaturas máximas e mínimas ocorridas durante cada período de cultivo, para caracterização do ambiente.

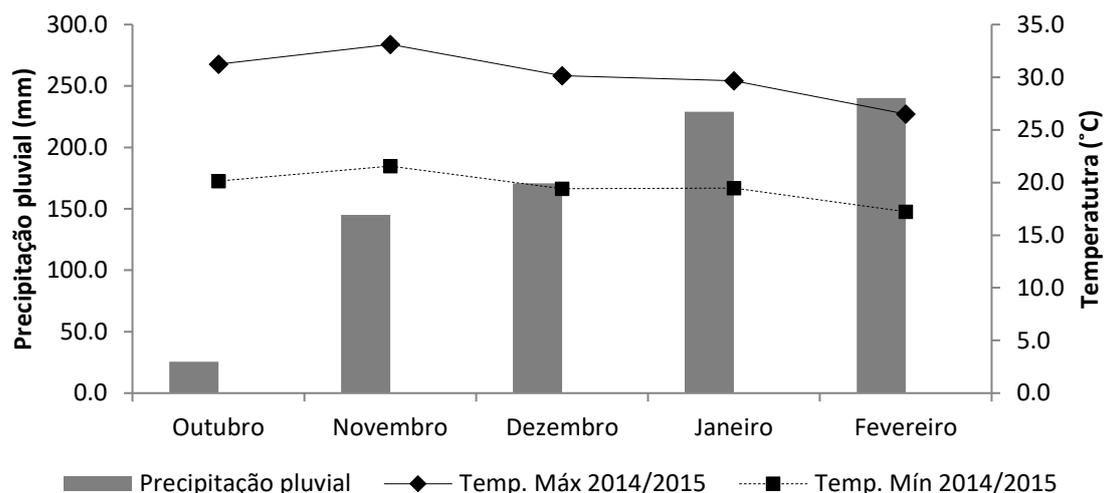


Figura 2. Precipitação pluvial (mm), Temperaturas Médias Máximas (°C) e Temperaturas Médias Mínimas (°C) durante o período de Verão do ano agrícola 2014/2015, em Maringá, Paraná. Épocas de semeadura $E_1 = 294$, $E_2 = 309$, $E_3 = 324$, $E_4 = 339$ e $E_5 = 354$.

Os volumes de precipitações pluviométricas acumuladas encontrados no ano agrícola de 2014/2015 foram de 342,0, 462,0, 499,0, 436,6 e 571,2 mm, nas épocas de semeadura representadas pelos dias Julianos 294, 309, 324, 339 e 354, respectivamente, concentrando-se a precipitação pluvial principalmente nos meses de janeiro e fevereiro (Figura 2).

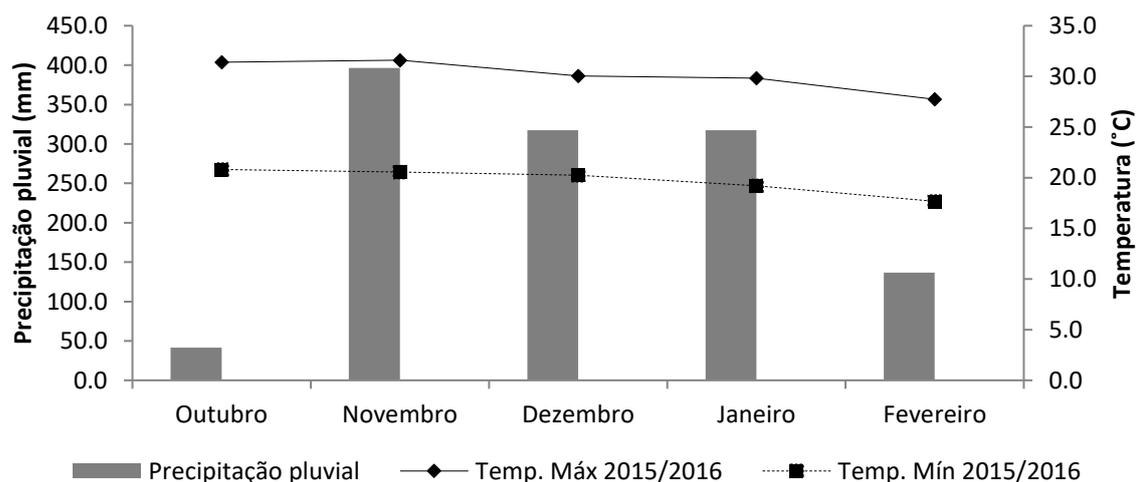


Figura 3. Precipitação pluvial (mm), Temperaturas Médias Máximas (°C) e Temperaturas Médias Mínimas (°C) durante o período de Verão do ano agrícola 2015/2016, em Maringá, Paraná. Épocas de semeadura $E_1 = 294$, $E_2 = 309$, $E_3 = 324$, $E_4 = 339$ e $E_5 = 354$.

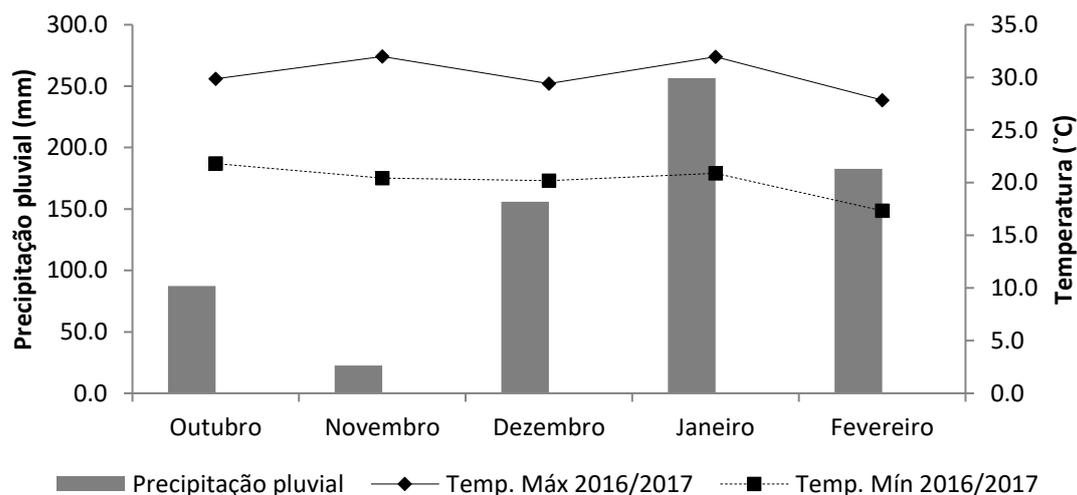


Figura 4. Precipitação pluvial (mm), Temperaturas Médias Máximas (°C) e Temperaturas Médias Mínimas (°C) durante o período de Verão do ano agrícola 2016/2017, em Maringá, Paraná. Épocas de semeadura $E_1 = 294$, $E_2 = 309$, $E_3 = 324$, $E_4 = 339$ e $E_5 = 354$.

Já no ano agrícola de 2015/2016, a precipitação pluvial acumulada foi de 757,6, 915,2, 836,0, 666,2 e 668,0 mm, nas épocas de semeadura representadas pelos dias Julianos 294, 309, 324, 339 e 354, respectivamente, tendo uma maior concentração da precipitação pluvial nos meses de novembro, dezembro e janeiro (Figura 3).

Por fim, no período de execução do experimento no ano agrícola de 2016/2017, a precipitação pluvial acumulada foi de 279,8, 380,8, 415,6, 445,2 e 489,2 mm, nas épocas de semeadura representadas pelos dias Julianos 294, 309, 324, 339 e 354, respectivamente, tendo o acúmulo de precipitação pluvial concentrado principalmente nos meses de janeiro e fevereiro (Figura 4).

Nos anos agrícolas de 2014/2015 e 2016/2017, as precipitações pluviométricas acumuladas em cada época de semeadura, em tese, não foram suficientes para um bom desenvolvimento da cultura, pois as mesmas foram inferiores a 500 mm (RESENDE e OLIVEIRA, 2005; GALON et al., 2010; SILVA et al., 2010), tornando-se assim importante o uso da irrigação suplementar, para reposição da “perda” de água ocasionada pela evapotranspiração diária das plantas, durante ambos os anos agrícolas.

O atraso na época de semeadura na Safra Verão ocasionou uma redução entre as temperaturas máximas e mínimas observadas a cada época de semeadura nos anos agrícolas avaliados, onde, em média, as temperaturas máximas e mínimas observadas no ano agrícola de 2014/2015 foram de 31,6, 31,3, 31,0, 29,4 e 28,7 °C e de 20,5, 20,3, 20,1, 19,2 e 18,8 °C, respectivamente (Figura 2). Da mesma forma, para o ano agrícola

de 2015/2016, a temperatura do ar obtida pelas médias de temperaturas máximas foram 30,9, 30,6, 30,2, 29,8 e 29,2 °C; já as médias de temperaturas mínimas foram de 20,5, 20,2, 19,9, 19,7 e 18,9 °C (Figura 3). Por fim, a temperatura do ar observada no ano agrícola 2016/2017, em cada época de semeadura, nas médias de temperaturas máximas foram 30,6, 30,7, 30,9, 30,9 e 30,0 °C; já as médias de temperaturas mínimas foram 20,5, 20,1, 20,7, 20,9 e 19,2 °C (Figura 4). Nos três anos agrícolas avaliados, a produção de minimilho foi favorável nas condições climáticas da região de Maringá, Noroeste do Paraná. Para o bom desenvolvimento da cultura do milho, é necessário que a temperatura entre a emergência e a floração fique em torno de 24° e 30 °C, porém, durante o cultivo, a temperatura não deve ser inferior a 15,5 °C e superior a 32 °C, para que não ocorra o comprometimento do desenvolvimento da cultura (STRECK et al., 2009; GALON et al., 2010).

4.2.7.4. Soma térmica

O acúmulo de energia térmica na cultura foi determinado pela soma das unidades térmicas (graus dia), de acordo com Cross e Zuber (1972), utilizando a expressão modificada:

$$ST = \sum_{n=1}^N GD \left(\frac{T_{max} + T_{min}}{2} \right) - T_b$$

Em que:

ST = soma térmica (°C);

GD = graus dia;

T_{max} = temperatura máxima;

T_{min} = temperatura mínima;

T_b = temperatura base da cultura, paraa qual se adotou 10 °C (MONTEITH e ELSTON, 1993).

O valor de soma térmica é utilizado para estimar a duração do ciclo e da fase fenológica da cultura (WAGNER et al., 2011). No presente estudo, ocorreram variações quanto ao acúmulo de graus dia pelos híbridos, pelas épocas de semeadura e anos de

cultivo. O acúmulo de soma térmica em média no período compreendido entre a semeadura e o estágio R_1 foi de 987,6 graus dia para a primeira época de semeadura representada pelo dia Juliano 294 (20/10) e de 843,6 graus dia para a última época de semeadura representada pelo dia Juliano 354 (19/12) para o híbrido de milho pipoca (IAC 125). Por sua vez, para o milho doce (RB 6324), o acúmulo de soma térmica, em média, foi de 1288,2 graus dia para a primeira época representada pelo dia Juliano 294 (20/10) e de 843,6 graus dia para a última época de semeadura, representada pelo dia Juliano 354 (19/12) nos anos agrícolas avaliados.

Conseqüentemente ao acúmulo térmico observado, houve efeito quanto ao ciclo fenológico dos híbridos, afetado pela época de semeadura, havendo redução no ciclo a cada atraso na época de semeadura. Foi observado um ciclo de 63 dias para a primeira época de semeadura no dia Juliano 294 (20/10) e de 57 dias para a última época de semeadura no dia Juliano 354 (19/12), para o híbrido de milho pipoca (IAC 125). Para o híbrido (RB 6324), foi observado um ciclo de 82 dias para a primeira época de semeadura no dia Juliano 294 (20/10) e de 57 dias para última época de semeadura no dia Juliano 354 (19/12), na média dos três anos agrícolas avaliados.

Segundo Stone et al. (1999), a ação da radiação solar e a temperatura no desenvolvimento da cultura do milho influenciam no ciclo da cultura durante o período compreendido entre a semeadura e o espigamento, enquanto o fotoperíodo não ocasiona tais mudanças na planta (TOLLENAAR, 1999a). A precocidade no desenvolvimento vegetativo da planta é influenciada pela temperatura do ar, ou seja, pela soma térmica, podendo ocorrer redução no ciclo da cultura em temperaturas elevadas (GADIOLI, 2000; BERGAMASCHI et al., 2006; BRUNINI et al., 2001; SANGOI et al., 2010; WAGNER et al., 2011).

4.2.7.5. Irrigação suplementar

Em todos os anos agrícolas avaliados as plantas receberam irrigação suplementar no período que se estende entre a semeadura e a colheita, no estágio fenológico R_1 , sempre que houve períodos de estiagem prolongada (RESENDE e OLIVEIRA, 2005; SILVA et al., 2010). O método de irrigação utilizado foi o de aspersão convencional, por meio de uma linha secundária, contendo sete aspersores de impacto, da marca Fabrimar, Modelo A232, com bocais de 6,4 x 3,2 mm.

Os aspersores foram instalados em tubos de elevação de 2,0 m de altura, espaçados de 12 x 12 m. O fornecimento de água foi efetuado, prioritariamente, nas épocas de ocorrência de estiagem, principalmente entre o período crítico, que se estende 10 dias antes do pendoamento e vai até 10 dias após o final do espigamento (MEDEIROS et al., 1991).

4.2.7.6. Colheitas

A colheita das espiguetas de minimilho foi realizada três dias após a emissão dos estilo-estigmas, os quais apresentavam cerca de 2 cm de comprimento (MAGDA, 1995), aproximadamente aos 60 dias após a semeadura. Em média, foram efetuadas de cinco a sete colheitas por parcela, em intervalos de dois dias, com o término da colheita ocorrendo na emissão da terceira ou quarta espiguetas de cada planta, quando a cultura cessara a produção.

As colheitas foram efetuadas manualmente, a cada dois dias, nas primeiras horas do dia, de forma a evitar possível perda de umidade das espiguetas. As espiguetas, após serem colhidas, foram colocadas em sacos plásticos, acondicionadas em caixas de isopor com água gelada, na FEI (Fazenda Experimental de Iguatemi), onde foram realizadas as análises agronômicas e comerciais referentes às espiguetas colhidas.

4.2.8. Características avaliadas

4.2.8.1. Comprimento de espiguetas comerciais (CEC)

O comprimento de espiguetas comerciais (CEC) foi obtido pela mensuração em centímetros de dez espiguetas comerciais, despalhadas, colhidas aleatoriamente de cada unidade experimental, mediante emprego de uma régua graduada.

4.2.8.2. Diâmetro de espiguetas comerciais (DEC)

O diâmetro de espiguetas comerciais (DEC) foi obtido pela mensuração de dez espiguetas comerciais, despalhadas, de cada unidade experimental, medidas em centímetros, na parte central da espiguetas, com auxílio de paquímetro.

4.2.8.3. Produtividade de espiguetas comerciais despalhadas (PECD)

A produtividade de espiguetas comerciais despalhadas (PECD) foi obtida pela pesagem, em balança digital semi-analítica, de todas as espiguetas comerciais despalhadas, as quais deveriam apresentar diâmetro de 0,8 a 1,8 cm, comprimento de 4,0 a 12,0 cm, coloração variando de branco-pérola a amarelo-clara, formato cilíndrico, fileiras de ovários retilíneas, espigas não fertilizadas e não quebradas, conforme ilustradas na Figura 5 (SILVA et al., 2006). A quantificação da PECD foi efetuada mediante a pesagem de todas as espiguetas comerciais colhidas na área útil da unidade experimental (kg parcela^{-1}) (BARBIERI et al., 2005), na soma de todas as colheitas realizadas para cada tratamento. Posteriormente, os dados foram transformados para Mg ha^{-1} .



Figura 5. Espiguetas comerciais de minimilho despalhadas. Maringá, 2015.

4.2.8.4. Número de espiguetas comerciais (NEC)

O número de espiguetas comerciais (NEC) foi estimado através da contagem de todas as espiguetas comerciais da área útil de cada parcela, extrapolando-se os resultados para número de espiguetas comerciais em ha^{-1} .

4.2.9. Análise estatística e modelo matemático

Os dados das características fenotípicas avaliadas foram submetidos aos testes de Shapiro-Wilk (SHAPIRO e WILK, 1965) ($p > 0,05$) e de Levene (BOX, 1953) ($p > 0,05$) para verificar a normalidade e homocedasticidade residuais. Posteriormente, havendo atendido a essas pressuposições de modo individual em cada experimento, realizou-se a análise de variância ($p < 0,05$) (STEEL e TORRIE, 1960), com o intuito de verificar a magnitude dos quadrados médios, conforme Pimentel Gomes (1990). Avaliou-se, desta forma, se as variâncias residuais entre os anos de cultivo (2014/2015, 2015/2016 e 2016/2017) não foram discrepantes e se as relações entre os quadrados médios residuais foram inferiores a 7:1 (BANZATTO e KRONKA, 2006). Atendendo-se a esses pressupostos, tornou-se possível trabalhar com a análise conjunta dos dados, acrescentando o fator ano como fonte de variação na análise de variância.

Na análise de variância conjunta, foram utilizados os desdobramentos que se mostraram necessários (PERECIN e CARGNELUTTI FILHO, 2008; BARBIN, 2013). Adotou-se este procedimento porque as análises de variância individuais apresentam teste Scoot-Knott médio e, muitas vezes, embora a interação seja significativa nos desdobramentos de um fator dentro do outro, pode ser detectada significância que proporciona resultados importantes do ponto de vista prático (PERECIN e CARGNELUTTI FILHO, 2008; BARBIN, 2013).

Os efeitos das épocas de semeadura foram estudados mediante análise de regressão polinomial, observando-se os resultados do teste F ($p < 0,05$), da análise de variância e dos coeficientes de determinação (CRUZ e REGAZZI, 2001). Os efeitos dos híbridos e anos foram estudados pelo teste F ($p < 0,05$) da análise de variância.

O modelo matemático adotado para a análise conjunta dos dados foi:

$$Y_{ijkl} = m + E_i + H_j + A_k + EH_{ij} + EA_{ik} + HA_{jk} + EHA_{ijk} + B/A_{lk} + \epsilon_{ijkl}$$

Em que:

Y_{ijkl} = valor observado no tratamento no i -ésimo nível da época de semeadura, no j -ésimo nível do híbrido de milho pipoca e doce, no k -ésimo nível do ano de cultivo, no l -ésimo bloco;

m = constante inerente a cada observação;

E_i = efeito do i -ésimo nível da época de semeadura;

H_j = efeito do j -ésimo nível do híbrido de milho pipoca e doce;

A_k = efeito do k -ésimo nível do ano de cultivo;

EH_{ij} = efeito do ij -ésimo nível da interação entre época de semeadura e híbrido de milho pipoca e doce;

EA_{ik} = efeito do ik -ésimo nível da interação entre época de semeadura e ano de cultivo;

HA_{jk} = efeito do jk -ésimo nível da interação entre híbrido de milho pipoca e doce e ano de cultivo;

EHA_{ijk} = efeito do ijk -ésimo nível da interação entre época de semeadura, híbrido de milho pipoca e doce e ano de cultivo;

B/A_{lk} = efeito da l -ésimo bloco dentro do k -ésimo ano de cultivo;

ε_{ijkl} = efeito residual associado ao i -ésimo nível de época de semeadura, no j -ésimo nível do híbrido de milho pipoca e doce, no k -ésimo nível do ano de cultivo, no l -ésimo bloco.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa computacional Sisvar (FERREIRA, 2011), tendo sido todos os fatores considerados de efeitos fixos.

4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.3.1. Análise de variância conjunta dos experimentos

A análise de variância conjunta dos fatores principais avaliados de maneira isolada indicou efeito significativo ($p < 0,05$) para épocas de semeadura (E), híbridos (H) e anos agrícolas (A) para todas as características avaliadas (Tabela 2). Quanto às interações, a análise de variância mostrou dependência ($p < 0,05$) entre os fatores na interação épocas x híbridos (E x H) para todas as variáveis analisadas, exceto para comprimento de espiguetas comerciais. Entretanto, para a interação épocas x anos (E x A), a análise revelou independência ($p > 0,05$) apenas para comprimento de espiguetas comerciais. A análise de variância mostrou ainda dependência ($p < 0,05$) entre os fatores na interação híbridos x anos (H x A) para todas as variáveis analisadas, exceto para comprimento de espiguetas comerciais. Por fim, a interação tripla (E x H x A) foi

significativa ($p < 0,05$), para todas as variáveis, demonstrando que todas as características apresentam relação direta com as épocas, híbridos e anos agrícolas, havendo dependência direta para os resultados em relação a tais fatores (Tabela 2).

Tabela 2. Resumo da análise de variância, coeficiente de variação experimental (CV) e média geral envolvendo cinco épocas de semeadura, dois híbridos, sendo um de milho pipoca (IAC 125) e um de milho doce (RB 6324) e três anos agrícolas para comprimento de espiguetas comerciais (CEC), diâmetro de espiguetas comerciais (DEC), produtividade de espiguetas comerciais despalhadas (PECD) e número de espiguetas comerciais (NEC), na safra Verão, em Maringá, Paraná

Fonte de variações	GL	Quadrados médios			
		CEC (cm)	DEC (cm)	PECD (Mg.ha ⁻¹)	NEC (ha ⁻¹)
Épocas (E)	4	0,8497*	0,0496*	0,3231*	3,3144*
Híbridos (H)	1	9,0750*	0,7207*	17,1763*	3,5541*
Anos (A)	2	20,3890*	0,5947*	5,6936*	1,3960*
E x H	4	0,2992 ^{ns}	0,0199*	0,6647*	8,2820*
E x A	8	0,5013 ^{ns}	0,0099*	0,4604*	5,2693*
H x A	2	0,7630 ^{ns}	0,0902*	0,9187*	1,0839*
E x H x A	8	0,6478*	0,0113*	0,1623*	2,5018*
Blocos / A	9	0,4325	0,0081	0,0620	641670278
Resíduo	81	0,2787	0,0042	0,0331	43267445
CV (%)		5,53	5,82	14,74	16,66
Média Geral		9,54	1,11	1,23	124852

*Significativo ($p < 0,05$) e ^{ns} não significativo ($p > 0,05$), pelo teste F.

O coeficiente de variação do presente estudo, para todas as características avaliadas, foi igual ou inferior a 16,66%, sendo assim, um indicador de boa precisão experimental (Tabela 2). O baixo coeficiente de variação é descrito nos trabalhos desenvolvidos por Scapim et al. (1995) e Fritsche-Neto et al. (2012), ao estudar a cultura do milho.

Ainda na Tabela 2, podem ser observados os valores médios obtidos para as características avaliadas que foram: comprimento de espiguetas comerciais (9,54 cm); diâmetro de espiguetas comerciais (1,11 cm); produtividade de espiguetas comerciais despalhadas (1,23 Mg.ha⁻¹) e número de espiguetas comerciais (124852 ha⁻¹).

4.3.4. Características de crescimento e desenvolvimento das plantas

4.3.4.1. Comprimento de espiguetas comerciais (CEC)

Verifica-se, com base na Figura 6, que para o híbrido IAC 125, o comprimento de espiguetas comerciais não variou significativamente em função das épocas de semeadura, em todos os anos agrícolas, podendo, portanto, ser semeado em qualquer período de semeadura analisado. O mesmo ocorreu para o híbrido RB 6324, nos anos agrícolas 2014/2015 e 2016/2017, o que não ocorreu para o ano agrícola de 2015/2016, no qual o híbrido RB 6324 mostrou diferença quanto ao comprimento de espiguetas comerciais, ajustando-se ao modelo polinomial quadrático, alcançando seu maior comprimento de espiguetas (9,35 cm) estimado para o dia Juliano 354.

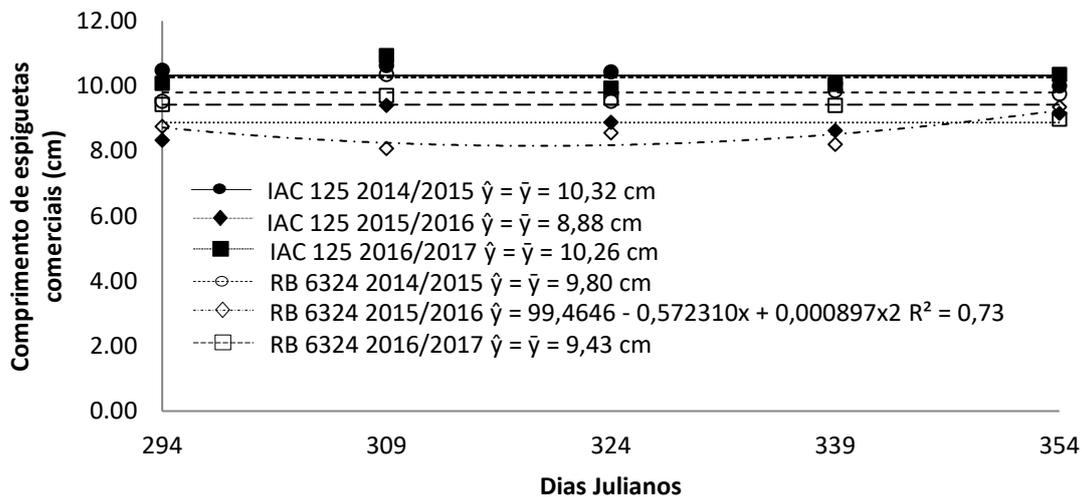


Figura 6. Comprimento de espiguetas comerciais (cm) do híbrido de milho pipoca (IAC 125) e milho doce (RB 6324) dos anos agrícolas 2014/2015, 2015/2016 e 2016/2017 em função das épocas de semeadura no período de Verão, em Maringá, Paraná. Épocas de semeadura $E_1 = 294$, $E_2 = 309$, $E_3 = 324$, $E_4 = 339$ e $E_5 = 354$.

Na Tabela 3, verificou-se que os híbridos avaliados diferiram ($p < 0,05$) para a variável CEC, sendo observado que o minimilho cultivado na segunda época de semeadura, dia Juliano 309, apresentou diferenças significativas no comprimento de espiguetas na maioria dos anos avaliados, sendo que o maior comprimento foi observado para o híbrido de milho pipoca (IAC 125), quando comparado com o híbrido de milho doce (RB 6324), nos anos agrícolas de 2015/2016 e 2016/2017. A exceção foi o ano agrícola de 2014/2015, em que a diferença entre o comprimento de espiguetas comerciais entre os híbridos avaliados, teve diferenças significativas para primeira e

terceira época de semeadura, ou seja, dia Juliano 294 e 324, em que o híbrido de milho pipoca (IAC 125) se destacou quando comparado com o híbrido de milho doce (RB 6324) (Tabela 3).

De modo geral, o híbrido de milho pipoca (IAC 125) apresentou maiores respostas quanto ao comprimento de espiguetas comerciais em todos os anos agrícolas (Tabela 3), o que se deve a maior adaptabilidade desse híbrido, ao clima tropical.

Pereira Filho e Karam (2008) destacam que quando o comprimento médio das espiguetas se aproxima dos 12 cm, as colheitas devem ser feitas com maior frequência, reduzindo o intervalo de tempo entre uma colheita e outra, para obtenção de produtos de melhor qualidade, evitando que estes se distanciem do padrão comercial, ou seja, comprimento entre 4 a 12 cm e diâmetro entre 0,8 e 1,8 cm.

Tabela 3. Comprimento de espiguetas comerciais (cm) dos híbridos de milho pipoca (IAC 125) e milho doce (RB 6324) desdobrado dentro dos anos agrícolas 2014/2015, 2015/2016 e 2016/2017, e anos agrícolas desdobrados dentro dos híbridos em cada época de semeadura, no período de Verão, em Maringá, Paraná

HÍBRIDO	2014/2015				
	E1	E2	E3	E4	E5
IAC 125	10,5a	10,6a	10,4a	10,1a	10,0a
RB 6324	9,5b	10,4a	9,5b	9,9a	9,8a
HÍBRIDO	2015/2016				
	E1	E2	E3	E4	E5
IAC 125	8,3a	9,4a	8,9a	8,6a	9,2a
RB 6324	8,8a	8,1b	8,6a	8,2a	9,4a
HÍBRIDO	2016/2017				
	E1	E2	E3	E4	E5
IAC 125	10,1a	10,9a	9,9a	10,1a	10,4a
RB 6324	9,4a	9,7b	9,6a	9,4a	9,0a

Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem em nível de 5% de probabilidade pelo teste F. Épocas de semeadura E₁ = 294, E₂ = 309, E₃ = 324, E₄ = 339 e E₅ = 354.

Rodrigues et al. (2004), ao avaliar sete famílias S₂ prolíficas de minimilho para a produção de híbridos, obtiveram valores menores que os encontrados neste trabalho, de 6,4 a 8,5 cm para o comprimento de espiguetas comerciais. Os resultados obtidos para o CEC no presente estudo corroboram com aqueles observados por Almeida et al. (2005) que, ao avaliarem o rendimento de minimilho com diferentes híbridos de milho, obtiveram valores variando entre 8,26 e 9,90 cm.

Farinelli et al. (2003), ao avaliarem os componentes de produção de vários híbridos de milho, constataram que a época de semeadura realizada no mês de novembro, com boa precipitação pluvial, umidade do solo e temperaturas adequadas, refletiu em um bom desenvolvimento dos híbridos avaliados, da mesma forma como descrito neste trabalho, quando realizada a semeadura na segunda época, ou seja, no dia Juliano 309, para os anos agrícolas 2015/2016 e 2016/2017. Da mesma forma, o mês de novembro teve seu destaque para o ano agrícola de 2014/2015, porém na terceira época de semeadura, representada pelo dia Juliano 324.

4.3.4.2. Diâmetro de espiguetas comerciais (DEC)

Verifica-se, com base na Figura 7, que para o híbrido IAC 125 do ano agrícola de 2014/2015 e para o híbrido RB 6324 do ano agrícola de 2015/2016, o diâmetro de espiguetas comerciais não variou significativamente em função das épocas de semeadura, podendo, portanto, ser semeado em qualquer período de semeadura analisado.

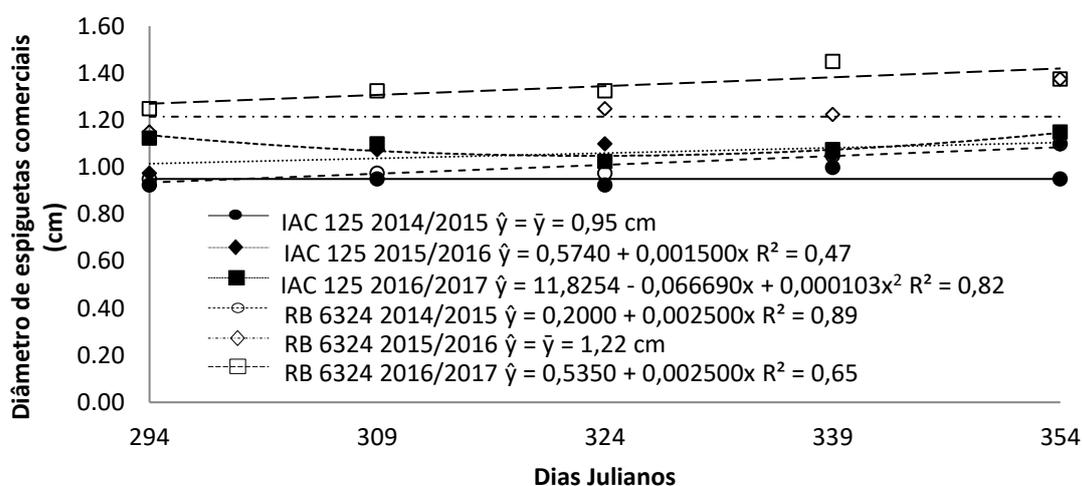


Figura 7. Diâmetro de espiguetas comerciais (cm) do híbrido de milho pipoca (IAC 125) e milho doce (RB 6324) dos anos agrícolas 2014/2015, 2015/2016 e 2016/2017, em função das épocas de semeadura no período de Verão, em Maringá, Paraná. Épocas de semeadura $E_1 = 294$, $E_2 = 309$, $E_3 = 324$, $E_4 = 339$ e $E_5 = 354$.

No entanto, nos anos agrícolas 2015/2016 e 2016/2017, para o híbrido de milho pipoca (IAC 125), ocorreram variações quanto ao diâmetro de espiguetas comerciais, sendo que o ano de 2015/2016, respondeu de forma linear crescente e o ano de 2016/2017, respondeu de forma polinomial quadrática, alcançando diâmetro de espiguetas de 1,15 cm, estimado para o dia Juliano 354.

Da mesma forma, o híbrido de milho doce (RB 6324), dos anos agrícolas de 2014/2015 e 2016/2017, respondeu de forma linear crescente, destacando-se a última época de semeadura, representada pelo dia Juliano 354, em que foram alcançados diâmetros de espiguetas comerciais de 1,09 e 1,45 cm, respectivamente (Figura 7).

Na Tabela 4, verificou-se que os híbridos avaliados diferiram ($p < 0,05$) para a variável DEC, observando-se que o minimilho cultivado na quinta época de semeadura, ou seja, no mês de dezembro, representada pelo dia Juliano 354, apresentou maior diferença estatística para diâmetro de espiguetas comerciais, quando comparado o híbrido de milho pipoca (IAC 125) com o híbrido de milho doce (RB 6324), no ano agrícola 2014/2015. Diferente do ocorrido nos anos agrícolas de 2015/2016 e 2016/2017, nos quais na maioria das épocas avaliadas, ocorreram diferenças estatísticas quando comparados os híbridos avaliados (Tabela 4).

De modo geral, o híbrido de milho doce (RB 6324) apresentou maior diâmetro de espiguetas em detrimento do híbrido de milho pipoca (IAC 125) em todos os anos agrícolas (Tabela 4). Assim, o maior diâmetro e comprimento das espiguetas encontradas neste trabalho (Tabelas 3 e 4), possivelmente estão relacionados aos maiores valores de umidade relativa do ar e precipitação ocorridos durante os três anos agrícolas avaliados (Figura 2, 3 e 4).

Tabela 4. Diâmetro de espiguetas comerciais (cm) dos híbridos de milho pipoca (IAC 125) e milho doce (RB 6324) desdobrado dentro dos anos agrícolas 2014/15, 2015/16 e 2016/17, e anos agrícolas desdobrados dentro dos híbridos em cada época de semeadura, no período de Verão, em Maringá, Paraná

HÍBRIDO	2014/2015				
	E1	E2	E3	E4	E5
IAC 125	0,93a	0,95a	0,93a	1,00a	0,95b
RB 6324	0,95a	0,98a	0,98a	1,05a	1,10a
HÍBRIDO	2015/2016				
	E1	E2	E3	E4	E5
IAC 125	0,98b	1,08a	1,10b	1,05b	1,10b
RB 6324	1,15a	1,08a	1,25a	1,23a	1,38a
HÍBRIDO	2016/2017				
	E1	E2	E3	E4	E5
IAC 125	1,13b	1,10b	1,03b	1,08b	1,15b
RB 6324	1,25a	1,33a	1,33a	1,45a	1,38a

Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem em nível de 5% de probabilidade pelo teste F. Épocas de semeadura E₁ = 294, E₂ = 309, E₃ = 324, E₄ = 339 e E₅ = 354.

Rodrigues et al. (2004), comparando famílias prolíficas para a produção de minimilho encontraram valores de comprimento de espigas despalhadas entre 6,4 e 8,5 cm e diâmetro de espigas despalhadas de 1,11cm e 1,32 cm, valores próximos aos encontrados neste trabalho.

4.3.5. Produtividade de espiguetas comerciais despalhadas (PECD)

Verifica-se, com base na Figura 8, que para os híbridos de milho pipoca (IAC 125) dos anos agrícolas 2015/2016 e 2016/2017 e também para os híbridos de milho doce (RB 6324) dos anos agrícolas 2014/2015 e 2016/2017, a produtividade de espiguetas comerciais despalhadas não variou em função das épocas de semeadura, podendo, portanto, ser semeados em qualquer período de semeadura analisado.

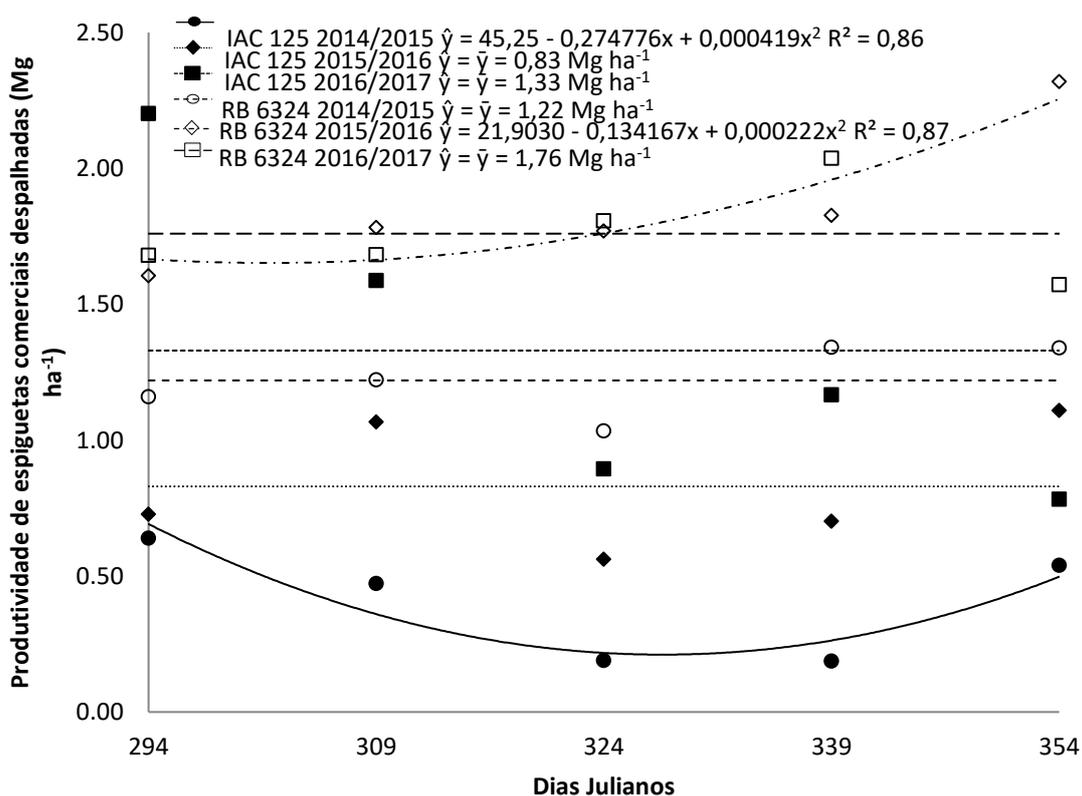


Figura 8. Produtividade de espiguetas comerciais despalhadas (Mg ha^{-1}) do híbrido de milho pipoca IAC 125 e milho doce RB 6324 em função das épocas de semeadura no período de Verão dos anos agrícolas de 2014/15, 2015/2016 e 2016/2017, em Maringá, Paraná. Épocas de semeadura $E_1 = 294$, $E_2 = 309$, $E_3 = 324$, $E_4 = 339$ e $E_5 = 354$.

No caso do híbrido de milho pipoca (IAC 125) do ano agrícola de 2014/2015 e do híbrido de milho pipoca (RB 6324) do ano agrícola 2015/2016, a época de

semeadura afetou a produtividades desses híbridos, respondendo de forma polinomial quadrática. Assim, a maior produtividade para o híbrido de milho pipoca (IAC 125) foi alcançada na primeira época de semeadura, ou seja, no dia Juliano 294, alcançando uma produtividade de 0,69 Mg ha⁻¹. Quanto ao híbrido de milho doce (RB 6324), a máxima produtividade alcançada ocorreu na última época de semeadura, ou seja, no dia Juliano 354, alcançando uma produtividade de espiguetas comerciais despalhadas no valor de 2,26 Mg ha⁻¹ (Figura 8).

Na Tabela 5, verificou-se que os híbridos avaliados diferiram ($p < 0,05$) para a variável PECD, observando-se que o minimilho cultivado em todas as épocas de semeadura avaliadas, para todos os anos agrícolas, diferiu estatisticamente quando comparados os híbridos avaliados. Porém, quanto a melhor época de semeadura, pode-se notar que todas as épocas avaliadas diferiram quanto à produtividade de espiguetas comerciais despalhadas. De modo geral, o híbrido de milho doce (RB 6324) obteve maiores valores quanto à produtividade de espiguetas comerciais em todas as épocas de semeadura e anos agrícolas analisados (Tabela 5).

Tabela 5. Produtividade de espiguetas comerciais despalhadas (Mg ha⁻¹) dos híbridos de milho pipoca (IAC 125) e milho doce (RB 6324) desdobrada dentro dos anos agrícolas 2014/15, 2015/16 e 2016/17 e anos agrícolas desdobrados dentro dos híbridos em cada época de semeadura, no período de Verão, em Maringá, Paraná

HÍBRIDO	2014/2015				
	E1	E2	E3	E4	E5
IAC 125	0,64b	0,47b	0,19b	0,19b	0,54b
RB 6324	1,16a	1,22a	1,04a	1,34a	1,34a
HÍBRIDO	2015/2016				
	E1	E2	E3	E4	E5
IAC 125	0,73b	1,07b	0,56b	0,70b	1,11b
RB 6324	1,61a	1,78a	1,77a	1,83a	2,32a
HÍBRIDO	2016/2017				
	E1	E2	E3	E4	E5
IAC 125	2,20a	1,59a	0,90b	1,17b	0,78b
RB 6324	1,68b	1,68a	1,81a	2,04a	1,57a

Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem em nível de 5% de probabilidade pelo teste F. Épocas de semeadura E₁ = 294, E₂ = 309, E₃ = 324, E₄ = 339 e E₅ = 354.

Pode-se observar que, conforme ocorreram maiores atrasos na época de semeadura em relação à época considerada ideal para o cultivo de milho, no mês de outubro (SILVA, 2001; SANGOI et al., 2010; SERPA et al., 2012), o milho pipoca (IAC 125) teve um decréscimo na sua produtividade, não apresentando estabilidade em

sua produção quanto à época de semeadura, visto que esse híbrido sofreu maiores danos quanto ao acamamento ocorrido nas datas entre 5 e 11 de janeiro, ocasionados devido à chuva e fortes ventos, que afetaram principalmente as plantas semeadas nas épocas representadas pelos dias Julianos 324 (19/11) e 339 (04/12), nos anos agrícolas de 2014/2015 e 2015/2016, e na época de semeadura do dia Juliano 324 (19/11), no ano agrícola de 2016/2017, em que as plantas encontravam-se entre os estádios vegetativos V₈ e V₁₀.

Para o híbrido de milho pipoca (IAC 125), houve uma redução na altura de plantas pelo atraso na época de semeadura, diminuindo o ciclo da cultura, ocasionado pela elevação de temperatura, ocorrendo o aumento na amplitude térmica da planta que foi maior na primeira época em comparação a quinta e última época (ANDRADE et al., 1993). Essa redução no ciclo, reduziu a exposição da planta à radiação solar, colaborando com uma menor altura de plantas, pelo seu menor crescimento vegetativo (FORSTHOFER et al., 2004; LINDQUIST et al., 2005), com isso levando à redução de fotoassimilados, refletindo em menor produtividade de espiguetas (TOLLENAAR, 1999b).

Segundo Caron et al. (2017), os meses de dezembro e janeiro apresentam condições climáticas desfavoráveis, reduzindo a produtividade da cultura do milho quando comparada à semeadura realizada no mês de outubro. Esse declínio na produtividade caracteriza-se principalmente pelos efeitos ocasionados pela temperatura do ar e radiação solar sobre o desenvolvimento da cultura (BRACHTVOGEL et al., 2009).

As médias de produtividade expostas na Tabela 5 assemelham-se às encontradas para o híbrido (IAC 125) por Miles e Zens (1998), que obteve valor de 1,09 Mg ha⁻¹ de espigas comerciais. Moreira et al. (2014), em estudo sobre as características agronômicas de genótipos de Milho Híbrido Simples (ATL 200); Milho Doce (Bona-Verde); Milho Canjica (AL Branco); Milho Pipoca (Itapuã 900) e Milho Super-Doce (Havaí) para produção de minimilho, verificaram que, em média, a massa de espiguetas foi maior para os híbridos de milho canjica, doce e superdoce em comparação ao híbrido de milho pipoca, de forma semelhante ao ocorrido no presente trabalho, em que o híbrido de milho doce apresentou PECD superior em relação ao híbrido de milho pipoca.

Almeida et al. (2005) destacam que a massa de minimilho despalhado é a característica de produção mais importante da cultura, uma vez que esteja dentro dos

padrões comerciais estabelecidos, conforme as exigências do mercado consumidor desse tipo de alimento.

Com o atraso na época de semeadura para o milho pipoca (IAC 125), pode-se notar uma redução em sua produtividade no período de Verão, ocasionada por condições climáticas desfavoráveis durante o desenvolvimento da cultura, podendo reduzir a capacidade dos drenos de mobilizar fotoassimilados (JACOBS e PEARSON, 1991; DIDONET et al., 2001; FORSTHOFER et al., 2004). Como houve decréscimo na temperatura para o ano de 2014/2015, após a primeira quinzena de novembro, isso pode ter contribuído para a redução do crescimento das plantas, reduzindo sua produção, característica típica de semeadura tardia (CIRILO e ANDRADE, 1994, 1996).

As maiores produtividades foram obtidas pelo híbrido de milho doce (RB 6324), diferenciando-se estatisticamente do híbrido de milho pipoca (IAC 125). Uma característica importante que deve ser analisada na realização de estudos de híbridos de milho para produção de minimilho é o número de dias da semeadura até o início da colheita. O material mais precoce obtido nesse trabalho foi o milho pipoca, com 56 dias, seguido do milho doce com 60.

4.3.5.1. Número de espiguetas comerciais (NEC)

Verifica-se, com base na Figura 9, que para o híbrido de milho pipoca (IAC 125) dos anos agrícolas de 2015/2016 e 2016/2017 e também para o híbrido de milho doce (RB 6324), dos anos agrícolas de 2014/2015 e 2016/2017, o número de espiguetas comerciais não variou significativamente, podendo, portanto, ser semeado em qualquer período de semeadura analisado.

Para o ano agrícola de 2014/2015 para o híbrido de milho pipoca (IAC 125), houve uma variação quanto a melhor época de semeadura, onde foi observada uma resposta polinomial quadrática, sendo que a primeira época de semeadura obteve maior destaque quanto ao número de espiguetas comerciais, representado pelo dia Juliano 294, alcançando o valor de 56312 espiguetas comerciais ha⁻¹.

Da mesma forma para o híbrido de milho doce (RB 6324), no ano agrícola de 2015/2016, houve uma variação estatística quanto a melhor época de semeadura, para a variável número de espiguetas comerciais, destacando-se a última época de semeadura, ou seja, o dia Juliano 354, onde foi observada uma resposta linear crescente, alcançando o valor de 225222 espiguetas comerciais ha⁻¹ (Figura 9).

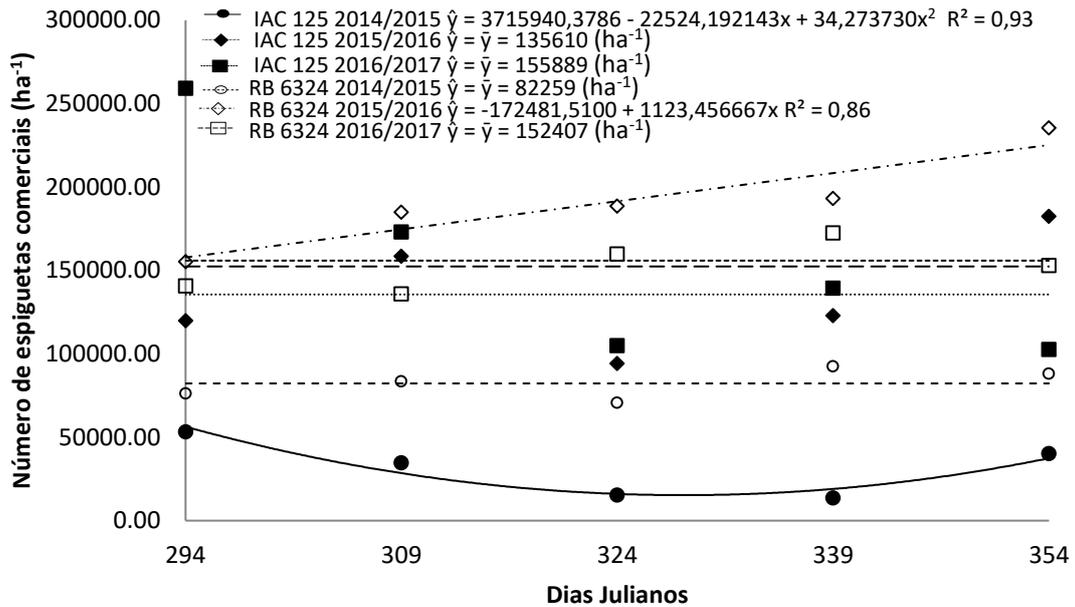


Figura 9. Número de espiguetas comerciais (ha⁻¹) do híbrido de milho pipoca (IAC 125) e milho doce (RB 6324) em função das épocas de semeadura no período de Verão dos anos agrícolas de 2014/15, 2015/2016 e 2016/2017, em Maringá, Paraná. Épocas de semeadura E₁ = 294, E₂ = 309, E₃ = 324, E₄ = 339 e E₅ = 354.

Na Tabela 6, verificou-se que os híbridos avaliados diferiram ($p < 0,05$) para a variável NEC, onde se observa que o minimilho cultivado em todas as épocas de semeadura avaliadas, para todos os anos agrícolas, diferiu estatisticamente quando comparados os híbridos avaliados, porém quanto à melhor época de semeadura, pode-se notar que todas as épocas avaliadas diferiram quanto ao número de espiguetas comerciais.

Castro (2010), em um experimento com minimilho, submetido a diferentes práticas de colheita no período de verão, pode observar que em média o número de espiguetas de minimilho despalhadas ficou entre 43840 e 64852 espigas por hectare, utilizando as cultivares AG 1051, AG 2060 e BRS 2020, sendo esses valores próximos aos encontrados na Tabela 6, para o ano agrícola de 2014/2015, para os dois híbridos avaliados. Diferentemente, as médias encontradas por Pereira (2011) em um estudo sobre o desempenho agrônomo e forrageiro de minimilho e milho verde em três diferentes épocas de semeadura, sendo elas em agosto, dezembro e abril, foram os valores de 23500 a 38388 espigas por hectares, valores inferiores aos observados neste trabalho.

De modo geral, o híbrido de milho doce (RB 6324) obteve maiores valores quanto ao número de espiguetas comerciais em todos os anos agrícolas (Tabela 6).

Tabela 6. Número de espiguetas comerciais (ha^{-1}) dos híbridos de milho pipoca (IAC 125) e milho doce (RB 6324) desdobrado dentro dos anos agrícolas 2014/15, 2015/16 e 2016/17, e anos agrícolas desdobrados dentro dos híbridos em cada época de semeadura, no período de Verão, em Maringá, Paraná

HÍBRIDO	2014/2015				
	E1	E2	E3	E4	E5
IAC 125	53333a	34630b	15371b	13704b	40185b
RB 6324	76297a	83519a	70741a	92593a	88148a
HÍBRIDO	2015/2016				
	E1	E2	E3	E4	E5
IAC 125	119815b	158518b	94259b	122963b	182407b
RB 6324	155370a	185000a	188519a	193148a	235556a
HÍBRIDO	2016/2017				
	E1	E2	E3	E4	E5
IAC 125	259259a	173148a	105000b	139445b	102593b
RB 6324	140741b	135926b	159815a	172593a	152963a

Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem em nível de 5% de probabilidade pelo teste F. Épocas de semeadura E₁ = 294, E₂ = 309, E₃ = 324, E₄ = 339 e E₅ = 354.

4.4. CONCLUSÃO

A época de semeadura influenciou na produtividade do minimilho.

O híbrido de milho doce (RB 6324) apresentou maior produtividade de espiguetas comerciais, quando comparado com o híbrido de milho pipoca (IAC 125) para produção de minimilho.

No período de verão, o ciclo do milho pipoca (IAC 125) e milho doce (RB 6324) tende a ser mais precoce, o que se deve às maiores temperaturas do ar, ocasionando na redução do ciclo da cultura.

Ao analisar as épocas de semeadura, a produtividade do híbrido de milho pipoca (IAC 125) se destacou na primeira época de semeadura estimada pelo dia Juliano 294 (20/10), já para o híbrido de milho doce (RB 6324), maiores produtividades foram alcançadas no dia Juliano 354 (19/12), constituindo assim as melhores épocas para produção de minimilho nas condições do período de Verão na região de Maringá, Noroeste do Paraná.

4.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, I.P.C.; SILVA, P.S.L.; NEGREIROS, M.Z.; BARBOSA, Z. Baby corn, green ear and grain yield of corn cultivars. **Horticultura Brasileira**, v.23, n.4, p.960-964, 2005.

ANDRADE, F.H.; UHART, S.A.; CIRILO, A. Temperature affects radiation use efficiency in maize. **Field Crops Research**, v.32, n.1, p.17-25, 1993.

ANDREI, E. **Compêndio de defensivos agrícolas**. 9. ed. São Paulo: Andrei Editora, 2013, 1616p.

BANZATTO, D.A.; KRONKA, S.N. **Experimentação agrícola**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2006. 237p.

BARBIERI, V.H.B.; LUZ, J.M.Q.; BRITO, C.H.; DUARTE, J.M.; GOMES, L.S.; SANTANA, D.G. Produtividade e rendimento industrial de híbridos de milho doce em função de espaçamentos e populações de plantas. **Horticultura Brasileira**, v.23, n.3, p.826-830, 2005.

BARBIN, D. **Planejamento e análise estatística de experimentos agrônômicos**. 2. ed. Porto Alegre: Mecenaz, 2013, 214p.

BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G.A.; COMIRAN, F.; BERGONCI, J.I.; MULLER, A.G.; FRANÇA, S.; SANTOS, A.O.; RADIN, B.; BIANCHI, C.A.M.; PEREIRA, P.G. Déficit hídrico e produtividade na cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.2, p.243-249. 2006.

BOX, G.E.P. Non-normality and tests on variances. **Biometrika**, v.40, n.3-4, p.318-335, 1953.

BRACHTVOGEL, E.L.; PEREIRA, F.R.S.; CRUZ, S.C.S.; BICUDO, S.J. Densidades populacionais de milho em arranjos espaciais convencional e equidistante entre plantas. **Ciência Rural**, v.39, n.8, p.334-339, 2009.

BRUNINI, O.; ZULLO JUNIOR, J.; PINTO, H.S.; ASSAD, E.; SAWAZAKI, E.; DUARTE, A.P.; PATTERNIANI, M.E.Z. Riscos climáticos para a cultura de milho no estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.9, n.3, p.519-526, 2001.

CARON, B.O.; OLIVEIRA, D.M.; ELLI, E.F.; ELOY, E.; SCHWERZ, F.; SOUZA, V.Q. Elementos meteorológicos e produtivas do milho em diferentes épocas de semeadura. **Científica**, v.45, n.2, p.105-114, 2017.

CARVALHO, G. S.; VON PINHO, R. G.; PEREIRA FILHO, I. A. Efeito do tipo de cultivar, despendoamento das plantas e da época de semeadura na produção de minimilho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.1, n.3, p.47-58, 2002.

CASTRO, R.S. **Rendimento de espigas verdes e de grãos de cultivares de milho após a colheita da primeira espiga como minimilho.** Tese (Doutorado em Fitotecnia - Agricultura tropical). Universidade Federal Rural do Semiárido, UFRS, p.90, 2010.

CIRILO, A.G.; ANDRADE, F.H. Sowing date and kernel weight in maize. **Crop Science**, v.36, p.325-331, 1996.

CIRILO, A.G.; ANDRADE, F.H. Sowing date and maize productivity. I. Crop growth and dry matter partitioning. **Crop Science**, v.34, p.1039-1043, 1994.

CROSS, H.Z.; ZUBER, M.S. Prediction of flowering dates in maize based on different methods of estimating thermal units. **Agronomy Journal**, v.64, n.3, p.351-355, 1972.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético.** Viçosa: UFV, 2001. 390p.

DEFELIPO, B.V.; RIBEIRO, A.C. **Análise Química de Solo.** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1981, 17p.

DIDONET, A.D.; RODRIGUES, O.; MARIO, J.L.; IDE, F.; TISSOT, D. Crescimento e desenvolvimento de milho: acúmulo de massa seca do grão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, n.3, p.447-456, 2001.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** Brasília, DF: Embrapa, 3. ed., 2013. 353 p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, **Sistema de produção de milho**, 5ª. Ed., Versão eletrônica, EMBRAPA – CNPMS: Sete Lagoas, Set/2009. Disponível em: <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho_5ed/index.htm> Acesso em 12 de setembro de 2014.

FARINELLI, R.; PENARIOL, F.G.; BORDIN, L. Desempenho agrônomico de cultivares de milho nos períodos de safra e de safrinha. **Bragantia**, v.62, n.2 p.235-241, 2003.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.

FORSTHOFER, E.L.; SILVA, P.R.F.; ARGENTA, G.; STRIEDER, M.L.; SUHRE, E.; RAMBO, L. Desenvolvimento fenológico e agrônomico de trêshíbridos de milho em três épocas de semeadura. **Ciência Rural**, v.34, n.5, p.1341-1348, 2004.

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 Scientiarum - Agronomy**, v.34, n.1, p.99-101, 2012.

GADIOLI, J.L., DOURADO NETO, D., GARCÍA, A.G., BASANTA, M.V. Temperatura do ar, rendimento de grãos de milho e caracterização fenológica associada à soma calórica. **Scientia Agricola**, v.57, n.3, p.377-383, 2000.

GALON, L.; TIRONI, P.S.; ROCHA, A.A.; SOARES, R.E.; CONCENÇO, G.; ALBERTO, M.C. Influência dos fatores abióticos na produtividade da cultura do milho. **Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas**, v.4, n.3, p.18-19, 2010.

GODOY, H.; CORREA, A.R.; SANTOS, D. Clima do Paraná. In: FUNDAÇÃO INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Manual agropecuário para o Paraná**. Londrina, 1976, p.17-36.

IAC – Instituto Agronômico de Campinas – **Cultivares de milho**. Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Grãos e Fibras, IAC. Disponível em: <<http://www.iac.sp.gov.br/UniPesquisa/GraosFibras/Cultivares/Milho.asp>>. Acesso em 22 de agosto de 2014.

JACOBS, B.C.; PEARSON, C.J. Potential yield of maize, determined by rates of growth and development of ears. **Field Crops Research**, v.27, p.281-298, 1991.

KÖPPEN, W. **Climatologia: com um estudo de los climas de la Tierra**. México: Fondo de Cultura Economica, 1948. 478p.

LINDQUIST, J.L.; ARKEBAUER, T.J.; WALTERS, D.T.; CASSMAN, K.G.; DOBERMANN, A. Maize radiation use efficiency under optimal growth conditions. **Agronomy Journal**, v.97, n.1, p.72-78, 2005.

MAGDA, R.R. Tender juice baby corn. **Food Marketing & Tecnology**, v.9, n.3, p.4-6, 1995.

MARQUES, O.J.; VIDIGAL FILHO, P.S.; SCAPIM, C.A.; FRANCO, A.A.N.; OKUMURA, R.S.; RECHE, D.L.; NUMOTO, A.Y. Sowing time of popcorn under supplementary irrigation in the second season in Parana State, Brazil. **International Journal of Food, Agriculture and Environment**, v.12, n.2, p.640-647, 2014.

MEDEIROS, S.L.P.; WESTPHALEN, S.L.; MATZENAUER, R.; BERGAMASCHI, H. Relações entre evapotranspiração e rendimento de grãos de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.26, n.1, p.1-10, 1991.

MEHLICH, A. **Determination of P, Ca, Mg, K, Na, and NH₄**. North Carolina Soil Test Division. Mimeo, Raleigh, North Carolina Department of Agriculture, 1953. 53p.

MENEGHETTI, A.M.; NÓBREGA, L.H.P.; SANTOS, R.F. Manejo da irrigação para a produção de minimilho por evapotranspiração. **Engenharia na Agricultura**, v.16, n.3, p.351-358, 2008a.

MENEGHETTI, A.M.; SANTOS, R.F.; NÓBREGA, L.H.P.; MARTINS, G.I. Análise de crescimento de minimilho submetido a lâminas de irrigação. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.30, n.2, p.211-216, 2008b.

MILES, C.; ZENS, L. **The web of Science**. Washington: Washington State University, 1998. Disponível em: <<http://agsyst.wsu.edu; milesc@wsu.edu>>. Acesso em: 11 jun. 2017.

MONTEITH, J.L.; ELSTON, J. Climatic constraints on crop production. In: FOWDEN, L.; MANSFIELD, T.; STODDART, J. (Eds.). **Plant adaptation to environmental stress**. London: Chapman e Hall, p.3-18, 1993.

MOREIRA, A.; SANTOS, M.Z.; FAVARÃO, S.C.M. Características agronômicas de genótipos de milho para produção de minimilho. **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, v.7, n.3, p.633-643, 2014.

PANDEY, A.K.; MANI, V.P.; PRAKASH, V.; SINGH, R.D.; GUPTA, H.S. Effect of varieties and plant densities on yield attributes and economics of baby corn (*Zea mays*). **Indian Journal of Agronomy**, v.47, n.2, p.221-226, 2002.

PERECIN, D.; CARGNELUTTI FILHO, A. Efeitos por comparações e por experimento em interações de experimentos fatoriais. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, n.1, p.68-72, 2008.

PEREIRA, R.S. **Desempenho agronômico e forrageiro de minimilho e milho verde em diferentes épocas de semeadura e idades de corte das plantas remanescentes**. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal no Semiárido). Universidade Estadual de Montes Carlos, Janaúba, p.129, 2011.

PEREIRA FILHO, I.A.; KARAM, D. **A cultura do minimilho**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008, 65p.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 13. ed. Piracicaba: Nobel, 1990, 401p.

RAIJ, B.V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agronômico, 1996, 285 p. (Boletim, 100).

RAUPP, D.S.; GARDINGO, J.R.; MORENO, L.R.; HOFFMAN, J.P.M.; MATIELLO, R.R.; BORSATO, A.V. Minimilho em conserva: avaliação de híbridos. **Acta Amazônica**, v.38, n.2, p.509-516, 2008.

RESENDE, M.; OLIVEIRA, A.C. Comparação de diferentes estratégias de programação de irrigação suplementar em milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.4, n.2, p.205-214, 2005.

RITCHIE, S.W.; HANWAY, J.J.; BENSON, G.O. How a corn plant develops. Special Report N.48. Ames: **Iowa States University of Science and Technology**. Cooperative Extension Service, 1993.

RODRIGUES, L.R.F.; SILVA, N.; MORI, E.S. Avaliação de sete famílias S₂ prolíficas de minimilho para a produção de híbridos. **Bragantia**, v.63, n.1, p.31- 38, 2004.

SANGOI, L.; SILVA, P.R.F.; ARGENTA G.; RAMBO, L. Ecofisiologia da cultura do milho para altos rendimentos. Lages: **Graphel**, 2010, 88p.

SCAPIM, C.A.; CARVALHO, C.G.P.; CRUZ, C.D. Uma proposta de classificação dos coeficientes de variação para a cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.30, n.5, p.683-686, 1995.

SERPA, M.S.; SILVA, P.R.F.; SANGOI, L.; VIEIRA, V.M.; MARCHESI, D.R. Densidade de plantas em híbridos de milho semeados no final do inverno em ambientes irrigados e de sequeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** vol.47 n.4, p.541-549, 2012.

SHAPIRO, S.S.; WILK, M.B. An analysis of variance test for normality (complete samples). **Biometrika**, v.52, n.3-4, p.591-611, 1965.

SILVA, M.A.V.; FERREIRA, W.P.M.; ANDRADE, V.M.S.; ARAUJO, S.G.A. Época de semeadura do milho para a região de Sete Lagoas, MG, baseada na probabilidade de ocorrência de períodos secos e chuvosos. **Revista Ceres**, v.57, n.4, 2010.

SILVA, L.S.P.; SILVA, B.I.P.; SOUSA, F.K.A.; GURGEL, M.K.; PEREIRA FILHO, A.I. Green ear yield and grain yield of maize after harvest of the first ear as baby corn. **Horticultura Brasileira**, v.24, p.151-156, 2006.

SILVA, P.S.L. Desfolha e supressão da frutificação em milho. **Revista Ceres**, v.48, n.275, p.55-70, 2001.

STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H. **Principles and procedures of statistics: a biometrical approach**. New York: McGraw-Hill, 1960, 633p.

STONE, P.J.; SORENSEN, I.B.; JAMIESON, P.D. Effect of soil temperature on phenology, canopy development, biomass and yield of maize in a cool-temperate climate. **Field Crops Research**, v.63, p.169-178, 1999.

STRECK, N.A.; LAGO, I.; SAMBORANHA, F.K.; GABRIEL, L.F.; SCHWANTES, A.P.; SCHONS, A. Temperatura-base para aparecimento de folhas e filocrono da variedade de milho BRS Missões. **Ciência Rural**, v.39, p.224-227, 2009.

SYNGENTA SEEDS LTDA. **Milho doce**. Disponível em: <<http://www.syntinela.com.br/website/produtos-e-marcas/sementes/rogers/milho-doce/>>. Acesso em: 21 ago. 2014.

TOLLENAAR, M.; WU, J. Yield improvement in temperate maize is attributable to greater stress tolerance. **Crop Science**, v.39, p.1597-1604, 1999a.

TOLLENAAR, M. Duration of the grain-filling period in maize is not affected by photoperiod and incident PPFD during the vegetative phase. **Field Crops Research**, v.62, n.1, p.15-21, 1999b.

VON PINHO, R.G.V.; CARVALHO, G.S.; RODRIGUES, V.N.; PEREIRA, J. Características físicas e químicas de cultivares de milho para produção de minimilho. **Ciência Agrotecnica**, v.27, n.6, p.1419-1425, 2003.

WAGNER, M.V.; JADOSKI, S.O.; LIMA, A.S.; MAGGI, M.F.; POTT, C.A.; SUCHORONCZEK, A. Avaliação do ciclo fenológico da cultura do milho em função da soma térmica em Guarapuava, Sul do Brasil. **Pesquisa Aplicada e Agrotecnologia**, v.4, n.1, p.135-149, 2011.

WALKLEY, A.; BLACK, I.A. An examination of degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. **Soil Science**, v.37, n.1, p.29-38, 1934.

CAPÍTULO 2

Época de semeadura e produtividade de minimilho no período de Outono-Inverno na região de Maringá, Noroeste do Paraná

Época de semeadura e produtividade de minimilho no período de outono/inverno na região de Maringá, Noroeste do Paraná

RESUMO

O presente estudo objetivou avaliar o efeito da época de semeadura na produtividade de minimilho durante o período Outono/Inverno, com irrigação complementar, na região de Maringá, Noroeste do Paraná. Os ensaios foram conduzidos nos anos agrícolas de 2016 e de 2017, na Fazenda Experimental de Iguatemi, da Universidade Estadual de Maringá, cujo clima é subtropical, com altitude aproximada de 510 m, apresentando solo definido como um NITOSSOLO VERMELHO Distroférico, argiloso (520 g de argila kg⁻¹). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos, com tratamentos casualizados, no esquema fatorial 4x2x2, com quatro repetições. Os fatores estudados foram: i) fator A – quatro épocas de semeadura (representados pelos dias Julianos 70, 85, 100 e 115), ii) fator B – dois híbridos, sendo um de milho pipoca (IAC 125) e um de milho comum (AG 1051) e iii) fator C – dois anos agrícolas de cultivo (2016 e 2017). As características avaliadas foram: i) comprimento de espiguetas comerciais; ii) diâmetro de espiguetas comerciais; iii) produtividade de espiguetas comerciais despalhadas; iv) número de espiguetas comerciais. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância conjunta em relação às épocas de semeadura, híbridos e anos agrícolas, em que a época de semeadura foi analisada mediante análise de regressão polinomial e os efeitos dos híbridos e anos agrícolas foram analisados pelo teste F. As épocas de semeadura influenciaram no desenvolvimento e crescimento das plantas de milho pipoca e de milho comum, através dos fatores edafoclimáticos, refletindo assim na produtividade de espiguetas comerciais. O híbrido de milho comum (AG 1051) apresentou maior resposta às épocas de semeadura quanto à produtividade de espiguetas em comparação ao híbrido de milho pipoca (IAC 125). O mês de março constituiu a melhor época para a semeadura de milho pipoca, enquanto o mês de abril constituiu a época preferencial para a semeadura do milho comum, no período de Outono/Inverno, na região de Maringá no Noroeste do Paraná.

Palavras-chave: *Zea mays* L., milho especial, segunda safra, safrinha.

Sowing time and baby corn productivity in the autumn/winter period in Maringá region, Northwest of Paraná

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of sowing time on the baby corn yield during the autumn /winter period, with complementary irrigation, in the region of Maringá, northwest of Paraná. The trials were conducted in the agricultural years of 2016 and 2017, at the Experimental Farm of Iguatemi, State University of Maringá, whose climate is subtropical, with an approximate altitude of 510 m, presenting soil defined as a RED NITOSOLO Dystroferric, clayey (520 g kg⁻¹ clay). The experimental design was the complete blocks, with randomized treatments, in the 4x2x2 factorial scheme, with four replications. The factors studied were: i) factor A - four sowing times (represented by Julian days 70, 85, 100 and 115), ii) factor B - two hybrids, one of popcorn (IAC 125) and one of common corn (AG 1051) and iii) factor C - two years of cultivation (2016 and 2017). The characteristics evaluated were: i) length of commercial spikelets; (ii) diameter of commercial spikelets; (iii) productivity of commercially deformed spikelets; iv) number of commercial spikelets. The data were submitted to analysis of variance in relation to sowing times, hybrids and agricultural years, in which the sowing time was analyzed by polynomial regression analysis and the effects of hybrids and agricultural years were analyzed by the F test. Sowing times influenced the development and growth of popcorn and common corn plants, through the edaphoclimatic factors, thus reflecting the productivity of commercial spikelets. The common corn hybrid (AG 1051) showed a greater response to sowing times for spikelet yield compared to the popcorn hybrid (IAC 125). March was the best season for sowing popcorn, while April was the preferred season for sowing common corn in the autumn/winter period, in the region of Maringá in the Northwest of Paraná.

Keywords: *Zea mays* L., special corn, second crop, safrinha.

5.1. INTRODUÇÃO

O minimilho destaca-se como uma cultura rentável, capaz de aumentar a rentabilidade do produtor rural, sendo considerado como milho especial, permitindo ganhos em sua produção de quatro a cinco vezes superiores ao milho cultivado para produção de grãos (THAKUR et al., 1998).

Também conhecido como *baby corn*, o minimilho nada mais é que a inflorescência feminina da planta de milho, imatura, ou seja, são as espiguetas ainda não polinizadas (RAUPP et al., 2008).

Entre as formas de consumo que se destacam no mercado, estão: *in natura* e conservas acidificadas, porém também são consumidos em forma de saladas, pratos mais elaborados como sopas e acompanhando carnes e peixes grelhados (RAUPP et al., 2008).

No Brasil, o sistema de produção de milho possibilita a semeadura em dois períodos distintos: o período de Verão e Outono/Inverno (Safrinha). Quando o minimilho é cultivado no período de Verão, há encurtamento do ciclo da cultura, possibilitando colheitas a partir dos 45 dias após a semeadura, enquanto que no período de Outono/Inverno, há um prolongamento do ciclo, mesmo utilizando-se de cultivares mais precoces, iniciando sua colheita em aproximadamente 70 dias após a semeadura (EMBRAPA MILHO E SORGO, 2008; ADEGAS et al., 2011). O milho cultivado na época de Outono/Inverno apresenta menor potencial produtivo em detrimento àquele cultivado na Safra de Verão, devido aos fatores climáticos que limitam sua produção, tais como precipitações, umidade do ar e luminosidade menores, além de temperaturas mais baixas, que tendem a prolongar o ciclo da cultura (CANTARELLA, 1999; VON PINHO et al., 2002; SHIOGA et al., 2011; PEDROTTI, 2014).

Outro fator importante a ser considerado é o tipo de solo para o cultivo, pois em solos onde a capacidade de retenção de água é maior (solos argilosos), há uma maior possibilidade de conservar a umidade do solo, amenizando a falta de chuva ao longo do ciclo da cultura (DUARTE et al., 2009), sendo este um aspecto interessante para épocas de estiagens prolongadas, como normalmente ocorre durante o período de Outono/Inverno.

A produtividade do milho pode ser diretamente afetada pela escolha da época de semeadura, além do híbrido a ser cultivado. No entanto, para a produção de minimilho, ainda não há indicado um híbrido comercial específico, utilizando-se

geralmente híbridos selecionados de germoplasma de milho doce, pipoca e híbridos prolíficos de milho comum, os quais possuem grande potencial para a produção de espiguetas (GERAGE et al., 1984; PEREIRA FILHO et al., 1998; ARGENTA et al., 2006). Outro fator que influencia a produtividade do milho cultivado no Outono/Inverno são as condições climáticas deste período, que podem levar a variações no desenvolvimento da cultura e, conseqüentemente, na produtividade, sobretudo em função da época de semeadura (NASCIMENTO et al., 2011; ALVES et al., 2013).

Neste contexto, diante das poucas informações que se tem sobre a melhor época de semeadura do minimilho no período de Outono/Inverno, o objetivo desse trabalho foi avaliar a produtividade e o efeito das épocas de semeadura sobre as características agrônômicas de dois híbridos de milho, sendo eles o milho pipoca (IAC 125) e o milho comum (AG 1051), para produção de minimilho no período de Outono/Inverno, com irrigação suplementar, em Maringá, região Noroeste do Paraná.

5.2. MATERIAL E MÉTODOS

5.2.1. Local de implantação dos experimentos

Os experimentos foram conduzidos e avaliados durante o período de Outono/Inverno, nos anos agrícolas de 2016 e de 2017, na Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI), pertencente à Universidade Estadual de Maringá (UEM), localizada no Distrito de Iguatemi, município de Maringá, na região Noroeste do Paraná, sob as coordenadas geográficas 23°20'48" S e 52°04'17" W, com altitude aproximada de 510 m (MARQUES et al., 2014).

O clima, segundo Köppen-Geiger (1948), é do tipo Cfa, definido como clima subtropical, com temperatura média no mês mais frio de 18 °C (mesotérmico) e temperatura média no mês mais quente acima de 22 °C. Os verões são quentes, geadas pouco frequentes e há tendência de concentração das chuvas no período de verão, sem estação seca definida (GODOY et al., 1976).

5.2.2. Descrição dos tratamentos

As instalações e a condução dos experimentos foram realizadas no período de Outono/Inverno dos anos agrícolas 2016 e 2017. Em ambos os anos, as semeaduras

ocorreram nas mesmas datas (10/03, 25/03, 09/04, 24/04) e, em ambos os casos, as sementeiras foram realizadas após o cultivo de minimilho de safra Verão.

Os híbridos utilizados para a sementeira dos experimentos são descritos da seguinte forma:

IAC 125: De acordo com o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) (2014), o IAC 125 é um híbrido triplo *top cross* de milho pipoca que, quando cultivado para a produção de grãos, apresenta ciclo precoce (125 dias), altura média de plantas de 2,05 m, média resistência ao acamamento e quebramento do colmo, coloração alaranjada de grãos, bom empalhamento e uma capacidade produtiva de grãos em torno de 4.000 kg ha⁻¹.

AG 1051: conforme informações da Sementes Agrocere (2015), o AG 1051 é um híbrido duplo, de milho comum, ciclo semiprecoce, com altura média de 2,43 m quando conduzido para a produção de espigas verdes. Apresenta grãos dentados amarelos, boa qualidade de colmo, utilizado principalmente para produção de milho verde e silagem de planta inteira.

5.2.3. Características do solo da área experimental

O solo da área experimental foi classificado como NITOSSOLO VERMELHO Distroférico (EMBRAPA, 2013), de textura argilosa, constituído por 520 g kg⁻¹ de argila, 140 g kg⁻¹ de silte e 340 g kg⁻¹ de areia. As características químicas do solo coletado na área experimental, nas camadas de 0,0 a 0,20 m e 0,20 a 0,40 m estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Resultado da análise química das amostras de material de solo da área experimental, provenientes da camada de 0,0 – 0,20 m e 0,20 – 0,40 m de profundidade, no período de Verão, em coleta realizada no ano agrícola de 2014/2015 antes da implantação dos experimentos

Ano	pH	***C	*P	*K ⁺	**Ca ⁺²	**Mg ⁺²	**Al ⁺³	SB	CTC	V
	CaCl ₂	g dm ⁻³	mg dm ⁻³	----- (cmol _c dm ⁻³) -----				----- (%) -----		
Profundidade 0,0 – 0,20 m										
2014/2015	4,56	12,07	15,74	0,43	4,30	3,07	0,30	7,80	10,29	75,80
Profundidade 0,20 – 0,40 m										
2014/2015	4,87	10,13	4,35	0,40	4,67	3,41	0,20	8,48	11,02	76,95

Análises realizadas no Laboratório de Solos do Departamento de Agronomia da Universidade Estadual de Maringá. *Mehlich 1 (MEHLICH, 1953), **KCl 1 mol L⁻¹ (DEFELIPO e RIBEIRO, 1981), ***C (WALKLEY e BLACK, 1934).

5.2.4. Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos, com tratamentos casualizados, no esquema fatorial 4x2x2, com quatro repetições. Os fatores estudados foram: i) quatro épocas de semeadura; ii) dois híbridos sendo um de milho pipoca (IAC 125) e um de milho comum (AG 1051) e iii) dois anos agrícolas (2016 e 2017).

As unidades experimentais foram constituídas por cinco linhas de plantas de 6,0 m de comprimento, espaçadas em 0,90 m entre linhas, totalizando 27 m² de área total. As avaliações foram realizadas nas três linhas centrais, excluindo 0,50 m de cada extremidade, totalizando 13,50 m² de área útil experimental.

5.2.5. Semeadura e população de plantas

A semeadura foi realizada com as sementes distribuídas em sulcos de semeadura, em sistema de plantio direto, em ambos os anos agrícolas (2016 e 2017). Para diferenciação das épocas de semeadura, as mesmas foram realizadas em intervalos de 15 dias entre cada época.

Após as plantas atingirem o estágio V₃ de desenvolvimento, ou seja, apresentarem três folhas completamente expandidas (RITCHIE et al., 1993), realizou-se o desbaste das plantas menos vigorosas, a fim de atingir a população desejada de 180.000 plantas ha⁻¹ ou 16 plantas m⁻¹ (PEREIRA FILHO et al., 1998) e, no estágio V₄, com quatro folhas completamente expandidas, (RITCHIE et al., 1993), realizou-se a adubação nitrogenada de cobertura (Sulfato de Amônio) (RAIJ et al., 1996; EMBRAPA, 2009), sendo o fertilizante depositado a uma distância mínima de 0,08 m das linhas de plantas.

5.2.6. Adubação e tratos culturais

A adubação química foi realizada conforme a análise de solo (Tabela 1) e as recomendações para o milho comum, com a aplicação de 20, 80 e 60 kg ha⁻¹ de nitrogênio (N), fósforo (P₂O₅) e potássio (KCl), respectivamente, sob as formas de Sulfato de Amônio, Superfosfato Triplo e Cloreto de Potássio (EMBRAPA, 2009). Os tratos culturais e fitossanitários realizados foram os mesmos recomendados para a cultura do milho comum, incluindo manejo de irrigação suplementar (ANDREI, 2013).

5.2.7. Caracterização do ambiente de cultivo

Os dados climatológicos referentes aos períodos de cultivo foram obtidos junto ao Instituto Tecnológico Simepar. Compilaram-se os dados de precipitações pluviárias acumuladas, bem como de temperaturas máximas e mínimas ocorridas durante cada período de cultivo, para caracterização do ambiente. Os dados de temperatura e precipitação pluviária observados nos períodos experimentais encontram-se demonstrados nas Figuras 1 e 2.

No ano agrícola de 2016, a precipitação pluviária acumulada durante o período experimental foi de 432,8, 422,2, 496,0 e 512,6 mm, nas épocas de semeadura representadas pelos dias Julianos 70, 85, 100 e 115, respectivamente (Figura 1) enquanto que, no ano agrícola de 2017, a precipitação pluviária acumulada no período experimental foi de 514,2, 522,6, 438,8 e 410,6 mm, nas épocas de semeadura representadas pelos dias Julianos 70, 85, 100 e 115, respectivamente. (Figura 2).

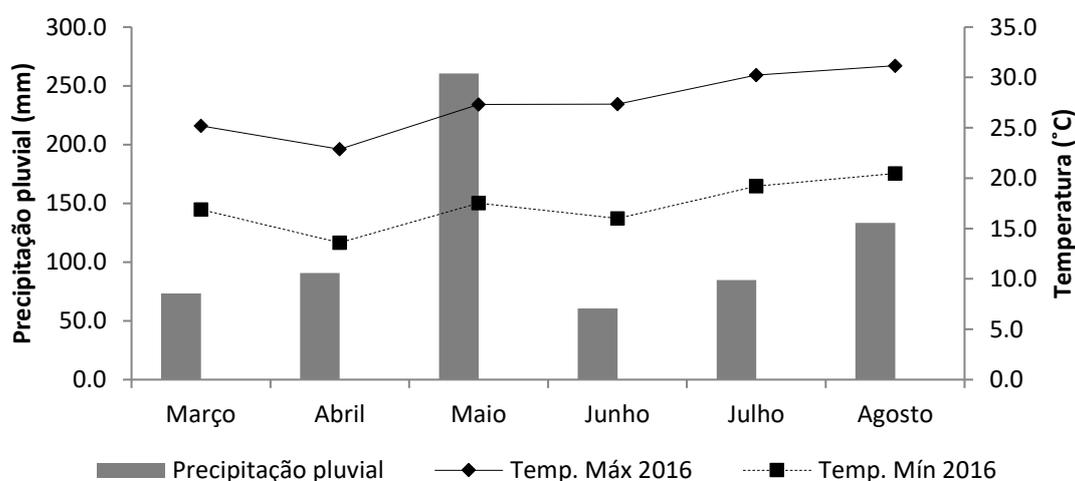


Figura 1. Precipitação pluviária (mm), Temperaturas Médias Máximas (°C) e Temperaturas Médias Mínimas (°C), durante o período de Outono/Inverno do ano agrícola 2016 em Maringá, Paraná. Épocas de semeadura $E_1 = 70$, $E_2 = 85$, $E_3 = 100$ e $E_4 = 115$.

Segundo Galon et al. (2010), a necessidade hídrica da cultura do milho para um bom desenvolvimento e produção é de 500 mm, variando conforme a época e o local de cultivo. Nos anos agrícolas estudados, quando necessário, foi realizada a irrigação complementar, em períodos de estiagem prolongada.

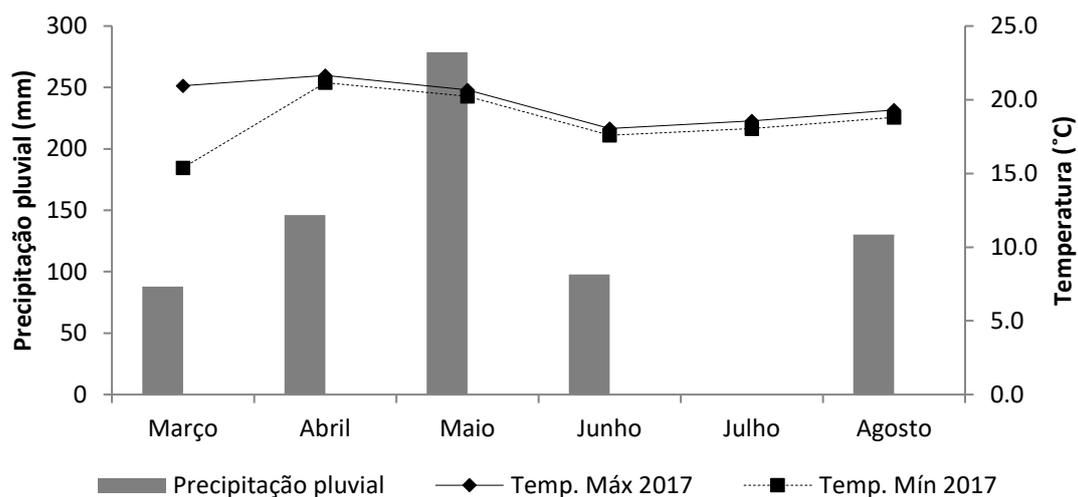


Figura 2. Precipitação pluvial (mm), Temperaturas Médias Máximas (°C) e Temperaturas Médias Mínimas (°C), durante o período de Outono/Inverno do ano agrícola 2017 em Maringá, Paraná. Épocas de semeadura $E_1 = 70$, $E_2 = 85$, $E_3 = 100$ e $E_4 = 115$.

Em relação à temperatura do ar, no ano agrícola de 2016 foram observadas diferenças entre as épocas de semeadura, onde as médias de temperaturas máximas foram 25,3, 26,2, 27,1 e 28,5 °C e as médias de temperaturas mínimas formam de 16,0, 16,2, 16,8 e 17,8 °C, para os dias Julianos 70, 85, 100 e 115, respectivamente (Figura 1).

No ano agrícola de 2017, também foram observadas diferenças entre as épocas de semeadura. Em cada época, as médias de temperaturas máximas foram 21,0, 20,3, 19,7 e 19,1 °C, já as médias de temperaturas mínimas formam de 19,2, 19,7, 19,2 e 18,6 °C, para os dias Julianos 70, 85, 100 e 115, respectivamente (Figura 2).

O acúmulo de energia térmica na cultura foi determinado pela soma das unidades térmicas (graus dia), de acordo com Cross e Zuber (1972), utilizando a expressão modificada:

$$ST = \sum_{n=1}^N GD \left(\frac{T_{max} + T_{min}}{2} \right) - T_b$$

Em que:

ST = soma térmica (°C);

GD = graus dia;

T_{max} = temperatura máxima;

T_{min} = temperatura mínima;

T_b = temperatura base da cultura, para a qual se adotou 10 °C (MONTEITH; ELSTON, 1993).

Houve variações quanto ao acúmulo de graus diapas para os híbridos entre as épocas de semeadura e anos de cultivo. O acúmulo de soma térmica, em média, no período compreendido entre a semeadura e o estágio R₁ foi de 633,8 graus dia para a primeira época de semeadura, no dia Juliano 70 e de 875,2 graus dia para a última época de semeadura, no dia Juliano 115, para o híbrido de milho pipoca (IAC 125). Já para o híbrido de milho comum (AG 1051), o acúmulo térmico, em média, foi de 713,4 graus dias para a primeira época de semeadura, ou seja, no dia Juliano 70 e de 932,2 graus dias para a última época de semeadura, no dia Juliano 115, nos anos agrícolas avaliados.

Dessa forma, houve reflexos sobre o ciclo fenológico dos híbridos, desde a semeadura até a colheita, retardando o ciclo a cada dia de atraso na época de semeadura, sendo observado um ciclo de 58 dias para a primeira época de semeadura, no dia Juliano 70 e de 74 dias para a última época de semeadura, no dia Juliano 110 para o híbrido de milho pipoca (IAC 125) e um ciclo de 65 dias para a primeira época de semeadura, no dia Juliano 70 e 80 dias para última época de semeadura, no dia Juliano 110 para o híbrido (AG 1051), na média dos anos agrícolas avaliados. Esse aumento no ciclo fenológico da cultura deve-se provavelmente às baixas temperaturas, tendo em vista que a temperatura do ar é considerada o principal fator para determinar a duração dos estádios fenológicos das plantas (STEWART et al.; 1998; CARON et al.; 2014).

5.2.8. Colheitas

As colheitas das espiguetas de minimilho foram realizadas quando a planta encontrava-se no estágio fenológico R₁ (embonecamento) (RITCHIE et al., 1993). As colheitas foram efetuadas manualmente, nas primeiras horas do dia, para evitar possíveis perdas de umidade pelas espiguetas. A primeira colheita foi realizada logo após a protusão dos estilo-estigmas, de acordo com a recomendação de Magda (1995) e, as demais, em dias alternados. Assim, foram realizadas de quatro a cinco colheitas por parcela, de forma sucessiva a cada dois dias. As espiguetas, após colhidas, foram colocadas em sacos plásticos, acondicionadas em caixas de isopor com água gelada na FEI (Fazenda Experimental de Iguatemi), onde foram realizadas as análises agrônomicas e comerciais referentes à produtividade e classificação das espiguetas.

5.2.9. Características avaliadas

5.2.9.1. Comprimento de espiguetas comerciais (CEC)

Avaliado por meio do comprimento médio de 10 espiguetas comerciais despalhadas colhidas ao acaso por parcela, medido em centímetros, com o auxílio de uma régua graduada.

5.2.9.2. Diâmetro de espiguetas comerciais (DEC)

Obtido pela avaliação de 10 espiguetas comerciais, de cada unidade experimental, medido em centímetros, na parte central da espiguetas, efetuado com o auxílio de um paquímetro.

5.2.9.3. Produtividade de espiguetas comerciais despalhadas (PECD)

Obtida pela pesagem, em balança digital semi-analítica, de todas as espiguetas comerciais despalhadas (kg parcela^{-1}), que foram colhidas na área útil de cada unidade experimental, sendo tais dados extrapolados para Mg ha^{-1} , posteriormente (BARBIERI et al., 2005). Para serem consideradas comerciais, as mesmas deveriam apresentar diâmetro variando entre 0,8 e 1,8 cm e comprimento entre 4 e 12 cm, formato cilíndrico, não estarem fertilizadas e quebradas e terem coloração variando entre branco-pérola e amarelo-clara (SILVA et al., 2006).

5.2.9.4. Número de espiguetas comerciais (NEC)

O número de espiguetas comerciais (NEC) foi estimado através da contagem de todas as espiguetas comerciais da área útil de cada parcela, extrapolando-se os resultados para número de espiguetas comerciais ha^{-1} .

5.2.10. Análise estatística

Os dados das características fenotípicas avaliadas foram submetidos aos testes de Shapiro-Wilk (SHAPIRO e WILK, 1965) ($p > 0,05$) e de Levene (BOX, 1953)

($p > 0,05$), para verificar a normalidade e homocedasticidade residuais. Posteriormente, havendo atendido a essas pressuposições, de modo individual em cada experimento, realizou-se a análise de variância ($p < 0,05$) (STEEL; TORRIE, 1960), com o intuito de verificar a magnitude dos quadrados médios, conforme Pimentel Gomes (1990). Avaliou-se, desta forma, se as variâncias residuais entre os anos de cultivo (2016 e 2017) não foram discrepantes e se as relações entre os quadrados médios residuais formam inferiores a 7:1 (BANZATTO; KRONKA, 2006). Atendendo-se a mais esse pressuposto, tornou-se possível trabalhar com a análise conjunta dos dados, acrescentando o fator ano como fonte de variação na análise de variância.

Os efeitos das épocas de semeadura foram estudados mediante análise de regressão polinomial. Os efeitos dos híbridos e anos foram estudados pelo teste F ($p < 0,05$). As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa computacional Sisvar (FERREIRA, 2011), sendo todos os fatores considerados de efeitos fixos.

5.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.3.1. Análise de variância conjunta dos experimentos

A análise de variância conjunta dos fatores principais, avaliados de maneira isolada, revelou efeito significativo ($p < 0,05$) para épocas de semeadura (E), híbridos (H) e anos agrícolas (A) para as variáveis: comprimento de espiguetas comerciais (CEC), diâmetro de espiguetas comerciais (DEC) e produtividade de espiguetas comerciais despalhadas (PECD), enquanto que para a variável número de espiguetas comerciais (NEC), não houve efeito isolado para o fator anos (A) (Tabela 2).

Quanto às interações, a análise de variância mostrou dependência ($p < 0,05$) entre os fatores na interação E x H para todas as variáveis (Tabela 2) e, da mesma forma, para a interação E x A, a análise revelou dependência ($p > 0,05$) para todas as variáveis. A análise de variância mostrou dependência ($p < 0,05$) entre os fatores na interação H x A apenas para DEC. A interação tripla E x H x A foi significativa para todas as variáveis, exceto para DEC, demonstrando que essas características apresentam relação de dependência com as épocas de semeadura, híbridos e anos (Tabela 2).

Tabela 2. Resumo da análise de variância, coeficiente de variação experimental (CV) e média geral envolvendo quatro épocas de semeadura, dois híbridos, sendo um de milho pipoca (IAC 125) e um de milho comum (AG 1051) e dois anos agrícolas para comprimento de espiguetas comerciais (CEC), diâmetro de espiguetas comerciais (DEC), produtividade de espiguetas comerciais despalhadas (PECD) e número de espiguetas comerciais (NEC), no período de Outono/Inverno, em Maringá, Paraná

Fonte de variações	GL	Quadrados médios			
		CEC (cm)	DEC (cm)	PECD (Mg.ha ⁻¹)	NEC (ha ⁻¹)
Épocas (E)	3	6,82339*	0,03317*	0,57762*	8,80973*
Híbridos (H)	1	20,93063*	1,12360*	7,76319*	5,87613*
Anos (A)	1	5,59323*	0,09303*	0,12338*	711111088 ^{ns}
E x H	3	4,92382*	0,02019*	0,40519*	5,74032*
E x A	3	2,47636*	0,02267*	0,51188*	3,53425*
H x A	1	0,04951 ^{ns}	0,02560*	0,000002 ^{ns}	944993172 ^{ns}
E x H x A	3	1,99350*	0,01002 ^{ns}	0,16396*	1,04824*
Blocos / A	6	0,27161	0,00477	0,01342	187511397
Resíduo	42	0,21118	0,00545	0,01974	262780874
CV (%)		5,76	6,41	23,21	23,71
Média Geral		7,98	1,15	0,60	68356

*Significativo ($p < 0,05$) e ^{ns} não significativo ($p > 0,05$), pelo teste F.

5.3.3. Características de crescimento e desenvolvimento das plantas

5.3.3.1. Comprimento de espiguetas comerciais (CEC)

O híbrido de milho pipoca (IAC 125) ajustou-se ao modelo quadrático para o ano agrícola de 2016, alcançando seu maior comprimento de espiguetas (8,08 cm) estimado para o dia Juliano 70. No ano agrícola de 2017, houve comportamento linear decrescente para as épocas de semeadura em relação ao comprimento de espiguetas.

Para o híbrido de milho comum (AG 1051), observou-se um comportamento quadrático em ambos os anos agrícolas, com os máximos comprimentos de espiguetas obtidos (8,68 e 9,07 cm para os anos de 2016 e 2017, respectivamente) estimados para o dia Juliano 70, em ambos os anos (Figura 3). Analisando a Figura 3, observa-se que em ambos os híbridos avaliados, o comprimento de espiguetas comerciais se destacou na primeira época de semeadura, ou seja, no dia Juliano 70, do período de Outono/Inverno dos dois anos agrícolas.

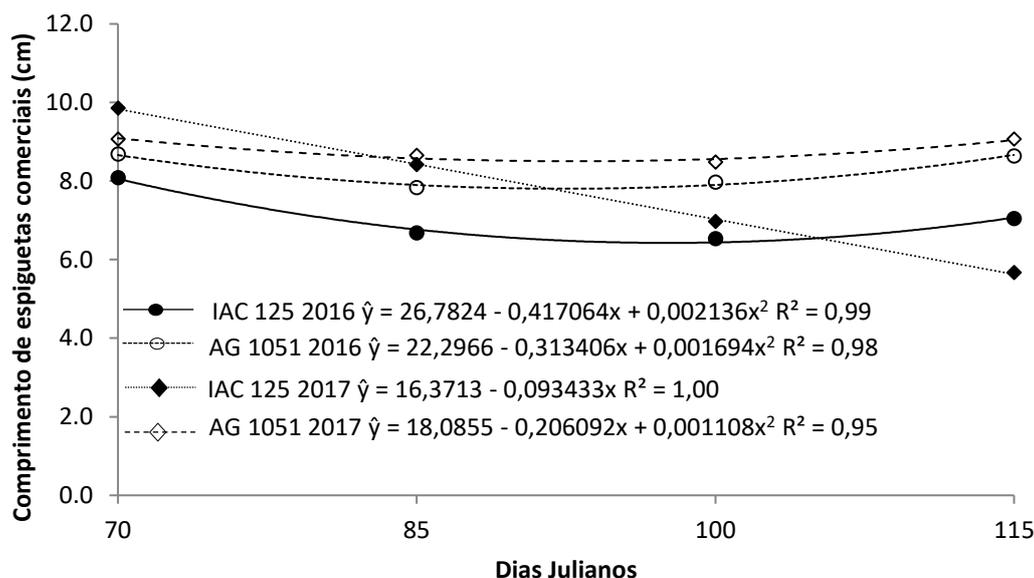


Figura 3. Comprimento de espiguetas comerciais (cm) do híbrido de milho pipoca (IAC 125) e milho comum (AG 1051) em função das épocas de semeadura no período de Outono/Inverno dos anos agrícolas de 2016 e 2017, em Maringá, Paraná. Épocas de semeadura $E_1 = 70$, $E_2 = 85$, $E_3 = 100$ e $E_4 = 115$.

Os híbridos avaliados obtiveram diferença significativa ($p < 0,05$) para as médias de CEC, nas épocas 2, 3 e 4, representadas pelos dias Julianos, 85, 100 e 115 no ano agrícola de 2016 e para as épocas 1, 3 e 4, representadas pelos dias Julianos, 70, 100 e 115, no ano agrícola de 2017, tendo o híbrido AG 1051 um maior destaque quanto ao comprimento de espiguetas comerciais (Tabela 3).

Santos et al. (2014), avaliando o efeito de aplicação de diferentes doses de nitrogênio e potássio sobre as características biométricas e de produtividade do híbrido de milho pipoca (IAC 125) para a produção de minimilho, em dois períodos de cultivos, sendo eles o Verão e o Outono/Inverno, obtiveram valores médios para o comprimento de espiguetas comerciais de 9,3 e 8,3 cm, nos respectivos períodos citados. Sendo esses valores próximos aos obtidos no presente estudo.

Os resultados obtidos corroboram com aqueles apresentados por Almeida et al. (2005) que, avaliando o comprimento de espiguetas na safrinha, obtiveram valores que variavam de 7,76 a 9,36 cm para os híbridos triplo DKB 350 e simples AG 7575, respectivamente.

Tabela 3. Comprimento de espiguetas comerciais (cm) dos híbridos de milho pipoca (IAC 125) e milho comum (AG 1051) desdobrado dentro dos anos agrícolas 2016 e 2017 e anos agrícolas desdobrados dentro dos híbridos, no período de Outono/Inverno, em Maringá, Paraná

Híbridos	2016				2017			
	E1	E2	E3	E4	E1	E2	E3	E4
IAC 125	8,1a	6,7b	6,5b	7,0b	9,9a	8,4a	7,0b	5,7b
AG 1051	8,7a	7,8a	8,0a	8,6a	9,1b	8,7a	8,5a	9,1a

Anos	IAC 125				AG 1051			
	E1	E2	E3	E4	E1	E2	E3	E4
2016	8,1b	6,7b	6,5a	7,0a	8,7a	7,8b	8,0a	8,6a
2017	9,9a	8,4a	7,0a	5,7b	9,1a	8,7a	8,5a	9,1a

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem em nível de 5% de probabilidade pelo teste F. Épocas de semeadura E₁ = 70 (10/03), E₂ = 85 (25/03), E₃ = 100 (09/04) e E₄ = 115 (24/04).

5.3.3.2. Diâmetro de espiguetas comerciais (DEC)

A característica diâmetro de espiguetas comerciais (DEC) apresentou respostas significativas ($p < 0,05$) para as interações E x H, E x A e H x A (Tabela 2). O diâmetro de espiguetas comerciais do híbrido de milho pipoca (IAC 125), na média dos dois anos agrícolas, respondeu ao modelo polinomial quadrático decrescente para as épocas de semeadura estudadas, alcançando seu maior DEC estimado (1,10 cm) correspondente ao dia Juliano 70 (Figura 4).

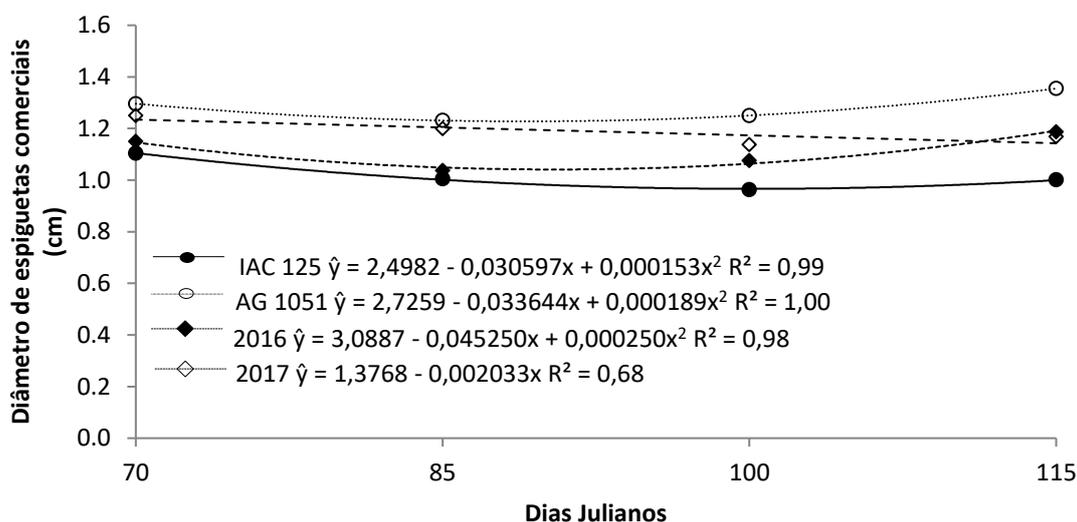


Figura 4. Diâmetro de espiguetas comerciais (cm) do híbrido de milho pipoca (IAC 125) e milho comum (AG 1051) nas médias dos dois anos agrícolas e diâmetro de espiguetas comerciais nos anos 2016 e 2017, na média dos dois híbridos, em função das épocas de semeadura no período de Outono/Inverno, em Maringá, Paraná. Épocas de semeadura E₁ = 70, E₂ = 85, E₃ = 100 e E₄ = 115.

Para o híbrido AG 1051, o modelo polinomial quadrático foi o que melhor se ajustou para as épocas de semeadura, alcançando seu maior DEC estimado (1,36 cm) para o dia Juliano 115, na média dos dois anos agrícolas (Figura 4).

Para o ano agrícola de 2016, na média dos dois híbridos estudados, observou-se resposta polinomial quadrática, alcançando seu maior diâmetro de espiguetas estimado (1,19 cm) para o dia Juliano 115 (Figura 4). Enquanto que, no ano agrícola de 2017, também na média dos dois híbridos, a resposta ocorreu de forma linear decrescente, apresentando a primeira época de semeadura, representada pelo dia Juliano 70, como a melhor época neste ano agrícola.

Na Tabela 4, pode-se observar que quanto aos híbridos avaliados IAC 125 e AG 1051, obtiveram diferenças significativas ($p < 0,05$) para a variável DEC, para todas as épocas de semeadura avaliadas. Mostrando que o híbrido de milho comum (AG 1051) apresenta um maior diâmetro de espiguetas comerciais, quando comparado ao híbrido de milho pipoca. Quanto aos anos agrícolas avaliados as épocas de semeadura 1 e 2, representadas pelos dias Julianos 70 e 85, apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$), tendo sido o ano de 2017 melhor que o de 2016, para a variável DEC (Tabela 4).

Os resultados obtidos corroboram com aqueles apresentados por Almeida et al. (2005) que, avaliando o diâmetro de espiguetas na safrinha, obtiveram valores que variavam entre 1,2 e 1,4 cm para o diâmetro de espiguetas, para os híbridos duplos DKB 435 e AG 2060, respectivamente, valores estes próximos dos observados no presente estudo (Tabela 4).

Tabela 4. Diâmetro de espiguetas comerciais (cm) dos híbridos de milho pipoca (IAC 125) e de milho comum (AG 1051) desdobrado dentro dos anos agrícolas 2016 e 2017, em cada época de semeadura, no período de Outono/Inverno, em Maringá, Paraná

Híbridos	E1	E2	E3	E4
IAC 125	1,10b	1,23a	0,96b	1,00b
AG 1051	1,30a	1,01b	1,25a	1,36a
2016	1,15b	1,04b	1,08a	1,19a
2017	1,25a	1,20a	1,14a	1,17a

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem em nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Sangoi et al., (2002) destacam que a dominância apical gerada no pendão das plantas de milho, quando são colhidas as espiguetas de minimilho, pode levar a uma

maior drenagem de fotoassimilados e outras substâncias, proporcionando um menor desenvolvimento das espiguetas e, conseqüentemente, redução no comprimento e diâmetro das mesmas após sucessivas colheitas.

5.3.4. Produtividade de espiguetas comerciais despalhadas (PECD)

O híbrido de milho pipoca (IAC 125), para ambos os anos agrícolas, apresentou resultados que se ajustaram ao modelo polinomial quadrático para a PECD, alcançando sua máxima produtividade estimada para o dia Juliano 70, em ambos os anos agrícolas, apresentando produtividades de 0,41 e 0,89 Mg ha⁻¹, em 2016 e 2017, respectivamente (Figura 5). Da mesma forma, o híbrido de milho comum (AG 1051), no ano agrícola de 2017, obteve comportamento quadrático, tendo destaque na PECD na primeira época de semeadura, ou seja, no dia Juliano 70, com uma massa de 1,21 Mg ha⁻¹ (Figura 5). Porém, no ano agrícola de 2016, verifica-se, com base na figura 5, que para o híbrido de milho comum (AG 1051), a PECD não variou significativamente em função das épocas de semeadura, podendo, portanto, ser semeado em qualquer período de semeadura analisado.

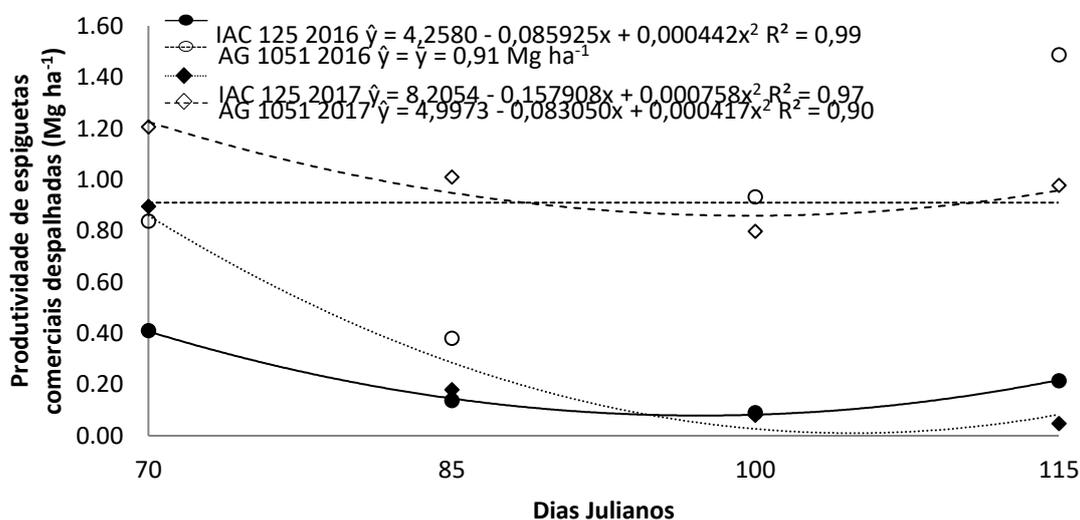


Figura 5. Produtividade de espiguetas comerciais (Mg ha⁻¹) despalhadas do híbrido de milho pipoca (IAC 125) e do milho comum (AG 1051) em função das épocas de semeadura no período de Outono/Inverno, nos anos agrícolas de 2016 e 2017, em Maringá, Paraná. Épocas de semeadura E₁ = 70, E₂ = 85, E₃ = 100 e E₄ = 115.

Tanto para o híbrido de milho pipoca (IAC 125) como para o híbrido de milho comum (AG 1051), ocorreram declínios na produtividade proporcionais aos atrasos na

semeadura (Figura 5), provavelmente ocasionados pelas baixas temperaturas e menor incidência solar apresentadas em épocas mais tardias (TAIZ et al., 2017).

Conforme destacado por Taiz et al. (2017), a radiação solar é essencial para a planta no processo fotossintético, pois é através dela que a energia luminosa é convertida em energia química (ATP e NADPH), que é proveniente dos cloroplastos, necessária para a realização da fotossíntese e demais processos fisiológicos da planta. A temperatura influencia ainda a produtividade da cultura do milho, pois é através dela que a cultura pode se desenvolver, por meio de sua influência na duração do ciclo da cultura, afetado pelos processos fisiológicos, podendo acelerar ou retardar tais processos (TOLLENNAR et al., 1979), reduzindo a altura das plantas quanto mais tardia é a época de semeadura, podendo refletir em queda de produtividade (MARQUES et al., 2014).

Dessa forma, a escolha da época de semeadura mais adequada para a cultura tende a interferir em sua produtividade, visto que colabora para que ocorra boa captação da radiação solar e acumulação de fotoassimilados, ou seja, semeaduras realizadas tardiamente podem levar a quedas de produtividade em decorrência da redução da radiação solar e temperatura (ARGENTA et al., 2006; SANS e GUIMARÃES, 2008; MARQUES et al., 2014; PEDROTTI, 2014).

Considerando a PECD média, na Tabela 5, pode-se observar que os híbridos avaliados apresentam uma produtividade de espiguetas comerciais despalhadas muito semelhantes, não se diferenciando estatisticamente ($p > 0,05$) dentro das épocas e anos agrícolas. No entanto, observou-se que ocorreram diferenças em decorrência dos anos agrícolas ($p > 0,05$). Sendo que o ano agrícola de 2017 teve uma produtividade superior ao ano de 2016, proporcionada por melhores condições climáticas que favoreceram a produtividade de espiguetas comerciais. De modo geral, o híbrido de milho comum (AG 1051) apresentou melhores respostas quanto à produtividade de espiguetas comerciais despalhadas em todos os anos agrícolas (Tabela 5).

Carvalho et al. (2002), em um estudo relacionado à produção de minimilho, observaram em experimento semeado em fevereiro, que uma variedade de milho pipoca estéril e o cultivar FO 01, apresentaram produtividades comerciais de $0,43 \text{ Mg ha}^{-1}$ e $0,39 \text{ Mg ha}^{-1}$, respectivamente, sendo essas semelhantes aos valores observados no presente estudo, quando cultivado o minimilho no período de Outono/Inverno, alcançando menores produtividades em relação ao período de Verão.

Santos et al. (2014) encontraram valores em média para a produtividade de minimilho de $0,93 \text{ Mg ha}^{-1}$ e $0,81 \text{ Mg ha}^{-1}$, nos períodos de Verão e Outono/Inverno

(safrinha), respectivamente, valores estes próximos aos observados para o híbrido AG 1051 no presente estudo (Tabela 5).

Tabela 5. Produtividade de espiguetas comerciais despalhadas (Mg ha^{-1}) dos híbridos de milho pipoca (IAC 125) e milho comum (AG 1051) desdobrada dentro dos anos agrícolas 2016 e 2017 e anos agrícolas desdobrados dentro dos híbridos, no período de Outono/Inverno, em Maringá, Paraná

Híbridos	2016				2017			
	E1	E2	E3	E4	E1	E2	E3	E4
IAC 125	0,41b	0,14b	0,09b	0,22b	0,90b	0,18b	0,08b	0,05b
AG 1051	0,84a	0,38a	0,93a	1,49a	1,21a	1,01a	0,80a	0,98a
Anos	IAC 125				AG 1051			
	E1	E2	E3	E4	E1	E2	E3	E4
2016	0,41b	0,14a	0,09a	0,22a	0,84b	0,38b	0,93a	1,49a
2017	0,90a	0,18a	0,08a	0,05a	1,21a	1,01a	0,80a	0,98b

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem em nível de 5% de probabilidade pelo teste F. Épocas de semeadura $E_1 = 70$, $E_2 = 85$, $E_3 = 100$ e $E_4 = 115$.

No período de Outono/Inverno, há necessidade de se utilizar híbridos com menores exigências térmicas, juntamente com o uso da irrigação suplementar, visto que neste período há uma carência de radiação e precipitação pluvial (HERNÁNDEZ et al., 2009; LIU et al., 2010; CHUN et al., 2011). Além disso, limitações de temperatura e radiação solar tendem a reduzir a atividade fotossintética e a translocação de carboidratos das folhas e colmos, levando a quedas significativas de produtividade (BERGAMASCHI et al., 2006).

A menor produtividade do híbrido de milho pipoca (IAC 125) em relação ao híbrido de milho comum (AG 1051) pode estar relacionada às características de cada híbrido, pois o híbrido de milho pipoca em temperaturas baixas tende a reduzir sua atividade metabólica, por ser um material genético mais adaptado a condições de clima tropical, ocorrendo a redução da altura de plantas, que pode refletir em queda na sua produtividade (TOLLENAAR, 1989).

5.3.4.1. Número de espiguetas comerciais (NEC)

Verifica-se, com base na Figura 6, que no híbrido de milho pipoca (IAC 125) do ano agrícola de 2016 e no híbrido de milho comum (AG 1051) do ano agrícola de 2017, houve variação quanto a melhor época de semeadura, tendo sido observada uma resposta polinomial quadrática, alcançando o maior número de espiguetas comerciais na

primeira época de semeadura, representada pelo dia Juliano 70, observando os valores de 70926 e 116889 número de espiguetas comerciais ha^{-1} , respectivamente. Diferentemente, para os híbridos de milho pipoca (IAC 125) no ano agrícola de 2017 e de milho comum (AG 1051) do ano agrícola 2016, o número de espiguetas comerciais não variou significativamente em função das épocas de semeadura, podendo, portanto, ser semeado em qualquer período de semeadura analisado (Figura 6).

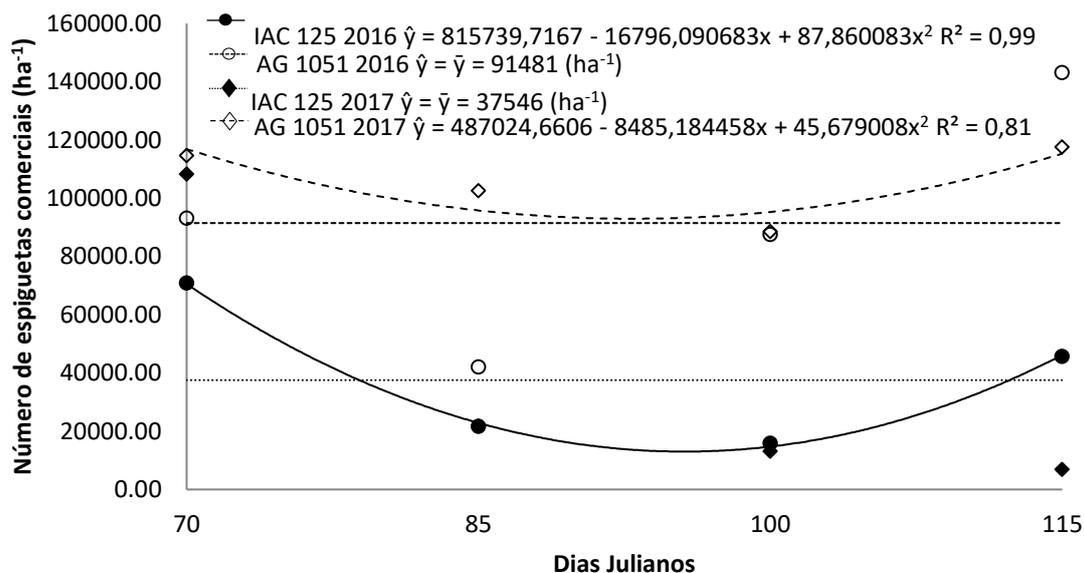


Figura 6. Número de espiguetas comerciais (ha^{-1}) do híbrido de milho pipoca (IAC 125) e milho comum (AG 1051) em função das épocas de semeadura no período de Outono/Inverno dos anos agrícolas de 2016 e 2017, em Maringá, Paraná. Épocas de semeadura $E_1 = 70$, $E_2 = 85$, $E_3 = 100$ e $E_4 = 115$.

Os híbridos avaliados obtiveram diferença significativa ($p > 0,05$) para as médias de NEC, nas épocas 3 e 4, representadas pelos dias Julianos 100 e 115, no ano agrícola de 2016 e para as épocas 2, 3 e 4, representadas pelos dias Julianos 85, 100 e 115, no ano agrícola de 2017, tendo um maior destaque quanto ao número de espiguetas comerciais para o híbrido AG 1051 (Tabela 6).

Barbosa (2009) estudando cultivares de milho e doses de zinco para produção de minimilho, no período de Outono/Inverno, obteve os valores para o híbrido de milho comum (AG 1051) entre 202893 a 268975 de número de espigas comerciais por ha^{-1} , valores superiores aos encontrados neste trabalho, porém mostrando a mesma superioridade desse híbrido quando comparado com outras cultivares avaliadas.

Tabela 6. Número de espiguetas comerciais despalhadas (ha^{-1}) dos híbridos de milho pipoca (IAC 125) e milho comum (AG 1051) desdobrado dentro dos anos agrícolas 2016 e 2017 e anos agrícolas desdobrados dentro dos híbridos, no período de Outono/Inverno, em Maringá, Paraná

Híbridos	2016				2017			
	E1	E2	E3	E4	E1	E2	E3	E4
IAC 125	70926a	21667a	15926b	45741b	108333a	21852b	13148b	6852b
AG 1051	93148a	42037a	87593a	143148a	114630a	102593a	88519a	117593a
Anos	IAC 125				AG 1051			
	E1	E2	E3	E4	E1	E2	E3	E4
2016	70926b	21667a	15926a	45741a	93148a	42037b	87593a	143148a
2017	108333a	21852a	13148a	6852b	114630a	102593a	88519a	117593b

Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem, em nível de 5% de probabilidade, pelo teste F. Épocas de semeadura $E_1 = 70$, $E_2 = 85$, $E_3 = 100$ e $E_4 = 115$.

Nascimento (2017) avaliando cultivares de milho para a produção de minimilho em sistema orgânico, no período de Outono/Inverno, observou um número de espiguetas comerciais entre 208333 e 397135 por ha^{-1} , valores esses superiores aos encontrados neste trabalho. Da mesma forma, Targanski e Tsutsumi (2017) ao avaliarem o efeito de cultivar e do despendoamento na produção de minimilho, obtiveram valores entre 144048 e 203571 número de espigas comerciais, no período de Outono/Inverno, valores esses superiores aos encontrados neste trabalho.

5.4. CONCLUSÃO

O híbrido de milho comum (AG 1051) apresentou maior produtividade de espiguetas comerciais, quando comparado com o híbrido de milho pipoca (IAC 125) para a produção de minimilho.

A época de semeadura tende a influenciar no crescimento, desenvolvimento e na produtividade de minimilho, pois no período de Outono/Inverno a cultura tende a prolongar seu ciclo, quanto maior é o atraso na época de semeadura em relação ao mês de março.

Ao analisar as épocas de semeadura, a produtividade do híbrido de milho pipoca (IAC 125) e milho comum (AG 1051), melhores respostas foram obtidas na época de semeadura estimada pelo dia Juliano 70 (10/03), alcançando suas maiores produtividades de minimilho, no período de Outono/Inverno na região de Maringá, Noroeste do Paraná.

5.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADEGAS, F.S.; VOLL, E.; GAZZIERO, D.L.P. Manejo de plantas daninhas em milho safrinha em cultivo solteiro ou consorciado à braquiária ruziziensis. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.10, p.1226-1233, 2011.

ALMEIDA, I.P.C.; SILVA, P.S.L.; NEGREIROS, M.Z.; BARBOSA, Z. Baby corn, green ear, and grain yield of corn cultivars. **Horticultura Brasileira**, v.23, n.4, p.960-964, 2005.

ALVES, V.B.; CECCON, G.; LEITE, L.F. Morfologia e produtividade de híbridos de milho Safrinha solteiro e consorciado com braquiária. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.12, n.2, p.152-163, 2013.

ANDREI, E. **Compêndio de defensivos agrícolas**. 9. ed. São Paulo: Andrei Editora, 2013, 1616p.

ARGENTA, G.; SANGOI, L.; SUHRE, E.; SILVA, A.A. Desempenho agrônomico e econômico do milho em diferentes sistemas de manejo e épocas de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.399-407, 2006.

BANZATTO, D.A.; KRONKA, S.N. **Experimentação agrícola**. 4º ed. Jaboticabal: FUNEP, 2006. 237p.

BARBIERI, V.H.B.; LUZ, J.M.Q.; BRITO, C.H.; DUARTE, J.M.; GOMES, L.S.; SANTANA, D.G. Produtividade e rendimento industrial de híbridos de milho doce em função de espaçamentos e populações de plantas. **Horticultura Brasileira**, v.23, n.3, p.826-830, 2005.

BARBOSA, G.R.F. **Cultivares de milho e doses de zinco para produção de minimilho em Vitória da Conquista – BA**. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Vitória da Conquista, p.54, 2009.

BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G.A.; BERGONCI, J.I.; BIANCHI, C.A.M.; MÜLLER.; FRANÇA, S.; SANTOS, A.O.; RADIN, B.; BIANCHI, C.A.M.; PEREIRA, P, G. Deficit hídrico e produtividade na cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.2, p. 243-249, 2006.

BOX, G.E.P. Non-normality and tests on variances. **Biometrika**, v.40, n.3-4, p.318-335, 1953.

CANTARELLA, H. Adubação do milho "safrinha". In: SEMINÁRIO SOBRE A CULTURA DO MILHO "SAFRINHA", 5., Barretos, 1999. **Anais...** Barretos: CATI, IAC, IEA, 1999. p.15-19.

CARON, B.O.; PERRANDO, E.R.; SCHMIDT, D.; MANFRON, P.A.; BEHLING, A.; ELLI, E.F.; ELOY, E. Relações fisiológicas em mudas de pata-de-vaca (*Bauhinia forficata* Link). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.16, n.2, p.196-201, 2014.

CARVALHO, G.S.; VON PINHO, R.G.; PEREIRA FILHO, I.A. Efeito do tipo de cultivar, despendoamento das plantas e da época de semeadura na produção de minimilho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.1, n.3, p.47-58, 2002.

CHUN, J.A.; WANG, Q.; TIMLIN, D.; FLEISHER, D.; REDDY, V.R. Effect of elevated carbon dioxide and water stress on gas exchange and water use efficiency in corn. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.151, n.3, p.378–384, 2011.

CROSS, H. Z.; ZUBER, M. S. Prediction of flowering dates in maize based on different methods of estimating thermal units. **Agronomy Journal**, v.64, n.3, p.351-355, 1972.

DEFELIPO, B.V.; RIBEIRO, A.C. **Análise química de solo**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1981, 17p.

DUARTE, A.P.; CANTARELLA, H.; BATISTA, K. Manejo do nitrogênio e ciclagem de nutrientes na cultura do milho safrinha. In: ASSIS, R.L.; SILVA, A.G.; GODOY, C.S. **Milho Safrinha**. X Seminário Nacional. Anais... Rio Verde, 2009. P. 89-105

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF: Embrapa, 3. ed., 2013. 353 p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, **Sistema de produção de milho**, 5ª. Ed., Versão eletrônica, EMBRAPA – CNPMS: Sete Lagoas, Set/2009. Disponível em: <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho_5ed/index.htm> Acesso em 12 de setembro de 2014.

EMBRAPA MILHO E SORGO. **Milhos especiais garantem renda extra**. 2008. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/18024867/milhos-especiais-garantem-renda-extra>>. Acesso em 17 de dez 2017.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.

GALON, L. TIRONI, P.S. ROCHA, A.A. SOARES, R.E. CONCENÇO, G. ALBERTO, M.C. Influência dos fatores abióticos na produtividade da cultura do milho. **Revista Tropic: Ciências Agrárias e Biológicas**, v.4, n.3, p.18-19, 2010.

GERAGE, A.G.; BIANCO, R.; NAZARENO, N.R.X.; GOMES, J.; OLIVEIRA, E.L.; KARAZAVA, M. Avaliação estadual de cultivares de milho. Londrina: **IAPAR**, 1984. 31p. (Informe de Pesquisa, 55).

GODOY, H.; CORREA, A.R.; SANTOS, D. Clima do Paraná. In: FUNDAÇÃO INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Manual agropecuário para o Paraná**. Londrina, 1976. p.17-36.

HERNÁNDEZ, B.R.; ÁVILA, E.C.; OLÁN, J.J.O.; LÓPEZ, J.F.J.; NAVARRO, L.A.A.; LÓPEZ, E.G. Soil moisture tension and phosphate fertilization on yield components of A-7573 sweet corn (*Zea mays* L.) hybrid, in Campeche, Mexico. **Agricultural Water Management**, v.96, n.9, p.1285–1292, 2009.

KÖPPEN, W. **Climatologia**: con um estudo de los climas de la Tierra. México: Fondo de Cultura Economica, 1948, 478p.

LIU, Y.; YANG, S.J.; LI, S.Q.; CHEN, X.P.; CHEN F. Growth and development of maize (*Zea mays* L) in response to different field water management practices: resource capture and use efficiency. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.150, p.606–613, 2010.

MAGDA, R. R. Tender juice baby corn. **Food Marketing &Tecnology**, v.9, n.3, p.4-6, 1995.

MARQUES, O.J.; VIDIGAL FILHO, P.S.; SCAPIM, C.A.; FRANCO, A.A.N.; OKUMURA, R.S.; RECHE, D.L.; NUMOTO, A.Y. Sowing time of popcorn under supplementary irrigation in the second season in Parana State, Brazil. **International Journal of Food, Agriculture and Environment**, v.12, n.2, p.640-647, 2014.

MEHLICH, A. **Determination of P, Ca, Mg, K, Na, and NH₄**. North Carolina Soil Test Division. North Carolina Department of Agriculture, Raleigh, NC.1953, 53p.

MONTEITH, J.L.; ELSTON, J. Climatic constraints on crop production, In: FOWDEN, L.; MANSFIELD, T.; STODDART, J. (Eds.). **Plant adaptation to environmental stress**. London: Chapman e Hall, p.3-18, 1993.

NASCIMENTO, M.R. **Avaliação de cultivares de milho para produção de minimilho em sistema orgânico**. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, p.78, 2017.

NASCIMENTO, F.M., BICUDO, S.J., RODRIGUES, J.G.L., FURTADO, M.B., CAMPOS, S. Produtividade de genótipos de milho em resposta à época de semeadura. **Revista Ceres**, v.58, n.2, p.193-201, 2011.

PEDROTTI, M.C. **Produtividade de soja e milho em função da época de semeadura sob irrigação e sequeiro**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS. p.38, 2014.

PEREIRA FILHO, I.A.; GAMA, E.E.G.; FURTADO, L.A.A. **Produção do minimilho**. Sete Lagoas: Centro Nacional de Pesquisa Milho e Sorgo/Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1998. p.1-6.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 13. ed. Piracicaba: Nobel, 1990, 401p.

RAIJ, B.V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1996, 285 p. (Boletim, 100).

RAUPP, D.S.; GARDINGO, J.R.; MORENO, L.R.; HOFFMAN, J.P.M.; MATIELLO, R.R.; BORSATO, A.V. Minimilho em conserva: avaliação de híbridos. **Revista Acta Amazonica**, v.38, n.3, p.509-516, 2008.

RITCHIE, S.W.; HANWAY, J.J.; BENSON, G.O. How a corn plant develops. Special Report n.48. Ames: **Iowa States University of Science and Technology**. Cooperative Extension Service, 1993

SANGOI, L.; ALMEIDA, M.L.; SILVA, P.R.F.; ARGENTA, G. Bases morfo-fisiológicas para a maior tolerância dos híbridos modernos de milho a altas densidades de plantas. **Bragantia**, v.61, n.2, p.101-110, 2002.

SANS, L.M.A.; GUIMARÃES, D.P. Zoneamento agrícola: riscos climáticos para a cultura do milho. In: CRUZ, J.C.; KARAM, D.; MONTEIRO, M.A.R.; MAGALHAES, P.C. (Ed.). **A cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo. p.89-97, 2008.

SANTOS, R.F. dos.; INOUE, T.T.; SCAPIM, C.A.; CLOVIS, L.R.; MORTELE, L.M.; SARAIVA, C.S. Produtividade do minimilho em função das adubações nitrogenada e potássica. **Revista Ceres**, v.61, n.1, p.121-129, 2014.

SEMENTES AGROCERES. **Produto**. Disponível em: <http://www.sementesagroceres.com.br/pages/Produto.aspx?p=AG_1051>. Acesso em 17 abril. 2015.

SHAPIRO, S.S.; WILK, M.B. An analysis of variance test for normality (complete samples). **Biometrika**, v.52, n.3-4, p.591-611, 1965.

SHIOGA, P.S.; GERAGE, C.A.; ARAÚJO, P.M.; BIANCO, R.; CUSTÓDIO, B.A.A. **Avaliação Estadual de Cultivares de Milho Safrinha**. 1a Ed. Londrina: IAPAR, 2011. 78p.

SILVA, L.S.P.; SILVA, B.I.P.; SOUSA, F.K.A.; GURGEL, M.K.; PEREIRA FILHO, A.I. Green ear yield and grain yield of maize after harvest of the first ear as baby corn. **Horticultura Brasileira**, v.24, p.151-156, 2006.

STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H. **Principles and procedures of statistics: a biometrical approach**. New York: McGraw-Hill, 1960, 633p.

STEWART, D.W.; DWYER, L.M.; CARRIGAN, L.L. Phenological Temperature Response of Maize. **Agronomy Journal**, v.90, p. 73-79, 1998.

THAKUR, D.R., PRAKASH, O.M., KHARWARA, P.C.E., BHALA, S.K. Effect of nitrogen and plant spacing on yield, nitrogen uptake and economics in baby corn (*Zea mays* L.). **Indian Journal of Agronomy**, v.43, n.4, p.668-71, 1998.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.M.; MURPHY, A. **Fisiologia vegetal**. 6. ed. Porto Alegre, RS: Artmet, 2017, 858p.

TARGANSKI, H.; TSUTSUMI, C.Y. Efeito de cultivar e do despendoamento na produção de minimilho. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)**, v.7, n.4, p.50-60, 2017.

TOLLENAAR, M. Response of dry matter accumulation in maize to temperature. I. Dry matter partitioning. **Crop Science**, v.29, n.5, p.1239-1246, 1989.

VON PINHO, R.G. ALTUNA, J.G.G.; VON PINHO, E.V.R.; SOUZA, L.O.V. Efeito de métodos de adubação e épocas de semeadura em características agronômicas de cultivares de milho cultivadas na “safrinha”. **Ciência e Agrotecnologia**. v.26, n.4, p.719-730, 2002.

WALKLEY, A.; BLACK, I.A., 1934. An examination of a method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. **Soil Science**, v.37, n.1, p.29-38, 1934.