

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E DE TECNOLOGIA
MESTRADO EM AGRONOMIA

RAQUEL MÁRCIA MODENA WUTZKI

**DENSIDADE DE PLANTAS, COMPONENTES DO RENDIMENTO E QUALIDADE
DE SEMENTES DE VARIEDADES CRIOULAS E COMERCIAIS DE MILHO**

PONTA GROSSA,
2014

RAQUEL MÁRCIA MODENA WUTZKI

Densidade de plantas, componentes do rendimento e qualidade de sementes de variedades crioulas e comerciais de milho

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Ponta Grossa para obtenção do título de Mestre em Agronomia;
Área de concentração: Agricultura; Linha de Pesquisa: Fisiologia, Melhoramento e Manejo de Culturas

Orientadora: Prof^a Dr^a Ana Dionisia L. C. Novembre
Co-orientador: Prof. Dr Pedro Henrique Weirich Neto

Ponta Grossa,
2014

Ficha Catalográfica
Elaborada pelo Setor de Tratamento da Informação BICEN/UEPG

W973 Wutzki, Raquel Márcia Modena
Densidade de plantas, componentes do
rendimento e qualidade de sementes de
variedades crioulas e comerciais de milho/
Raquel Márcia Modena Wutzki. Ponta Grossa,
2014.
55f.

Dissertação (Mestrado em Agronomia -
Área de Concentração: Agricultura),
Universidade Estadual de Ponta Grossa.
Orientadora: Profª Drª Ana Dionisia L.
C. Novembre.
Coorientador: Prof. Dr. Pedro Henrique
Weirich Neto.

1.Zea mays L.. 2.População de plantas.
3.Parâmetros fisiológico e sanitário das
sementes. 4.Agricultura familiar.
I.Novembre, Ana Dionisia L. C.. II.
Weirich Neto, Pedro Henrique. III.
Universidade Estadual de Ponta Grossa.
Mestrado em Agronomia. IV. T.

CDD: 633.15



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título da Dissertação: **“Densidade de plantas, componentes do rendimento e qualidade de sementes de variedades crioulas e comerciais de milho”.**

Nome: Raquel Márcia Modena Wutzki

Orientadora: Ana Dionísia da Luz Coelho Novembre

Aprovado pela Comissão Examinadora:

Profª. Dra. Ana Dionísia da Luz Coelho Novembre

Prof. Dr. Paulo Yoshio Kageyama

Dr. Osmar Paulo Beckert

Data da Realização: 14 de fevereiro de 2014.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida e sua presença constante.

A Prof^ª Dr^ª Ana Dionisia da Luz Coelho Novembre, por aceitar o desafio de me orientar, mesmo de longe, agradeço o apoio, a paciência e os conhecimentos repassados.

Ao Prof. Dr. Pedro Henrique Weirich Neto, por estar sempre ao lado dos seus alunos, incentivando e apoiando todos a crescer, acreditando nas pessoas. Obrigada pela orientação, amizade, conselhos e incentivo!!

Ao meu querido esposo Rafael, pelo amor, companheirismo, amizade, paciência, durante todos estes anos caminhando juntos.

Aos meus pais, Celestino e Carmen, por todos os incentivos e pela incansável confiança. Amo vocês!!

A todos integrantes do Laboratório de Mecanização Agrícola, pela grande ajuda, amizade e pelo trabalho desafiador de todos os dias! A minha admiração.

Ao Prof. Dr. Carlos Hugo Rocha, por acreditar que sempre dará certo!

Ao Joelcio Eurich, que acreditou e me convidou para trabalhar no projeto do milho crioulo, companheiro de muitos desafios.

A minha amiga Nátili Maidl de Souza, que eu admiro e agradeço pelo incentivo, pelas longas conversas e por não desistir nunca, por mais difícil que seja a batalha.

Ao Assentamento Guanabara, por todo auxílio e esperança no milho crioulo.

Ao Ministério do Desenvolvimento Agrário – MDA e ao Programa Universidade Sem Fronteiras pelo apoio financeiro para a realização destes trabalhos de ATER.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de estudos de pós-graduação.

Aos integrantes da banca examinadora, Prof. Dr. Paulo Kageyama, Prof. Dr. Osmar Paulo Beckert, Prof. Dr. Luiz Claudio Garcia pela disposição e contribuições para este trabalho.

A todos os professores e colegas do mestrado por todo o conhecimento compartilhado.

A Nilcéia Alves de Lara, secretária do Mestrado em Agronomia por todo auxílio e alegria em ajudar.

A todos os funcionários da UEPG, pela amizade, simpatia e prontidão.

E a todos aqueles que direta ou indiretamente colaboraram para a conclusão deste trabalho.

RESUMO

Considerando a tendência atual do aumento da densidade de plantas para o cultivo do milho e a restrição de informação sobre essa variável em variedades utilizadas pelo agricultor familiar, nessa pesquisa foram avaliadas variações da densidade das plantas de milho e a qualidade das sementes. O experimento foi conduzido em Imbaú, PR, zona de transição climática Cfa/Cfb, na safra 2011/12, utilizando as variedades crioulas de milho: Nutricional, Caiano, MPA e Composto e as variedades comerciais: BRS Sol da Manhã® e BRS Missões®, nas densidades de 30, 40, 50, 60 e 70 mil plantas ha⁻¹. Para as avaliações foram determinados o diâmetro do colmo das plantas, a altura de inserção da espiga, os números de fileira por espiga, de sementes por fileira e de sementes por espiga, a massa de mil sementes e o rendimento, além da germinação, do vigor e da sanidade das sementes. Houve interação entre as variedades de milho para a massa de mil sementes, a germinação, o vigor e a sanidade das sementes. Para a maioria das variedades, as populações de 30 e 40 mil plantas favoreceram o aumento do diâmetro do colmo, dos componentes de rendimento e da germinação das sementes e reduziram as incidências de *Penicillium* spp e *Fusarium* spp. Para todas as variedades, com o aumento da densidade a partir de 50 mil plantas ha⁻¹, houve a redução do diâmetro do colmo e o aumento da taxa de acamamento de plantas, com consequente aumento da incidência de doenças e redução da germinação das sementes. Nas variedades Caiano e Composto, a redução da germinação das sementes pode estar relacionada à incidência de *Fusarium* spp. É possível concluir que o aumento da densidade das plantas de milho causa redução dos componentes de rendimento, do rendimento e da qualidade das sementes, para a maioria das variedades avaliadas, especialmente para densidades superiores a 30 mil plantas ha⁻¹. Em termos fisiológicos o ideal é a utilização de 30 mil plantas ha⁻¹ para a variedade crioula Composto e a variedade comercial BRS Missões®, de 40 mil plantas ha⁻¹ para as variedades crioulas Caiano e Nutricional e de 50 mil plantas ha⁻¹ para a variedade crioula MPA e para a variedade comercial BRS Sol da Manhã®. Populações de 30 mil até 50 mil plantas ha⁻¹ apresentam as menores incidências de *Penicillium* spp e *Fusarium* spp para todas as variedades.

PALAVRAS -CHAVE: *Zea mays* L., população de plantas, parâmetros fisiológico e sanitário das sementes, agricultura familiar.

ABSTRACT

Considering the actual tendency of increasing plant densities in corn crops and the lack of information about this issue on varieties used by smallholder farmers, in this research was assessed variations in plant density of corn and seed quality. The experiment was located in Imbaú, PR, transition climate zone Cfa/Cfb, on crop season 2011/2012, using the landrace varieties Nutricional, Caiano, MPA and Composto and the commercial varieties BRS Sol da manhã[®] and BRS Missões[®], on plant densities of 30, 40, 50, 60 and 70 thousand plants ha⁻¹. Stem diameter of plants, ear height of corn, number of seed lines per ear, number of seeds in lines of the ear, number of seeds per ear, mass of a thousand grains and yield were determined in the assessments, besides seed germination, vigor and seed quality. There was interaction between varieties and cultivars for mass of a thousand seeds, seed germination and vigor and seed quality. For most of varieties, plant densities of 30 and 40 thousand plants favored increasing of stem diameter, yield components and seed germination and decreased incidence of *Penicillium* spp e *Fusarium* spp. With the increasing of plant densities starting at 50 thousand plants ha⁻¹, for all varieties, there were decreasing on stem diameter and increasing of lodging plants rate, with consequent increasing of incidence of diseases and decreasing of seed germination. On Caiano and Composto varieties, decreasing of seed germination may be related to the incidence of *Fusarium* spp. It is possible to conclude that increasing corn's plant density causes decreasing of yield components, yield and seed quality for most of varieties and cultivars assessed, especially to plant densities of more than 30 thousand plants ha⁻¹. For physiological parameter, the ideal is the utilization of 30 thousand plants ha⁻¹ for variety Composto and cultivar BRS Missões[®], 40 thousand plants ha⁻¹ for varieties Caiano and Nutricional and 50 thousand plants ha⁻¹ for variety MPA and cultivar BRS Sol da Manhã[®]. Plant densities of 30 thousand to 50 thousand plants ha⁻¹ present less incidence of *Penicillium* spp e *Fusarium* spp in all varieties and cultivars.

KEY-WORDS: *Zea mays* L., stand, seed quality control, small holder farmers

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Dados da estação meteorológica em Telêmaco Borba – PR, a fim de caracterizar fases críticas do ciclo do milho no experimento em Imbaú, na safra 2010-2011(Fonte: IAPAR).....	27
Figura 2 - Número de fileiras por espigas em função da densidade de plantas em seis variedades de milho, cultivadas em Imbaú, PR, na safra 2010/2011.....	29
Figura 3 - (a) Número médio de sementes por fileira e, (b) número de sementes por espiga em função da densidade de plantas em seis variedades de plantas de milho, cultivadas em Imbaú, PR, safra 2010/2011.....	30
Figura 4 - Massa de mil sementes em função das densidades de plantas em seis variedades de milho, cultivadas em Imbaú, PR, safra 2010/2011.....	33
Figura 5 - (a) Diâmetro do colmo e, (b) Altura de inserção da espiga em função de cinco densidades de plantas em seis variedades de milho, cultivadas em Imbaú, PR, safra 2010/2011.....	34
Figura 6 - Rendimento médio em função da densidade de plantas em seis variedades de milho, cultivadas em Imbaú, PR, safra 2010/2011.....	36
Figura 7 - Incidência de <i>Aspergillus</i> spp em função da densidade de plantas em seis variedades de milho cultivadas em Imbaú, PR, safra 2010/2011.....	39
Figura 8 - Incidência de <i>Penicillium</i> spp em função da densidade de plantas em seis variedades de milho cultivadas em Imbaú, PR, safra 2010/2011.....	40
Figura 9 - Incidência de <i>Fusarium</i> spp em função da densidade de plantas em seis variedades de plantas de milho cultivadas em Imbaú, PR, safra 2010/2011.....	41
Figura 10 - Resultados da avaliação de germinação das sementes de milho (%), em função das densidades de plantas de seis variedades de milho, cultivadas em Imbaú, PR, safra 2010/2011.....	42
Figura 11 - Emergência das plântulas de milho, originadas de sementes avaliadas após o teste de frio, de seis variedades e cinco densidade de plantas, cultivadas em Imbaú, PR, safra 2010/2011.....	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Caracterização das variedades de milho utilizados no experimento em Imbaú, PR na Safra 2010/11.....	23
Tabela 2 - Características químicas do solo na área experimental (0-20 cm), Imbaú, PR, setembro de 2010.....	27
Tabela 3 - Análise de variância: número de fileiras por espiga (NFE), número de semente por fileira (NSF), número de semente por espiga (SE), massa de mil sementes (MMS), rendimento de grãos (R), Diâmetro do colmo (DC), altura de inserção da espiga (AIE) e coeficiente de variação (CV) em seis variedades e cinco densidades de plantas de milho cultivadas em Imbaú, PR, na safra 2010/2011.....	28
Tabela 4 - Número médio de fileiras por espigas em seis variedades e cinco densidades de plantas de milho, cultivadas em Imbaú, PR, na safra 2010/2011.....	29
Tabela 5 - Número médio de sementes por fileira, em seis variedades e cinco densidades de plantas de milho cultivadas em Imbaú, PR, safra 2010/2011.....	31
Tabela 6 - Número médio de sementes por espigas, em seis variedades e cinco densidades de plantas de milho cultivadas em Imbaú, PR, safra 2010/2011.....	31
Tabela 7 - Número médio da massa de mil sementes em seis variedades e cinco densidades de plantas de milho cultivadas em Imbaú, PR, safra 2010/2011.....	33
Tabela 8 - Resultados da avaliação do diâmetro do colmo e da altura de inserção da espiga em plantas de milho com seis variedades e cinco densidades de plantas, cultivadas em Imbaú, PR, na safra 2010/2011.....	34
Tabela 9 - Resultados da avaliação da altura de inserção da espiga em plantas de milho com seis variedades e cinco densidades de plantas, cultivadas em Imbaú, PR, na safra 2010/2011.....	35
Tabela 10 - Rendimento médio em cinco densidades de plantas e em seis variedades de milho, cultivadas em Imbaú, PR, safra 2010/2011.....	36
Tabela 11 - Análise de variância da incidência dos fungos <i>Aspergillus</i> spp, <i>Penicillium</i> spp, e <i>Fusarium</i> spp, germinação, vigor e coeficiente de variação (CV), em seis variedades e cinco densidades de plantas de milho cultivadas em Imbaú - PR, na safra 2010/2011.....	38
Tabela 12 - Resultados da avaliação de germinação (%) de sementes de milho, em função das densidades de plantas de seis variedades, cultivadas em Imbaú, PR, safra 2010/2011.....	43

Tabela 13 - Emergência das plântulas de milho, originadas de sementes avaliadas após o teste de frio, de seis variedades e cinco densidades de plantas, cultivadas em Imbaú, PR, safra 2010/2011.....	45
---	----

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. OBJETIVOS	11
2.1 OBJETIVO GERAL.....	11
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	12
3.1 A CULTURA DO MILHO	12
3.2 SEMENTES DE VARIEDADES CRIOULAS DE MILHO	13
3.3. PRODUÇÃO DE SEMENTES DE MILHO PELO AGRICULTOR FAMILIAR.....	14
3.3. DENSIDADE DE PLANTAS DE MILHO	15
3.4. QUALIDADE DE SEMENTES.....	18
4. MATERIAL E MÉTODOS	22
4.1. PARÂMETROS FÍSICOS DA PLANTA, DA ESPIGA E DA SEMENTE	23
4.2. PARÂMETROS FISIOLÓGICOS	24
4.3. PARÂMETRO SANITÁRIO	25
4.4. PROCEDIMENTOS ESTATÍSTICOS	25
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
5.1. CARACTERIZAÇÕES DAS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS.....	26
5.2. COMPONENTES DE RENDIMENTO	28
5.3. PARÂMETROS SANITÁRIO E FISIOLÓGICOS	38
5.3.1.1. <i>Aspergillus</i> spp	39
5.3.1.2. <i>Penicillium</i> spp	39
5.3.1.3. <i>Fusarium</i> spp	41
5.3.2.1. Germinação.....	42
5.3.2.2 Vigor	44
6. CONCLUSÕES.....	46
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47

1. INTRODUÇÃO

O milho representa um dos principais e tradicionais cereais cultivados em todo o Brasil, ocupando de maneira crescente posições significativas quanto ao seu valor para a produção agropecuária.

Até a década de 70, todas as unidades de produção agrícola tinham autonomia para produzir as próprias sementes de milho, garantindo a semente para novos cultivos deste vegetal. No entanto, a partir deste período, no setor de produção de sementes, as variedades foram substituídas por cultivares híbridas com potencial produtivo superior, mas dependente de insumos externos e de tecnologias intensivas.

Assim, estudos sobre a produção de sementes de variedades de milho podem gerar alternativas para a agricultura familiar, assentados da reforma agrária e comunidades indígenas que têm a possibilidade de cultivar a planta de milho utilizando a própria semente. Essas informações favorecem a manutenção do germoplasma local e a utilização de variedades adaptadas a esses ambientes, o que, dentre outros fatores, consiste na garantia relativa da manutenção desse tipo de atividade agrícola. Além disso, há estímulo para preservação dessas comunidades na área rural.

A utilização de sementes com qualidade superior é preponderante para o estabelecimento das áreas de cultivo, possibilitando mais rendimento e, no caso da agricultura familiar, é essencial, pois originarão as sementes que serão mantidas para serem utilizadas no próximo cultivo.

Porém, há limitação de informações para a produção de sementes de variedades de milho, principalmente sobre a relação existente entre a qualidade das sementes e os fatores relacionados à produção como, por exemplo, a densidade de plantas

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar densidades das plantas de variedades de milho e as relações com a qualidade das sementes.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Estudar a relação entre as densidades das plantas de variedades de milho e os componentes de rendimento da planta.

Estudar a relação entre as densidades de plantas de variedades de milho e os parâmetros fisiológico e sanitário das sementes.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 A CULTURA DO MILHO

O milho (*Zea mays* L.) é o segundo cereal mais cultivado e produzido no mundo (Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO-UN, 2011), isto se deve à sua capacidade de adaptação e ao seu valor nutricional. Possui importância econômica e social, devido ao elevado valor energético apresentado em forma de amido nos grãos, sendo destinado para alimentação animal, humana e para a indústria de alta tecnologia (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Embrapa, 2011).

A demanda deste cereal é principalmente em função do consumo de ração de aves e suínos (Companhia Nacional de Abastecimento, Conab, 2012). A alimentação humana tem participação restrita no consumo do total produzido, contudo é importante em regiões de baixa renda, como no Nordeste brasileiro, onde o milho é fonte de energia para pessoas que vivem no semiárido (Embrapa, 2011).

Segundo os dados da Conab (2012) e da Associação Brasileira de Sementes e Mudas – ABRASEM (2012), no Brasil houve aumento da produção de sementes e, conseqüentemente, na de grãos, bem como no consumo de milho nos últimos cinco anos. Na safra 2012/2013 esse cereal foi o segundo mais cultivado no Brasil, com área de 14,2 milhões de hectares e produção de 71 milhões de toneladas. O Paraná é o principal Estado produtor, compreendendo 23,2 % da produção nacional (Secretaria da Agricultura e do Abastecimento, Departamento de Economia Rural, SEAB, DERAL, 2013).

A importância do milho está relacionada ao aspecto social, pois grande parte dos produtores é de base familiar, que tem limitação de renda e que dependem dessa produção para sua sobrevivência. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2006), 84 % das propriedades agrícolas brasileiras são familiares, das quais 54% produzem milho e o utilizam na própria propriedade, representando 24 % do território rural e que geraram 38 % do Valor Bruto da Produção (VBP).

Portanto, é possível afirmar que há uma dualidade na produção de milho no Brasil, com uma parcela de produtores de base familiar, com menos interferência no comércio e produtividade inferior, e outra parcela restrita, de produtores do agronegócio, que geram esse produto para a comercialização, com alta produtividade, mais capital e mais tecnologia para a sua produção (IBGE, 2006).

Este cenário tornou-se evidente a partir do final da Segunda Guerra Mundial, com o crescimento da população mundial e consequente aumento da demanda por alimentos, o que promoveu o crescimento acelerado de conglomerados industriais na área química e de alimentos (MÜLLER, 2009).

Nesse contexto, surgiu a “Revolução Verde”, cujo objetivo principal foi aumentar a produção de cereais, fundamentada no plantio de variedades melhoradas geneticamente, uso de fertilizantes sintéticos, agrotóxicos e mecanização agrícola. Na década de 60, a introdução destas tecnologias mudou o panorama econômico e tecnológico da agricultura brasileira e promoveu significativo impacto social (HOFFMANN; KAGEYAMA, 1985; WEID; ALTIERI, 2002).

Em teoria, os pacotes tecnológicos da “Revolução Verde” facilitariam o trabalho dos pequenos agricultores e melhorariam a qualidade de vida dos camponeses. Segundo Kageyama (1985), os efeitos desta revolução foram contrários ao esperado, favorecendo aos grandes produtores e aumentando a desigualdade social, uma vez que apenas o grande produtor possui bens suficientes para serem usados como garantia do crédito, necessário para aquisição do pacote tecnológico. Mesmo com a criação de órgãos de pesquisa e extensão na década de 70, o agricultor familiar continuou à margem da modernização tecnológica.

3.2 SEMENTES DE VARIEDADES CRIOULAS DE MILHO

No Art. 2º, inciso XVI, da lei nº 10.771, as variedades locais, tradicionais ou crioulas são reconhecidas como sendo “variedade desenvolvida, adaptada ou produzida por agricultores familiares, assentados da reforma agrária ou indígenas, com características fenotípicas bem determinadas e reconhecidas pelas respectivas comunidades e que, a critério do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), considerados também os descritores socioculturais e ambientais, não se caracterizam como substancialmente semelhantes às cultivares comerciais” (BRASIL, 2003).

O melhoramento genético das variedades crioulas se dá por procedimentos manuais, onde essas variedades são cultivadas pelas comunidades tradicionais, e são distintas geográfica e ecologicamente e quanto à composição genética e adaptadas ao clima local (CAMPOS et al, 2006; OGLIARI; ALVES, 2007; TRINDADE, 2006;). Desta forma, essas variedades são resistentes e adaptadas ao cultivo em sistemas com baixo nível de investimento (ARAÚJO; NASS, 2002; SANDRI; TOFANELLI, 2008).

O resgate das sementes crioulas é uma alternativa viável para a agricultura familiar, favorecendo a autonomia para o cultivo de plantas pelo fato de dispensar parte da dependência por insumos externos a sua propriedade. Estas variedades crioulas, além da importância econômica-social, configuram-se como importantes para a conservação da variabilidade genética, sendo indispensáveis para estratégias de conservação da agrobiodiversidade, assim como para o melhoramento genético da espécie (CATÃO et al., 2010). É importante ressaltar a importância desta tecnologia na agricultura, o que não invalida a utilização de outras técnicas (MENEQUETTI; GIRARDI; REGINATTO, 2002).

O Sistema Nacional de Sementes e Mudanças (SNSM), instituído pela Lei 10.711, de 5 de agosto de 2003 (BRASIL, 2003) e regulamentado pelo Decreto nº 5.153, de 23 julho de 2004 (BRASIL, 2004), visa garantir a identidade e a qualidade do material de multiplicação e de reprodução vegetal produzido, comercializado e utilizado em todo o território nacional. Esse sistema é composto das seguintes atividades: Registro Nacional de Sementes e Mudanças (RENASEM); Registro Nacional de Cultivares (RNC); atividades de produção, certificação, análise e comercialização de sementes e mudas; fiscalização da produção, do beneficiamento, da amostragem, da análise, da certificação, da embalagem, do armazenamento, do transporte e da comercialização de sementes e mudas, bem como sua utilização. Entretanto, a lei não regulamenta o controle de qualidade de sementes do material crioulo, ao contrário de variedades e híbridos disponíveis para comercialização (CAMPOS et al., 2006). Assim, o responsável por manter a qualidade dessas sementes é o agricultor familiar.

Pela legislação vigente, as variedades crioulas são dispensadas de inscrição no Registro Nacional de Sementes e Mudanças (RENASEM) e Registro Nacional de Cultivares (RNC) para os agricultores familiares, os assentados de reformas agrárias e as comunidades indígenas que multiplicam sementes ou mudas para distribuição, troca ou comercialização entre si, além das organizações constituídas exclusivamente por agricultores familiares, assentados da reforma agrária e indígenas que multipliquem sementes ou mudas de variedade local, tradicional ou crioula, para distribuição aos seus associados (BRASIL, 2003).

3.3. PRODUÇÃO DE SEMENTES DE MILHO PELO AGRICULTOR FAMILIAR

Desde o início da agricultura, as mulheres produziam suas próprias sementes; a partir destas eram selecionadas diferentes variedades crioulas, que eram semeadas pelos próprios

agricultores, reduzindo assim o custo de produção e obtendo o domínio do processo de produção de sementes.

No Brasil, até a década de 60, as unidades de produção tinham autonomia para produzir as sementes que utilizavam para garantir a subsistência do agricultor, principalmente as das variedades de milho crioulas (HARLAN, 1975).

Variedades de milho crioulas introduzidas ao longo do tempo foram selecionadas pelos agricultores por meio da seleção massal, tornando-as adaptadas para as diferentes regiões (WAGATSUMA et al., 2007). Essas variedades possuem adaptações específicas ao tipo de ambiente em que foram selecionadas, com boas produtividades e com redução do custo de produção se comparada com híbridos de alta tecnologia quando submetidos à realidade da agricultura de base familiar, sendo potencialmente interessantes para garantir a viabilidade destas unidades rurais.

Para que a produção de sementes seja autossustentável para pequenos produtores, é necessário o direcionamento técnico, pelo qual as informações como a densidade de plantas a ser utilizada na semeadura e a aferição da qualidade das sementes, por meio dos parâmetros genético, físico, fisiológico e sanitário, são fundamentais.

3.3. DENSIDADE DE PLANTAS DE MILHO

A densidade de plantas é uma das práticas culturais que afeta a produtividade da planta de milho, podendo ser definida como o número de plantas por unidade de área (ALMEIDA et al., 2000). Comparativamente com as plantas de arroz, trigo e soja, a do milho apresenta desenvolvimento com baixa plasticidade, isso ocorre principalmente pela pequena capacidade de emissão de afilhos férteis da planta, da sua organização floral monóica e do período curto de florescimento (SANGOI, 2001). Dessa forma, essas plantas têm limitações de adaptação morfológica em relação às mudanças da densidade e do arranjo espacial (BALBINOT JÚNIOR; FLECK, 2004).

O arranjo espacial pode ser modificado por meio de alterações da densidade de plantas, do espaçamento entre linhas, da distribuição de plantas na linha, as quais proporcionam modificações na configuração do dossel da cultura, podendo alterar a interceptação da radiação solar (FANCELLI; DOURADO NETO, 2003). A alteração da distribuição das plantas pode variar em função do tipo de fertilidade do solo, da época de semeadura, da disponibilidade hídrica, luminosidade, dos genótipos e dos níveis de adubação adotados (PEREIRA FILHO; OLIVEIRA; CRUZ, 1998).

Para plantas de milho melhoradas geneticamente são comuns resultados que indicam o aumento de produtividade, decorrente do aumento da densidade das plantas. Contudo, pode haver redução significativa dos componentes de rendimento, como a massa de mil sementes, o número de sementes por espiga e o número de espigas por planta (KUNZ, 2005). Esta redução pode estar associada à esterilidade feminina devido à menor conversão da radiação solar com o aumento da competição entre plantas (SANGOI, 1996; CARVALHO, 2007), promovendo a redução no crescimento das gemas laterais e favorecendo o crescimento da planta. Assim, há defasagem no intervalo de tempo decorrido entre a diferenciação das inflorescências masculina e feminina, resultando na redução da polinização (RODRIGUES; GUADAGNIN; PORTO, 2009), consequentemente reduzindo o número de espigas por planta e o de sementes por espiga.

Além da competição por fotoassimilados entre os diferentes órgãos da planta, há a atuação de mecanismos hormonais relacionados ao desenvolvimento das espigas (SANGOI; SALVADOR, 1998), decorrente da densidade de plantas. O aumento da densidade favorece a proximidade das plantas, podendo causar redução da quantidade de radiação solar que atinge o ponto de crescimento da planta (GARDNER; PEARCE; MITCHELL, 1985).

A variação na quantidade ou na intensidade da radiação solar pode causar a oxidação e a inativação de parte das auxinas produzidas pelo meristema apical (SALISBURY; ROSS, 1992). Portanto, o aumento da densidade de plantas favorece a atividade das auxinas dentro da planta. Para o desenvolvimento do pendão a concentração de auxinas é superior à requerida para a formação das espigas (SANGOI et al., 1998), o aumento de densidade estimula a dominância apical de natureza hormonal do pendão sobre as espigas, suprimindo o desenvolvimento das gemas axilares e causando a esterilidade feminina (SANGOI; SALVADOR, 1997).

O incremento na densidade de plantas também pode reduzir o suprimento de nitrogênio (LEMCOFF; LOOMIS, 1994), fotoassimilados (JACOBS; PEARSON, 1991) e água (WESTGATE, 1994) para as espigas. Tais restrições atrasam os eventos ontogênicos vitais para o desenvolvimento da espiga, reduzindo o número de espiguetas femininas que apresentam flores férteis na fase de florescimento (KIRINY; OTEGUI, 2000) e retardando a exteriorização dos estigmas (SANGOI; SALVADOR, 1998).

O aumento da densidade de plantas interfere no número de sementes por espiga que pode ser reduzido pelo aborto de óvulos fertilizados no início da formação da semente (SANGOI, 2001; SANGOI, 2002), com limitações no suprimento de carbono e nitrogênio para as espigas (SETTER; FLANNINGAN; MELKONIAN, 2001). Normalmente a planta diferencia cerca de 500 a 750 óvulos fecundáveis por espiga, porém é comum a sobrevivência

de 400 a 500 sementes. Trabalho desenvolvido por Andrade (1995) evidenciou que a redução de 70 a 80% do número de grãos, promoveu apenas 30% de aumento de massa nos grãos remanescentes, demonstrando que o milho não tem a capacidade de compensar a perda de número de grãos pela estratégia de incremento de massa.

A redução da fertilização do óvulo é comum na extremidade da espiga até três semanas após o florescimento, que são os últimos a serem fertilizados, tendo, por conseguinte, redução da demanda dentro da espiga por carboidratos e compostos nitrogenados (TOLLENAAR, 1977).

Por outro lado, o ganho em rendimento com aumento da densidade de plantas poderá estar associado à precocidade do híbrido ou da variedade e ao aumento da eficiência da interceptação da radiação solar, com plantas que tenham menor número de folhas expandidas na antese, folhas eretas, menor área foliar e estatura final da planta reduzida (ALMEIDA et al., 2000). Tais características fazem com que a competição intraespecífica pelos recursos ambientais seja potencialmente menor. Com isto, para maximizar o rendimento destes genótipos, teoricamente, é necessário mais indivíduos por área (SANGOI, 2000).

Nesse sentido, Peixoto; Silva e Rezer (1997), trabalhando com híbridos de ciclo curto e porte baixo no estado do Rio Grande do Sul, identificaram aumento linear do rendimento de grãos quando a densidade de plantas aumentou de 30 até 90 mil plantas ha^{-1} . Essa resposta foi atribuída pelos autores à redução de 6,7% no número de espigas por planta quando aumentou a densidade de plantas. Por outro lado, trabalhando na mesma região com genótipos da década de 70, Silva (1972) identificou reduções de até 35% no número de espigas por planta, quando a densidade foi aumentada de 30 para 90 mil plantas ha^{-1} .

O potencial de resposta da planta de milho ao aumento da densidade pode ser maior no Planalto Catarinense e em toda a região dos Campos Gerais, que abrange também o Nordeste do Rio Grande do Sul e Sudoeste do Paraná (Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, FIBGE, 1986). Estas áreas situam-se em altitudes superiores a 900 m acima do nível do mar e há restrição do período de crescimento para culturas estivais. Na região dos Campos Gerais podem ser utilizadas densidades de até 80.000 plantas ha^{-1} , para minimizar a redução do crescimento inicial das plantas em função da redução da temperatura. Assim, para esta região, o aumento do rendimento de grãos pode ser conseguido através de um maior número de espigas por área, propiciado pelo uso de densidades mais elevadas de plantas (ALMEIDA et al., 2000).

Contudo, quando há o aumento da densidade ocorre também a competição entre plantas e, conseqüentemente, aumenta o acamamento e a quantidade de plantas quebradas, bem como o aumento da incidência de grãos ardidos (EMATER/FEPAGRO-RS, 1998). No caso das

variedades crioulas o acamamento e a quebra das plantas poderão interferir negativamente na qualidade das sementes, visto que, geralmente, as sementes são utilizadas para os cultivos subsequentes.

Portanto, para que haja benefícios da utilização do aumento da população de plantas, é importante utilizar variedades resistentes ao acamamento, desde que não ocorra déficit hídrico (ALMEIDA et al., 2000).

3.4. QUALIDADE DE SEMENTES

3.3.1. Parâmetro fisiológico das sementes de milho

O parâmetro fisiológico das sementes é determinado pela germinação e pelo vigor que representa o potencial que as sementes têm em gerar e estabelecer uma plântula de forma rápida e uniforme, com reflexos positivos no rendimento (POPINIGIS, 1985). Para obtenção de sementes de qualidade superior é importante considerar as condições de cultivo em campo, além da colheita, do transporte, do beneficiamento e do armazenamento. Neste sentido, pesquisas proporcionam o estabelecimento de métodos para avaliar a qualidade das sementes, a fim de que os resultados das análises expressem seu potencial, quando semeadas em campo (MAZURKIÉVICZ, 2011).

O teste de germinação é universalmente utilizado para avaliar a qualidade das sementes para a produção e o comércio. Os resultados dos testes de germinação são também utilizados para comparar a qualidade das sementes de lotes diferentes, além de estimar seu valor para a semeadura (ISTA, 1993). Desta forma, a germinação é um atributo obrigatório para a comercialização de sementes e 85% é o mínimo para as sementes de milho, conforme o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, MAPA/Brasil (2013).

Resultados de pesquisa indicaram que a emergência da plântula em campo é, na maioria das vezes, inferior à porcentagem de germinação das sementes em laboratório. Ávila; Braccini e Scapim (2007) ao avaliarem a qualidade das sementes de milho híbrido, de cinco lotes, verificaram que as sementes apresentaram maior porcentagem de germinação no teste de germinação realizado em laboratório em comparação aos resultados obtidos para emergência da plântula no campo. Este resultado indica que embora o teste de germinação seja imprescindível para a produção e o comércio de sementes, nem sempre está relacionado com a emergência das plântulas em campo.

Em função disso foram desenvolvidos testes para determinar o vigor das sementes. O início da utilização dos testes de vigor foi a partir do desenvolvimento do teste padrão de germinação (CARVALHO, 1994).

A *Association of Official Seed Analysts* – AOSA (1983) definiu o vigor de sementes como aquelas propriedades que determinam o potencial para a rápida, uniforme e normal emergência da plântula, sob ampla faixa de condições ambientais. Vigor é um conceito que descreve várias características da semente, tais como: taxa e uniformidade de germinação e de desenvolvimento da plântula; tolerância ao ambiente; tensões após a semeadura e retenção de desempenho após armazenamento (HRSTKOVÁ; CHLPUPEK; BEBAROVA, 2006).

Os resultados dos testes de vigor não são utilizados para estimar o número de plântulas que emergirão ou sobreviverão em campo; no entanto, muitos dos resultados oriundos desses testes podem correlacionar-se com a porcentagem de emergência da plântula em campo e com o potencial de armazenagem das sementes (GRABE, 1966).

Apesar de diversos estudos para a padronização dos testes de vigor, ainda existem dificuldades para a interpretação dos resultados, em função de que o vigor pode ser reflexo de várias características, tais como velocidade de germinação, uniformidade de emergência da plântula, resistência ao frio e à temperatura, excesso de água e substâncias tóxicas, entre outros (PERES, 2010).

Para sementes de milho o teste de frio é o mais utilizado, sendo classificado como um teste de resistência, no qual as sementes são mantidas por um período em temperatura de 10 °C e aquelas que resistem a esta condição adversa possuem potencial para germinar em condições variadas de umidade e temperatura do solo (CÍCERO; VIEIRA, 1994).

A utilização de sementes com qualidade e adaptadas às condições locais pode ser a razão do sucesso ou insucesso da lavoura (SANS; SANTANA, 2005). Embora a qualidade fisiológica da semente não reflita diretamente na produção final de grãos, pode ocorrer redução em rendimento de grãos quando a densidade de plantas é drasticamente reduzida (ANDREOLI; ANDRADE, 1998).

De qualquer forma, o uso de sementes com parâmetros fisiológicos diferenciados é uma das garantias de rendimento, pois assegura a velocidade do processo de germinação e a quantidade de sementes que germinam, influenciando diretamente o estande e o arranjo espacial das plantas (ELLIS, 1992).

3.3.1. Sanidade das sementes de milho

A redução da integridade física da planta e a incidência de doenças são duas limitações para o aumento da densidade da lavoura de milho (ARGENTA; SILVA; SANGOI, 2001). O aumento da altura da planta e da distância entre o ponto de inserção da espiga no colmo e o solo, o menor diâmetro e fragilidade do colmo em densidades altas favorecem o aumento da quantidade de plantas acamadas antes da colheita.

Desta forma, o aumento da densidade de plantas, aliado aos desequilíbrios nutricionais, contribui para o aumento da incidência das doenças da espiga e, conseqüentemente, das sementes (AGRIOS, 2004). As podridões das espigas que originam os grãos ardidos, caracterizados por sintomas de descoloração devidos à infecção por fungos, são as principais causas da redução da qualidade das sementes, especialmente na região Sul do Brasil, pois as condições climáticas são favoráveis ao desenvolvimento de doenças, ou seja umidade relativa alta e precipitação (ZAMBOLIM, 2005; CARVALHO, 2007).

As sementes de milho infectadas por fungos constituem importante fonte de inóculo, cujos patógenos podem causar podridões de sementes, morte das plântulas em pré e pós-emergência, além de podridões radiculares, favorecendo a formação de lavouras com densidade de plantas inadequada (PINTO, 1993).

Na produção das sementes de milho há a ação de fungos fitopatogênicos, que causam redução nutricional e interferem nas sementes. Dentre os quais, destacam-se os dos gêneros *Fusarium* spp, *Aspergillus* spp e *Penicillium* spp, que podem produzir metabólitos secundários tóxicos, que causam prejuízos econômicos e riscos à saúde humana e animal (MILLER, 1995).

Segundo Catão et al., (2013) e Lucca-Filho (1984), os fungos *Fusarium moniliforme*, *Diplodia maydis*, *Penicillium* spp. e *Aspergillus* spp. são os principais fungos em semente de milho, uma vez que podem contribuir para a redução da germinação das sementes. No entanto, resultados relatados por Pinto (2000) indicaram que *F. moniliforme*, *Penicillium* spp. e *Aspergillus* spp. não afetaram a germinação das sementes de milho.

Segundo Cicero e Silva (2003) os prejuízos à qualidade fisiológica de sementes de milho, causados por *Aspergillus* spp e *Fusarium moniliforme*, foram superiores aos causados por *Penicillium* sp em sementes inoculadas. Os dados de Christensen (1967) também evidenciaram a redução da germinação decorrente da incidência de *Aspergillus flavus*, inoculado nas sementes de milho.

A associação das sementes com fungos no campo, tais como *Fusarium* spp, ocorre com teores de água entre 35 % e 40 %, enquanto para os fungos considerados de armazenamento, tais como *Aspergillus* e *Penicillium*, teores de água de 13% nas sementes e temperaturas superiores a 26°C já possibilitam o desenvolvimento destes fungos (PINTO, 2005).

Durante o armazenamento, as reduções do teor de água da massa de sementes e da temperatura do ar são importantes para a manutenção dos parâmetros fisiológico e sanitário das sementes de milho. Em condições normais de armazenamento, a germinação e o vigor das sementes diminuem ao longo do tempo. Entretanto, em sementes procedentes de campo de produção, sem problemas fitossanitários e climáticos, a deterioração das sementes não tem sido associada à patogenicidade da microflora das sementes (PINTO, 2005).

Visando à produção de sementes com qualidade diferenciada, o produtor de sementes crioulas pode minimizar a presença de fungos através da utilização de práticas adequadas de semeadura, cultivo, coleta das espigas, secagem, beneficiamento, transporte e armazenamento destas sementes.

4. MATERIAL E MÉTODOS

As plantas de milho foram cultivadas em área comercial do assentamento Guanabara, no município de Imbaú, PR, na safra agrícola 2010/2011, coordenadas aproximadas X=519894 m e Y=7301315 m, projeção Universal Transversa de Mercator (UTM), Datum SAD 1969, zona 22J, e altitude de 810 m.

O clima da região está na zona de transição entre climas Cfa, caracterizado pela eventual ocorrência de geadas e chuvas concentradas nos meses de verão, e o clima Cfb, caracterizado por geadas frequentes e sem estação seca definida. O município apresenta temperatura média entre 19 e 21 °C, com precipitações bem distribuídas durante o ano, com média anual variando entre 1.200 e 1.400 mm e umidade relativa de ar variando entre 70 % e 75 % (CAVIGLIONE et al., 2012).

O solo predominante na região em estudo é o CAMBISSOLO HÁPLICO Tb distrófico com textura argilosa (EMBRAPA, 2006), oriundo do intemperismo do material de origem sedimentar da formação Itararé. Há assim baixa atividade da fração argila e baixa fertilidade natural fornecida pelo material de origem.

A sucessão de culturas utilizada na área, nos últimos três anos foi milho no verão e ervilhaca (*Vicia sativa* L.) no inverno. Antes da implantação dos experimentos foram coletadas amostras de solo da camada de 0 a 20 cm com auxílio de um trado holandês, integrando uma análise composta, a qual foi enviada para determinação de variáveis químicas em análise de rotina no Laboratório de Análises de Solo e Nutrição Vegetal, da Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Os tratamentos foram compostos por dois fatores, o primeiro fator correspondeu às cinco densidades de plantas e o segundo fator às variedades de milho. As densidades foram de 30.000 plantas ha⁻¹; 40.000 plantas ha⁻¹; 50.000 plantas ha⁻¹; 60.000 plantas ha⁻¹ e 70.000 plantas ha⁻¹ e o segundo fator foram quatro variedades crioulas: MPA, Nutricional, Caiano e Composto e duas variedades comerciais de milho: BRS Missões® e BRS Sol da Manhã®, cada tratamento foi constituído por quatro repetições, totalizando 120 parcelas (Tabela 1).

As sementes das variedades crioulas utilizadas foram produzidas no Assentamento Guanabara, em Imbaú, PR e as variedades comerciais BRS Missões® e BRS Sol da Manhã® foram obtidas da Embrapa em Ponta Grossa, PR.

Tabela 1. Caracterização das variedades de milho utilizadas no experimento em Imbaú, PR na Safra 2010/11

Variedade	Origem	Ciclo em dias	Cor das sementes
Caiano	Assentamento	180	Amarela
BRS Missões®	Embrapa	135	Amarela
BRS Sol da Manhã®	Embrapa	140	Amarela
MPA	Assentamento	150	Amarela
Nutricional	Assentamento	145	Amarela
Composto	Assentamento	150	Amarela

A parcela experimental foi constituída por cinco fileiras espaçadas de 0,90 m com 6,0 m de comprimento (totalizando 27,0 m²), sendo a parcela útil composta pelas três linhas centrais e 4 m de comprimento (10,8m²). A semeadura foi realizada em 15/10/2010, em covas abertas com auxílio de semeadora manual (matraca) com cinco centímetros de profundidade, com a distribuição manual de três sementes por cova. Para as populações de 30, 40, 50, 60 e 70 mil plantas por hectare as distâncias entre as sementes foram de 37,04 cm; 27,78 cm; 22,22 cm; 18,52 cm e 15,87 cm respectivamente. As distâncias foram marcadas em um cano de PVC para auxiliar a colocação das sementes. O desbaste foi executado 15 dias após a emergência das plântulas, mantendo em cada parcela o correspondente à densidade populacional estabelecida para cada tratamento. O manejo fitossanitário foi o mesmo adotado pelos agricultores do assentamento, sem aplicação de insumos químicos e fertilizantes minerais, sendo o controle de plantas daninhas realizado através de capina no dia 01/11/2010.

As sementes foram produzidas sem o controle da polinização, a fim de manter as práticas realizadas pelos produtores, que preservam a variabilidade e diversidade entre as variedades.

4.1. PARÂMETROS FÍSICOS DA PLANTA, DA ESPIGA E DA SEMENTE

As determinações foram realizadas em 10 plantas por parcela. O diâmetro do colmo foi determinado no primeiro entrenó, acima do colo da planta, utilizando um paquímetro. A altura de inserção de espiga foi determinada, no estágio fenológico R3 (grão leitoso), registrando a distância entre o solo e a inserção da espiga superior utilizando uma régua graduada.

Na colheita, realizada em 08/03/2011, foram avaliados os números de plantas acamadas e quebradas na área útil, considerando acamadas aquelas que apresentaram um ângulo de inclinação inferior a 45° em relação ao solo, e quebradas, aquelas que estavam com o colmo quebrado abaixo da espiga.

Após a colheita foram realizadas as avaliações dos componentes de rendimento, com a contagem do número de sementes em duas fileiras para cada espiga e do número de fileiras por espigas, sendo que essas avaliações foram realizadas em dez espigas colhidas da área útil de

cada parcela. Para tanto, foi feita a debulha mecânica das espigas, com a limpeza prévia do equipamento para cada amostra, as sementes foram peneiradas para retirada das impurezas, e, em seguida, determinado o conteúdo de água e a massa de mil sementes.

Para verificação do conteúdo de água das sementes, foi utilizado o método da estufa a $105\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$, por 24 horas, sendo utilizadas duas repetições para cada variedade.

A verificação da massa de mil sementes foi determinada utilizando oito repetições de 100 sementes da amostra e foram calculados a variância, o desvio padrão e o coeficiente de variação dos dados. O resultado da determinação foi calculado multiplicando por 10 a massa média obtida das oito repetições de 100 sementes (BRASIL, 2009).

O rendimento foi calculado considerando a massa da amostra, o valor foi ajustado com base na massa com 13% de água e extrapolado para kg ha^{-1} . Logo após, as sementes foram armazenadas em papel Kraft e mantidas em câmara fria entre $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $12\text{ }^{\circ}\text{C}$ de temperatura e 40 % a 50 % de umidade relativa do ar, para as análises de germinação e de vigor.

4.2. PARÂMETROS FISIOLÓGICOS

4.2.1. Teste de germinação

O teste de germinação foi conduzido com oito subamostras de 50 sementes para cada tratamento, colocadas para germinar entre três folhas de papel, hidratadas com água destilada na proporção de 2,5 vezes a massa do papel seco. Foram confeccionados rolos, sendo estes levados para um germinador do tipo “Mangelsdorf”, regulado para manter constante a temperatura de $25\text{ }^{\circ}\text{C} (\pm 2^{\circ}\text{C})$. As avaliações foram realizadas aos quatro (primeira contagem) e aos sete dias (contagem final), registrando a porcentagem de plântulas normais, segundo os critérios estabelecidos pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Os resultados foram expressos em porcentagem.

4.2.2. Vigor

Para a determinação do vigor, foi utilizado o teste de frio em oito repetições de 50 sementes para cada tratamento. Como substrato, foram utilizadas três folhas de papel, hidratadas com água destilada equivalente a 2,5 vezes o peso do papel seco e mantidas a $10\text{ }^{\circ}\text{C}$. Após a distribuição das sementes o papel foi enrolado e envolto por saco plástico, permanecendo nessa condição por um período de sete dias em uma câmara de germinação,

regulada à temperatura constante de 10 °C. Em seguida, os rolos foram levados para um germinador, tipo “Mangelsdorf”, regulado para manter constante a temperatura de 25° C, durante quatro dias para a avaliação (BARROS et al.,1999). Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais, considerando os critérios descritos para o teste de germinação.

4.3. PARÂMETRO SANITÁRIO

Foram incubadas 10 repetições de vinte sementes de milho em caixa plástica (11 x 11 x 3 cm) contendo como substrato duas folhas de papel de filtro esterilizadas e hidratadas com água destilada equivalente a 2,5 vezes o peso do papel seco e colocadas por 24 horas em câmara de incubação tipo BOD (regulada a temperatura de 20 ± 2 °C e fotoperíodo de 12 horas de luz e 12 horas de escuro e, em seguida, submetidas ao congelamento a -20°C por 24 horas. Findo esse período, as sementes retornaram à câmara de incubação por mais dez dias, conforme as Regras para Análises de Sementes (BRASIL, 2009). Após a incubação, as sementes foram examinadas utilizando microscópio estereoscópico para a identificação dos microrganismos. Os resultados foram expressos em porcentagem de incidência para cada microrganismo.

4.4. PROCEDIMENTOS ESTATÍSTICOS

As variáveis avaliadas: número de fileira por espiga, número de sementes por fileira, semente por espiga, massa de mil sementes, rendimento, parâmetros fisiológico e sanitário, foram analisadas de acordo com delineamento de bloco inteiramente aleatorizado. Primeiramente foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk e, em seguida, a análise de variância. Os efeitos significativos dos genótipos foram comparados por teste de média com Tukey a $p < 0,01$ e $p < 0,05$ de probabilidade e os efeitos significativos de população por análise de regressão. Para as análises foi utilizado o software Sisvar[®] (FERREIRA, 2000).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. CARACTERIZAÇÕES DAS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS

De acordo com os dados da estação meteorológica do Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), localizada em Telêmaco Borba, a 15 km do experimento, a precipitação foi satisfatória e distribuída durante os 145 dias de ciclo da cultura no experimento (semeadura em 15/10/2010 e colheita em 8/03/2011), totalizando 1.141,3 mm (Figura 1). A planta do milho necessita entre 4 a 6 mm por dia e no mínimo de 400 a 600 mm de precipitação durante o ciclo para expressar seu potencial produtivo (FANCELLI, 2000). O período compreendido entre as fases de emborrachamento (V18), pendoamento (VT) e de grãos leitosos (R3) é o mais sensível ao estresse hídrico, com potencial para redução do rendimento (MAGALHÃES et al., 2002). Portanto, como pode ser verificado na figura 1, não houve falta de água durante este período, com média de precipitação de 10 mm por dia sendo possível afirmar que a água não constituiu limitação para o desenvolvimento das plantas e a formação das sementes.

Assim como a precipitação, a temperatura considerada ótima depende também do estágio fenológico das plantas de milho. Dessa forma, as temperaturas inferiores a 12°C no início do desenvolvimento da planta (entre a 4ª e a 5ª folhas), associadas com baixa disponibilidade de nitrogênio (nível inferior a 25 kg ha⁻¹) contribuem para a redução do tamanho da raiz e do potencial de produção da planta (FANCELLI, 1997) e temperaturas superiores a 35°C durante o estágio fenológico VT (pendoamento) podem reduzir o rendimento (MAGALHÃES et al., 1999). De acordo com a figura 1, não foram observadas temperaturas inferiores a 12 °C nos estádios de diferenciação (V7 e V9) e superiores a 35°C no VT (pendoamento) com temperatura média de 17°C, favorável para o desenvolvimento das plantas de milho.

É possível observar na Tabela 2 que o solo é ácido, característico da região dos Campos Gerais, em função da falta de utilização de corretivos por parte dos agricultores desse assentamento.

Os teores dos cátions divalentes, no caso do Cálcio (Ca²⁺) e Magnésio (Mg²⁺), tinham níveis satisfatórios para a cultura do milho. Contudo, os valores referentes ao alumínio tóxico e à acidez potencial eram altos, com a saturação por alumínio em nível médio (ALVAREZ, 1995).

Tabela 2. Características químicas do solo na área experimental (0-20 cm), Imbaú, PR, setembro de 2010

pH ⁽¹⁾	H+Al	Al	Ca	Mg	K	CTC ⁽²⁾	P ⁽³⁾	V ⁽⁴⁾	m ⁽⁵⁾	Co ⁽⁶⁾
	----- cmolcdm ⁻³ -----						mg dm ⁻³	----- % -----		g dm ⁻³
4,8	6,21	0,2	5,9	1,3	0,51	13,92	1,4	55,4	2,5	23

⁽¹⁾ pH em solução de cloreto de cálcio 0,01 mol L⁻¹; ⁽²⁾ CTC: capacidade de troca catiônica; ⁽³⁾ P disponível; ⁽⁴⁾ V: saturação de bases; ⁽⁵⁾ m: saturação por alumínio; ⁽⁶⁾ Carbono orgânico

Deste modo, a correção do pH em uma primeira vista seria benéfica em termos de incremento dos valores de saturação por bases e de C.T.C, para a redução do alumínio Al³⁺ (RAIJ, 1988; CAIRES; JORIS; CHURKA, 2011) e também favorecendo acréscimos na produção de biomassa em SPD (JORIS et al., 2013). A partir dessa maior produção de biomassa e incrementos de corretivos de acidez, é possível incrementar os teores de carbono (BRIEDIS et al., 2012), os quais beneficiam diretamente a fertilidade dos solos tropicais (SÁ et al., 2009).

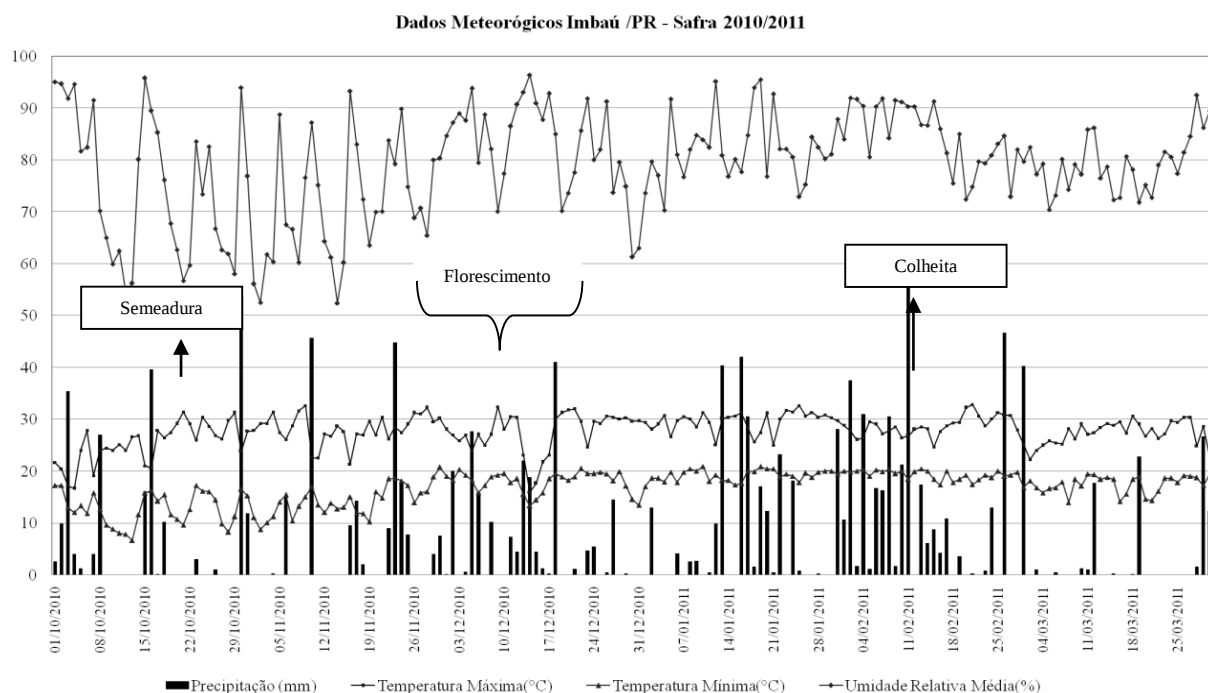


Figura 1. Dados da estação meteorológica em Telêmaco Borba – PR, a fim de caracterizar fases críticas do ciclo do milho no experimento em Imbaú, na safra 2010-2011 (Fonte: IAPAR)

O suprimento de nitrogênio para as plantas de milho neste experimento foi obtido pelo cultivo da ervilhaca (*Vicia villosa*), utilizada como adubo verde na safra de inverno anterior à instalação do experimento, sem a adição de fertilizantes na semeadura ou de cobertura. Segundo Barman; Ganeshamurthy e Takkar (1998) a ervilhaca apresenta na sua composição de 100 kg a 200 kg de nitrogênio ha⁻¹ com uma produção de matéria seca de 2.500 a 5.000 kg ha⁻¹, ao passo que Sullivan (2003) afirmou que a ervilhaca acumula em torno de 150 kg de N ha⁻¹ para

produção de matéria seca de 3.500 kg ha⁻¹. Essa quantidade de nitrogênio foi suficiente, uma vez que não foram observadas deficiência deste elemento nas plantas de milho.

5.2. COMPONENTES DE RENDIMENTO

Os resultados da análise de variância apresentaram efeitos significativos, $p < 0,05$ de probabilidade, das variedades e densidades de plantas sobre a variável: diâmetro do colmo, bem como das variedades sobre a altura de inserção da espiga (Tabela 3). A densidade de plantas influenciou o número de fileiras por espiga, número de sementes por fileira e o número de sementes por espiga e houve efeito da interação variedades e densidades em relação à massa de mil sementes, mas não houve interferência em relação ao rendimento (Tabela 3).

Tabela 3. Análise de variância: número de fileiras por espiga (NFE), número de sementes por fileira (NSF), número de sementes por espiga (SE), massa de mil sementes (MMS), rendimento de grãos (R), Diâmetro do colmo (DC), altura de inserção da espiga (AIE) e coeficiente de variação (CV) em seis variedades e cinco densidades de plantas de milho, cultivadas em Imbaú, PR, na safra 2010/2011

Fontes de Variação ¹	NFE	NSF	NSE	MMS (g)	R (Mg ha ⁻¹)	DC(mm)	AIE(cm)
Bloco	0,994	0,349	0,469	0,965	0,002	0,220	0,789
Variedades	0,690	0,063	0,650	0,001	0,341	0,001	0,001
Densidade	0,001	0,001	0,001	0,001	0,073	0,001	0,967
Variedades x Densidade	0,464	0,618	0,521	0,000	0,617	0,342	0,084
CV (%)	6,18	15,00	12,04	8,39	25,96	8,18	7,82

¹- Valores significativos pelo teste F a $p < 0,005$ e $p < 0,001$ de probabilidade

5.2.1. Número de fileiras por espiga

O aumento da densidade de plantas causou redução do número de fileiras por espiga (Figura 2 e Tabela 4). Esta redução foi significativa a partir de 60 mil plantas ha⁻¹. Não foram determinadas diferenças estatísticas significativas entre as variedades em relação ao número de fileiras por espiga.

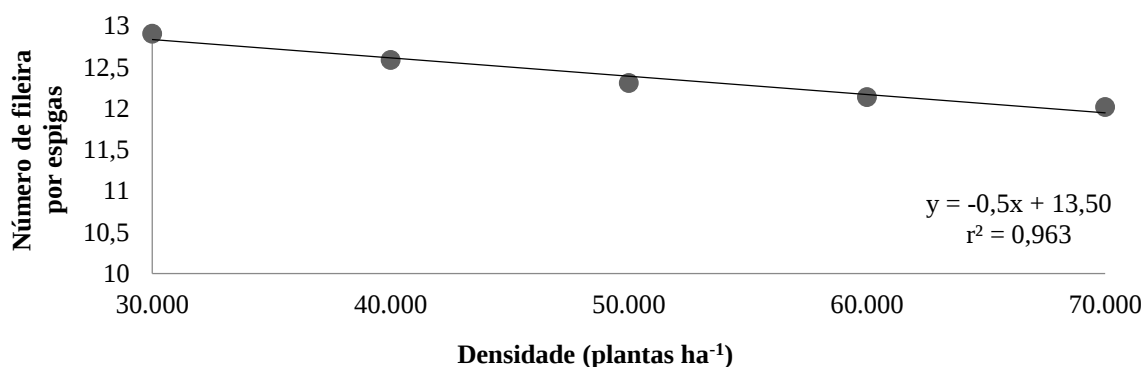


Figura 2. Número de fileiras por espiga em função da densidade de plantas em seis variedades de milho, cultivadas em Imbaú, PR, na safra 2010/2011

Tabela 4. Número médio de fileiras por espiga em seis variedades e cinco densidades de plantas de milho, cultivadas em Imbaú, PR, na safra 2010/2011

Variedade	Densidade (plantas ha ⁻¹)					Média
	30.000	40.000	50.000	60.000	70.000	
MPA	12,48	12,18	11,57	11,22	11,63	11,8 A
BRS Missões [®]	13,47	12,86	12,14	12,34	11,90	12,5 A
Composto	12,95	12,74	12,07	13,09	11,99	12,6 A
Nutricional	12,33	12,7	12,27	10,83	10,98	11,8 A
BRS Sol da Manhã [®]	13,53	12,16	13,12	12,02	11,81	12,5 A
Caiano	12,73	12,91	12,70	12,15	12,04	12,5 A
Média	12,9 a	12,6 ab	12,3 abc	11,9 bc	11,7 c	
CV (%)						6,17

¹Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a $p < 0,005$ de probabilidade

Em trabalho realizado por Fernandes et al. (2007), com a variedade de milho crioulo Pixurum roxo, os autores não verificaram diferença significativa para o número de fileiras por espiga para as densidades de 45, 55, 65, 75 e 85 mil plantas ha⁻¹. Estes resultados foram semelhantes aos observados por Marchão et al. (2005) que não constatarem diferenças no número de fileiras por espiga com o aumento da densidade em diversos híbridos de milho. Contudo, os resultados obtidos por Pinotti (2003), Furtado (2005) e Brachtvogel (2008), que avaliaram também híbridos de milho em diferentes densidades, determinaram que houve influência da densidade de plantas sobre o número de fileiras por espiga.

O período que define o número de sementes por fileira está relacionado à emissão da 7^a a 9^a folhas, avaliadas quando estiverem completamente expandidas, devido às transformações ocorridas na gema axilar no primórdio floral que originará a espiga (FANCELLI, 2000). O número de sementes por fileira ocorre poucos dias após a diferenciação do pendão, quando a planta de milho tem a 5^a e a 6^a folhas expandidas (RITCHIE; HANWAY, 1993).

Nesta etapa de diferenciação do primórdio floral a densidade excessiva das plantas pode reduzir a taxa e o crescimento das gemas laterais, aumentando a defasagem temporal entre a

diferenciação do pendão e da espiga (ÁVILA; BRACCINI; SCAPIM, 2007; SANGOI; SALVADOR, 1996). O aumento desse intervalo altera as taxas de transporte de fitormônios e carboidratos dentro da planta. Assim, espigas formadas tardiamente recebem menos quantidades dessas substâncias e têm menos possibilidade de tornarem-se funcionais e produzirem sementes, em decorrência da menor capacidade competitiva por fotoassimilados da espiga com as demais partes da planta (SANGOI, 2001).

5.2.2. Número de sementes por fileira e número de sementes por espiga

O aumento de densidade de plantas causou redução do número de sementes por fileira e do número de sementes por espiga, conforme representado pela regressão linear ($p < 0,05$), com coeficiente de determinação (r^2) de 0,98, indicando que a maioria da variação observada é explicada pela regressão linear ajustada (Figura 3).

Para o número de sementes por fileira e para o número de sementes por espiga, a densidade adequada foi 30 mil plantas ha^{-1} (Tabelas 5 e 6). Os resultados dos dois componentes foram superiores para a variedade Nutricional, que não diferiu das demais variedades, com exceção da BRS Sol da Manhã® que apresentou resultado estatisticamente inferior do número de sementes por fileira (Tabelas 5 e 6).

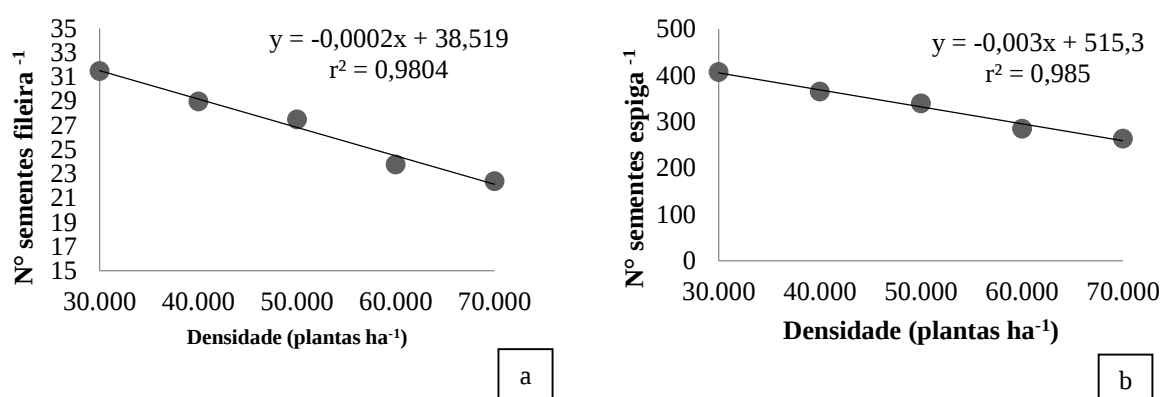


Figura 3. (a) Número médio de sementes por fileira. (b) número de sementes por espiga em função de seis variedades e cinco densidades de plantas de milho, cultivadas em Imbaú, PR, safra 2010/2011

Tabela 5. Número médio de sementes por fileira, em seis variedades e cinco densidades de plantas de milho cultivadas em Imbaú, PR, safra 2010/2011

Variedade	Densidade (plantas ha ⁻¹)					Média
	30.000	40.000	50.000	60.000	70.000	
MPA	31,34	31,70	27,95	22,08	23,77	27,4 AB
BRS Missões®	32,18	28,00	27,04	25,33	21,03	26,7 AB
Composto	31,16	27,45	24,64	26,74	23,09	26,7 AB
Nutricional	33,31	29,63	31,56	23,41	23,46	28,3 A
BRS Sol da Manhã®	29,53	25,97	25,70	21,65	21,00	24,8 B
Caiano	31,32	30,95	28,08	23,25	21,88	27,1 AB
Média	31,5 a	29,0 ab	27,5 b	23,75 c	22,4 c	
CV (%)						11

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a $p < 0,005$ de probabilidade

Tabela 6. Número médio de sementes por espiga, em seis variedades e cinco densidades de plantas de milho cultivadas em Imbaú, PR, safra 2010/2011

Variedade	Densidade (plantas ha ⁻¹)					Média
	30.000	40.000	50.000	60.000	70.000	
MPA	391,5	387,0	325,9	247,9	277,6	326 A
BRS Missões®	434,0	360,7	330,3	312,8	251,2	337 A
Composto	404,3	350,5	299,9	350,5	280,0	337 A
Nutricional	412,8	375,9	387,5	252,9	261,5	338 A
BRS Sol da Manhã®	400,1	316,2	338,2	264,1	247,5	313 A
Caiano	398,9	399,5	355,7	283,1	263,5	340 A
Média	406,9 a	364,9 ab	339,6 b	285,2 c	263,5 c	
CV (%)						15

¹ Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a $p < 0,005$ de probabilidade

Resultados semelhantes foram encontrados por Lima et al., (2012), que avaliaram dois híbridos de milho em três densidades de plantas (50, 55 e 60 mil plantas ha⁻¹), e que obtiveram maior número de sementes por fileira para a menor densidade.

A avaliação, por Demetrio et al. (2008), de dois híbridos de milho de ciclo semiprecoce em densidades de 30, 50, 70 e 90 mil plantas ha⁻¹, indicou que o incremento da densidade de plantas reduziu o número de sementes por espiga. Resultados semelhantes foram obtidos por Flesch e Vieira (2004) que analisaram híbridos de milho de ciclos tardio e precoce; em ambos os casos a densidade de 30 mil plantas ha⁻¹ foi a que apresentou as maiores médias do número de sementes por espigas, diferindo significativamente das densidades de 50, 70 e 90 mil plantas ha⁻¹.

Novamente, houve evidência de que o aumento do número de plantas por unidade de área favorece a competição intraespecífica por recursos do ambiente, prejudicando a manutenção das demais partes do vegetal (SANGOI et al., 2000). Dentre as quais, o número de

ovários e o número de óvulos contidos na espiga, bem como o tamanho da espiga, o número de sementes por fileira e o número de sementes por espiga (MAGALHÃES et al., 2002).

Em algumas variedades melhoradas de milho, visando à redução de ciclo, da altura e do número de folhas e das folhas com angulação ereta, houve incremento de resposta da planta ao aumento da densidade (DWYER; TOLLENAR; STEWART, 1991; RUSSEL, 1991).

Nessa pesquisa, essa relação não foi observada, provavelmente porque as variedades crioulas que foram utilizadas apresentam irregularidade no seu desenvolvimento, apresentando plantas, ciclo e área foliar maiores e, desta forma, essas variedades são menos eficientes para interceptação da radiação solar. Estes fatores associados à morfologia da planta podem estar relacionados também com a competição por água e nutrientes, prejudicando a quantidade de sementes por espiga.

5.2.3. Massa de mil sementes

Os resultados da análise estatística da massa de mil sementes (Figura 4) mostraram que houve interação entre os fatores ($p < 0,05$). Houve redução da massa de mil sementes em função do aumento da densidade de plantas, a partir da densidade de 50 mil plantas ha^{-1} para as variedades MPA, BRS Sol da Manhã® e Caiano (Tabela 7). As sementes da variedade MPA apresentaram massa de mil sementes superior às demais, com 317,5 gramas. Já, as sementes das variedades BRS Missões®, Composto e Nutricional, tiveram massas estatisticamente superiores na densidade de 30 mil plantas ha^{-1} .

Estes dados são similares aos encontrados por Kunz (2005), Carvalho (2007) e Kappes (2010), em que a massa de mil sementes foi influenciada pela interação entre os híbridos e as densidades de plantas e houve tendência da redução desse componente, de forma linear, com o aumento da densidade de plantas. Resultados semelhantes foram relatados também por Flesch e Vieira (2004) que, ao analisarem híbridos de milho, concluíram que a densidade de 30 mil plantas ha^{-1} foi a que favoreceu a massa de mil sementes e esses resultados diferiram estatisticamente das densidades de 50, 70 e 90 mil plantas ha^{-1} .

A redução da massa de mil sementes com o aumento da densidade de plantas pode ser resultado da interferência provocada pelo sombreamento, que pode causar deficiência na produção de fotoassimilados nas folhas, conforme afirmaram Bruns e Abbas (2005), que consideraram que a menor massa de sementes por espiga foi influenciada pelo aumento da densidade de plantas e consequente estresse induzido pela competição intraespecífica por água, nutrientes e luz.

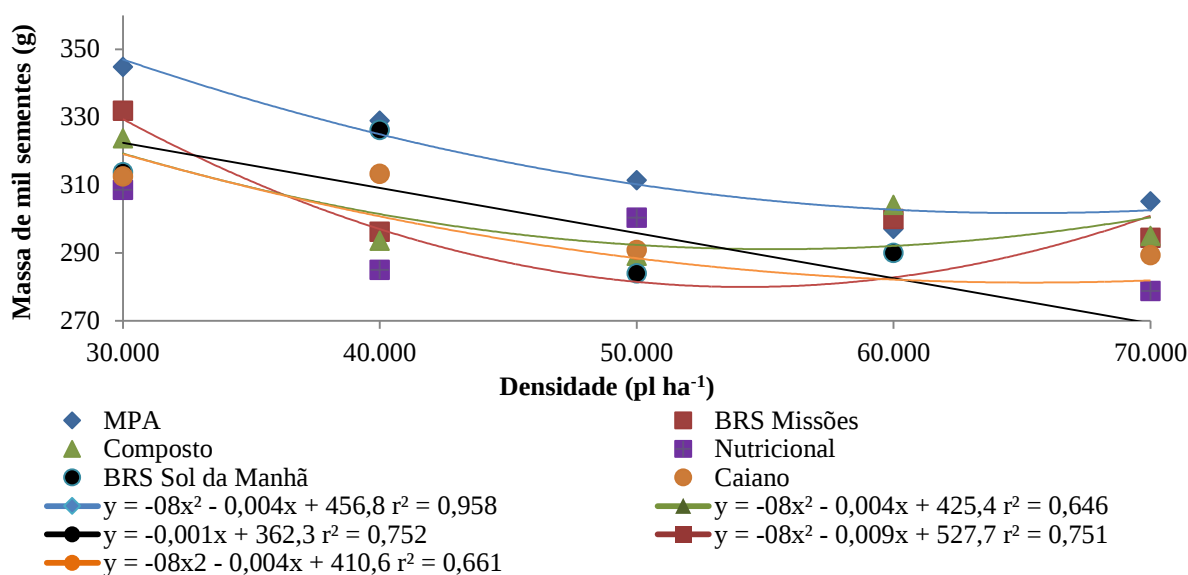


Figura 4. Massa de mil sementes (g) em função das densidades de plantas em seis variedades de milho cultivadas em Imbaú, PR, safra 2010/2011.

Tabela 7. Número médio da massa de mil sementes (g) em seis variedades e cinco densidades de plantas de milho, cultivadas em Imbaú, PR, safra 2010/2011

Variedades	Densidade (plantas ha ⁻¹)					Média
	30.000	40.000	50.000	60.000	70.000	
MPA	344,79 a A ¹	328,95 a AB	311,45 a BC	297,08 a C	305,20 a C	317,5
BRS Missões®	331,87 ab A	296,25 bc B	269,16 c C	300,00 a B	294,4 ab B	299,32
Composto	323,75 bc A	293,63 bc B	289,16 bc B	304,16 a B	295,00 ab B	300,83
Nutricional	308,54 c A	285,00 c BC	300,41 ab AB	256,25 b D	278,75 bc C	285,79
BRS Sol da Manhã®	311,36 bc A	326,25 a A	283,95 bc B	290,00 a B	263,33 c C	295,84
Caiano	312,50 bc A	313,29 ab A	290,83 b B	263,33 b C	289,37 ab B	294,49
Média	322,53	306,97	290,83	285,4	286,33	
CV (%)						8,15

¹Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, ao nível de p < 0,005 de probabilidade

A variação da massa de mil sementes deve ser considerada pois pode influenciar a qualidade das sementes bem como o rendimento final da cultura (TRAVERSO, 2001).

As sementes formadas na base da espiga são maiores e mais pesadas em relação às sementes formadas na extremidade da espiga (SHIEH; Mc DONALD, 1982) e têm mais reserva, o que pode promover aumento da velocidade de germinação (ARGENTA; SILVA; SANGOI, 2001). Contudo, em condições ideais, as sementes da extremidade da espiga, apesar de possuírem menos reserva, não apresentam diferenças significativas quanto à germinação quando comparadas as sementes da base da espiga, originando plantas com o mesmo potencial de produção (VASQUEZ et al., 2012; MODENA-WUTZKI et al., 2013).

5.2.4. Altura de inserção da espiga e diâmetro do colmo

Os resultados da análise estatística da altura da inserção da espiga e do diâmetro do colmo mostram que não houve interação entre os fatores (Figura 5). Houve redução do diâmetro do colmo em função do aumento da densidade de plantas a partir da densidade de 30 mil plantas ha^{-1} , contudo, o aumento da densidade não causou diferença significativa para os resultados da altura de inserção de espiga (Figura 5; Tabela 9). As variedades MPA, Nutricional e Composto apresentaram, estatisticamente, os maiores diâmetros de colmo e a maior altura de inserção de espiga, quando comparadas as variedades BRS Missões® e BRS Sol da Manhã® (Tabelas 8 e 9). A menor altura de inserção da espiga nas plantas das variedades BRS Missões® e BRS Sol da Manhã®, pode estar relacionada à menor altura das plantas, que é um dos objetivos do melhoramento genético, visando à adequação das plantas para a colheita mecânica.

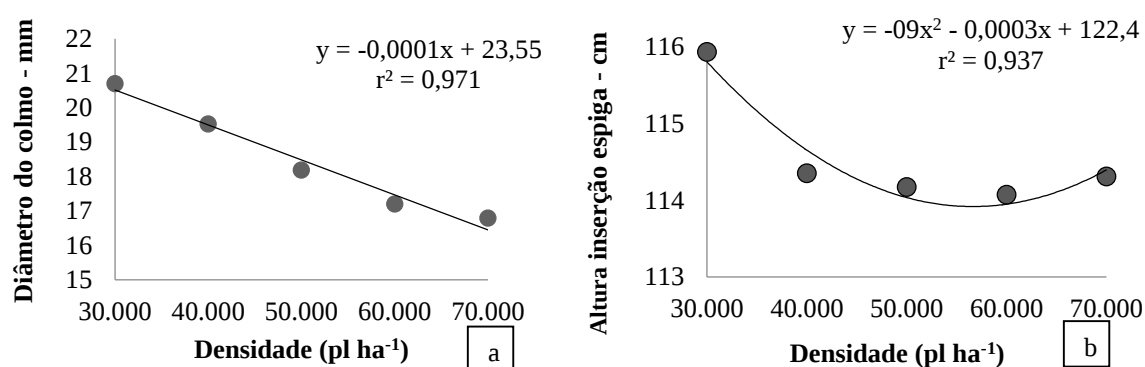


Figura 5. (a) Diâmetro do colmo (mm) e, (b) Altura de inserção da espiga (cm) em função de cinco densidades de plantas em seis variedades de milho cultivadas em Imbaú, PR, safra 2010/2011

Tabela 8. Resultados da avaliação do diâmetro do colmo (mm) em plantas de milho com seis variedades e cinco densidades de plantas, cultivadas em Imbaú, PR, na safra 2010/2011

Variedade	Densidade (plantas ha^{-1})					Média
	30.000	40.000	50.000	60.000	70.000	
MPA	24,89	20,28	17,5	16,45	17,45	19,5 A
BRS Missões®	19,38	18,38	16,5	16,5	15,44	17,2 B
Composto	22,11	20,61	17,72	19,27	17,72	19,4 A
Nutricional	20,45	20,22	19,61	18,11	18,11	18,9 A
BRS Sol da Manhã®	17,72	17,44	17,78	15,44	14,89	17,1 B
Caiano	19,94	20,11	19	15,78	16,55	18,7 AB
Média	20,7 a	19,5 ab	18,2 bc	17,2 c	16,8 c	
CV (%)						7,82

¹Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a $p < 0,005$ de probabilidade

Tabela 9. Resultados da avaliação da altura de inserção da espiga (cm) em plantas de milho com seis variedades e cinco densidades de plantas, cultivadas em Imbaú, PR, na safra 2010/2011

Variedades	Densidade (plantas ha ⁻¹)					Média
	30.000	40.000	50.000	60.000	70.000	
MPA	135,78	135,52	133,53	125,03	131,43	132 A
BRS Missões®	83,77	88,38	95,06	83,9	84,11	87 C
Composto	134,22	111,5	117,2	141,4	127,8	126 A
Nutricional	128,42	131,1	133,6	134,2	128,4	131 A
BRS Sol da Manhã®	98,44	93,94	87	98,39	93,33	94 C
Caiano	114,95	125,67	118,66	101,44	120,78	116 B
Média	115,9 a	114,4 a	114,2 a	114,1 a	114,3 a	
CV (%)						8,18

¹Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a $p < 0,005$ de probabilidade

Resultados obtidos por Porter et al. (1997), Sangoi (2001) e Dourado Neto et al. (2003) foram similares aos obtidos nessa pesquisa em relação à redução do diâmetro de colmo com o aumento da densidade das plantas de milho. Esses pesquisadores consideraram que os resultados podem ser atribuídos ao aumento da competição pela luz em condições de altas densidades de plantas, o que causa aumento da altura das plantas em detrimento do crescimento radial do colmo.

A densidade de plantas interfere na massa individual das plantas, causando decréscimo da matéria seca individual, especialmente do colmo, como resultado da competição pelos recursos do ambiente. Assim, com o aumento da população as plantas tendem a ficar suscetíveis ao quebramento e, ou, acamamento, havendo diferentes respostas entre genótipos (GROSS; PINHO; BRITO, 2006).

Nessa pesquisa foi verificado que o aumento da densidade das plantas favoreceu o acamamento; desta forma, para os agricultores que colhem a espiga manualmente e utilizam toda a planta para alimentar os animais o aumento na densidade de plantas a partir de 40 mil plantas por hectare não é recomendada; essa constatação é fundamental pois, nessas comunidades, eventualmente, as sementes excedentes são utilizadas como “grãos” para a alimentação humana e animal e se o acamamento favorece a ocorrência de microrganismos prejudicará também a qualidade desse produto para a alimentação.

5.2.5. Rendimento

Não foram observadas diferenças significativas entre as variedades e as densidades das plantas. Contudo, em termos absoluto, com o aumento da densidade de plantas ha⁻¹ houve redução do rendimento (Figura 6, Tabela 10). Meneguetti; Girardi e Reginatto (2002), em

estudo realizado com milho crioulo no Município de Vanini, no Estado do Rio Grande do Sul, obtiveram 3.642 kg ha⁻¹ como rendimento médio de 32 variedades, dentre as quais, a variedade Caiano apresentou rendimento de 5.144 kg ha⁻¹ e a variedade BRS Sol da Manhã® 4.114 kg ha⁻¹. Estes resultados foram inferiores aos observados nessa pesquisa, uma vez que o rendimento médio para as seis variedades foi de 5.804 kg ha⁻¹, sendo que a variedade Caiano apresentou rendimento médio de 5.659 kg ha⁻¹, e a variedade BRS Sol da Manhã® 5.945 kg ha⁻¹.

Em um experimento com variedades de milho, Araújo e Nass (2002) obtiveram rendimento médio de 7.004 kg ha⁻¹ no município de Ponta Grossa, PR; 5.532 kg ha⁻¹ no município de Londrina, PR, e em Anhembi, SP, o rendimento foi de 3.292 kg ha⁻¹, devido às condições edafoclimáticas desfavoráveis e à incidência de doenças. Esses resultados reafirmam os obtidos nessa pesquisa, pois Londrina e Imbaú possuem a mesma classificação climática segundo Koeppen, definida como Cfa, com temperaturas médias superiores a 22°C. Condições essas que são desfavoráveis para o cultivo do milho, quando comparadas às da região de Ponta Grossa que, segundo a mesma classificação, tem temperatura média, do mês mais quente, inferior a 22°C.

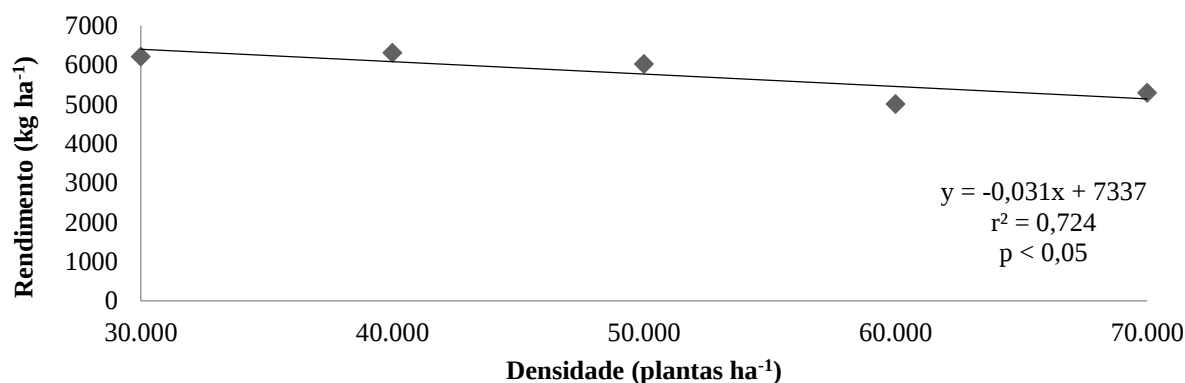


Figura 6. Rendimento médio (kg ha⁻¹) em função da densidade de plantas em seis variedades de milho, cultivadas em Imbaú, PR, safra 2010/2011

Tabela 10. Rendimento médio (kg ha⁻¹) em cinco densidades de plantas e em seis variedades de milho, cultivadas em Imbaú, PR, safra 2010/2011

Variedades	Densidade (plantas ha ⁻¹)					Média
	30.000	40.000	50.000	60.000	70.000	
MPA	5431	7298	6611	4246	5002	5491 A ¹
BRS Missões®	7390	6372	7262	5618	5875	6504 A
Composto	5760	4748	5060	5562	5566	5339 A
Nutricional	6261	5795	7430	5352	4614	5891 A
BRS Sol da Manhã®	5964	6822	6463	5403	5074	5945 A
Caiano	6438	6786	5652	3831	5584	5659 A
Média	6207 a	6303 a	6224 a	5002 a	5286 a	
CV (%)						25,96

¹ Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a $p < 0,005$ de probabilidade.

Câmara (2005), ao avaliar o rendimento de variedades crioulas no Oeste do Paraná, obteve rendimento na variedade BRS Sol da Manhã® de 5.182 kg ha⁻¹. Balbinot Junior et al. (2005) obtiveram rendimento de 5.493 kg ha⁻¹ para a variedade BRS Sol da Manhã® e 5.739 kg ha⁻¹ para a MPA. Romano et al. (2007), ao avaliarem o rendimento de variedades crioulas em Ponta Grossa, PR, concluíram que as médias para as variedades Caiano e Nutricional foram 6.527 e 6.429 kg ha⁻¹, respectivamente. No caso deste último trabalho houve adubação orgânica de base.

Os rendimentos atingidos pelas variedades crioulas e comerciais nessa pesquisa foram satisfatórios, visto que o gasto com insumos é quase nulo, por outro lado resultados da avaliação da qualidade das sementes indicaram que as sementes podem ser armazenadas e utilizadas no ano seguinte, incluindo ainda a possibilidade de utilização para a alimentação, humana e animal, reforçando o potencial de utilização destas variedades pelo agricultor familiar.

Este potencial pode ser maximizado quando associado ao acompanhamento técnico relacionado à produção de sementes, no âmbito das comunidades de agricultores familiares. Para Meneguetti; Girardi e Reginatto (2002) as variedades crioulas certamente são essenciais nos sistemas de cultivo, sem prejuízos para a produção, para um número considerável de unidades agrícolas.

Segundo Argenta; Silva e Sangoi (2001) o rendimento das sementes de milho aumenta com o incremento da densidade de plantas, até atingir nível ótimo, que é determinado pelo genótipo e pelas condições do ambiente, a partir desse nível ótimo o rendimento diminui na medida em que aumenta a densidade das plantas. A ocorrência de redução do rendimento em função do aumento da densidade de plantas pode ser explicada pela competição intraespecífica por fotoassimilados, principalmente no estágio de florescimento da planta. Segundo Sangoi et al. (2002) tal fato estimula a dominância apical, aumentando a esterilidade feminina e limitando a produção de sementes.

Outros fatores relacionados ao melhor desempenho das variedades nas menores densidades de plantas são que as plantas das variedades estudadas são mais altas e têm folhas maiores quando comparadas às plantas dos híbridos comerciais, talvez por isso, sejam mais produtivas com a redução das densidades das plantas. Já, os híbridos requerem densidade de plantas superior para atingirem seu potencial de rendimento (TOLLENAAR; AGUILERA, 1992).

Estas características morfológicas dos híbridos possibilitam o aumento da densidade de plantas (SANGOI, 2001), porém, essas características não foram observadas nas variedades avaliadas. Desta forma, não houve aumento do rendimento de sementes devido ao aumento do

número de espigas por área, quando foram utilizadas mais plantas por área, conforme resultados observados por Fernandes et al. (2007), em um estudo com a variedade de milho Pixurum roxo, em que não obtiveram diferença significativa no rendimento para as densidades de 45, 55, 65, 75 e 85 mil plantas ha⁻¹.

Como as espigas de milho são formadas na extremidade das ramificações laterais, as alterações na qualidade da luz, promovidas pelo aumento da densidade, também contribuem para a esterilidade feminina (SANGOI, 2001). Aliado a isso, o aumento da população poderá causar o sombreamento prematuro das folhas, reduzindo o potencial de produção (FANCELI, 2000).

Além disso, com o aumento da quantidade de plantas por área houve aumento do acamamento das plantas, fator esse que pode ter influenciado para a redução do rendimento, já que as plantas acamadas podem apresentar redução do fluxo de fotoassimilados para a espiga, além de favorecerem a incidência de doenças e de insetos, em função do contato com o solo.

5.3. PARÂMETROS SANITÁRIO E FISIOLÓGICO

Os resultados da análise de variância foram significativos, $p < 0,01$ de probabilidade, para a interação variedades x densidades de plantas e a incidência de *Aspergillus* spp, *Penicillium* spp e *Fusarium* spp, a germinação e o vigor. Demonstrando que as variedades apresentaram comportamento diferente para as densidades de plantas (Tabela 11).

Tabela 11. Análise de variância da incidência dos fungos *Aspergillus* spp, *Penicillium* spp, e *Fusarium* spp, germinação, vigor e coeficiente de variação (CV), em seis variedades e cinco densidades de plantas de milho cultivadas em Imbaú - PR, na safra 2010/2011

Fontes de Variação	<i>Aspergillus</i> spp (%)	<i>Penicillium</i> spp (%)	<i>Fusarium</i> spp (%)	Germinação (%)	Vigor (%)
Bloco	0,255	0,0004	0,000	0,5626	0,5314
Variedades	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Densidade	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Variedades x Densidade	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
CV (%)	51,70	39,43	34,27	14,41	16,72
Média	0,22	9,88	2,73	62,21	54,60

¹- Valores significativos pelo teste F a $p < 0,005$ e $p < 0,001$ de probabilidade.

5.3.1 Parâmetro sanitário das sementes de milho

5.3.1.1. *Aspergillus* spp

Houve interação significativa para incidência do fungo *Aspergillus* spp entre os fatores variedades e densidade de plantas (Tabela 11). Conforme análise de regressão quadrática houve redução da incidência para o fungo *Aspergillus* spp, em função do aumento da densidade de plantas para as variedades MPA, Caiano, BRS Sol da Manhã® e BRS Missões®, porém, com incidência inferior a 1 % nas sementes (Figura 7).

Neste experimento foi realizada a análise da sanidade das sementes logo após o processamento das amostras, o que pode ter interferido na incidência deste fungo, uma vez que no início da colheita os fungos considerados de armazenamento, ou seja, *Aspergillus* sp e *Penicillium* sp, geralmente, têm baixa incidência. Esses fungos sobrevivem em ambiente com baixo conteúdo de água, proliferando em sucessão aos fungos de campo, causando a deterioração das sementes, além de produzirem toxinas que prejudicam a saúde de humanos e animais (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

O tempo de sobrevivência desses fungos nas sementes está diretamente relacionado com as condições do ambiente da armazenagem, o teor de água das sementes, o inóculo inicial e a espécie ou variedade (WICKLOW; MCALPIN; PLATIS, 1998).

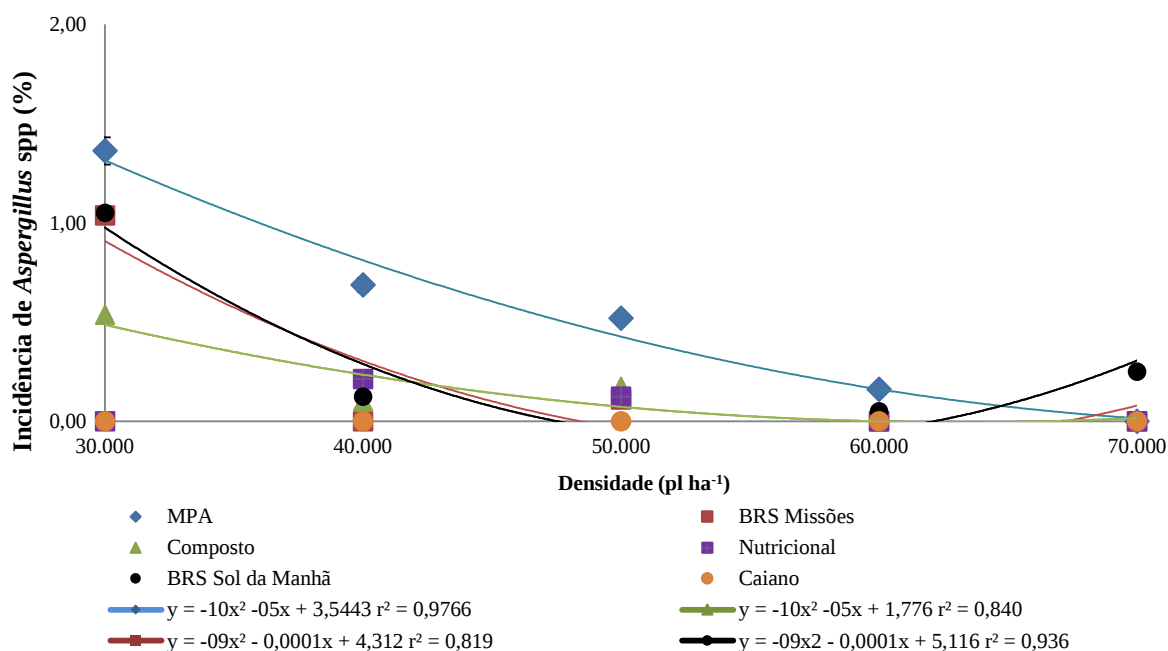


Figura 7. Incidência (%) de *Aspergillus* spp em função da densidade de plantas em seis variedades de milho cultivadas em Imbaú, PR, safra 2010/2011

5.3.1.2. *Penicillium* spp

Houve interação significativa para a incidência do fungo *Penicillium* spp. entre os fatores variedades e densidade de plantas (Tabela 11). A análise de regressão linear indicou aumento da incidência desse fungo em função do aumento da densidade de plantas para as variedades Caiano e Composto, com porcentagens médias de 13,34 % e 12,82 %, respectivamente (Figura 8). Estudo com sementes de milho danificadas e com presença de *Penicillium* spp. indicou reduções na densidade das plantas e no rendimento, em dois anos de estudo (MEYERS, 1924).

Contudo, para sementes inoculadas com *Penicillium* spp. Caixeta (2012) observou que ocorreu decréscimo da germinação das sementes, embora não significativo, de 88 para 84%, na medida em que aumentou o tempo de exposição das sementes ao patógeno.

Deste modo, as sementes contaminadas com *Penicillium* spp e *Aspergillus* spp, que os agricultores armazenam e utilizam na próxima safra, poderão reduzir o estande das plantas, devido a redução da germinação das sementes. As alternativas que podem ser utilizadas pelo agricultor familiar visando minimizar os prejuízos causados por estes fungos são a antecipação da colheita das sementes, a seleção e o descarte de espigas contaminadas, o armazenamento em embalagens como as garrafas plásticas (“Pet”), que favorecem a redução do oxigênio e mantém o controle da água da semente. Estas técnicas em conjunto podem ser eficientes para a redução da incidência destes fungos nas sementes, algumas, inclusive já vem sendo utilizadas pelos agricultores há muitos anos.

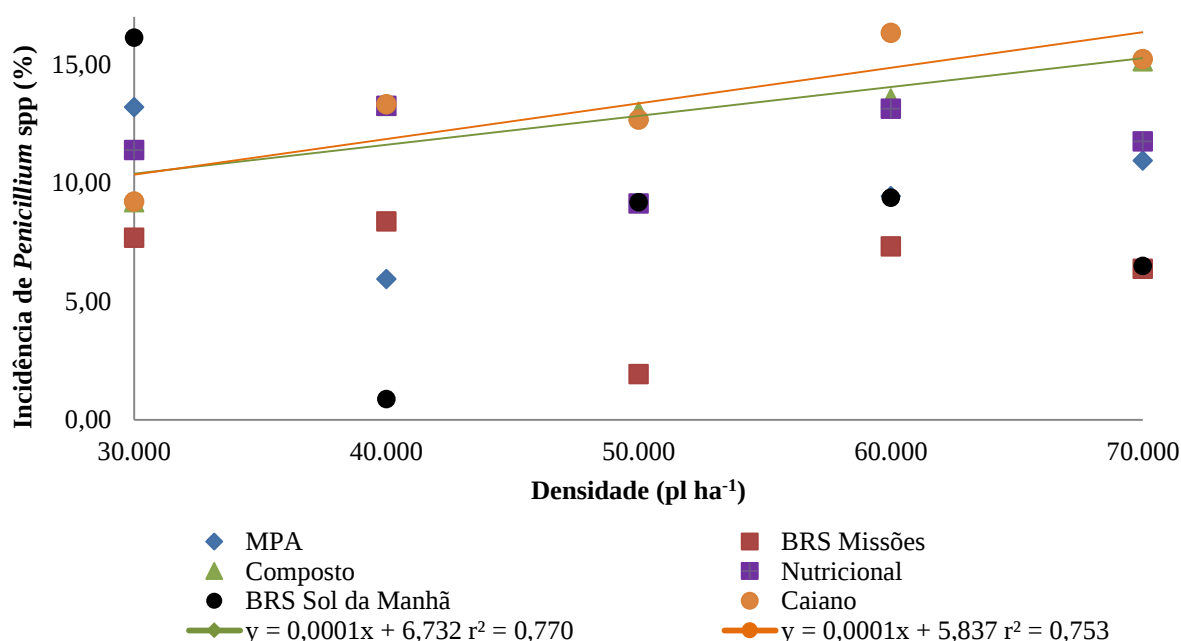


Figura 8. Incidência (%) de *Penicillium* spp em função da densidade de plantas em seis variedades de milho cultivadas em Imbaú, PR, safra 2010/2011

5.3.1.3. *Fusarium* spp

Houve interação significativa para incidência do fungo *Fusarium* spp. entre os fatores variedades e densidade de plantas (Tabela 11). A análise de regressão quadrática indicou que houve aumento da incidência para o fungo em função do aumento da densidade de plantas para as variedades Caiano, Composto e Nutricional, com porcentagens de 4,61%, 4,30% e 2,48%, respectivamente (Figura 9). Esses resultados são similares aos de Sangoi et al. (2000) que obtiveram aumento da incidência das doenças na espiga, causadas por *Fusarium moniliforme*, com o aumento da densidade de plantas de 50, 75 e 100 mil plantas ha⁻¹.

A presença de *Fusarium moliniforme* em incidências altas pode causar redução da germinação das sementes de milho, bem como produzir toxinas para mamíferos e aves, além de inibir o desenvolvimento das raízes das plântulas devido ao fato do fungo sintetizar toxina no endosperma da semente de milho (LUCCA-FILHO, 1984).

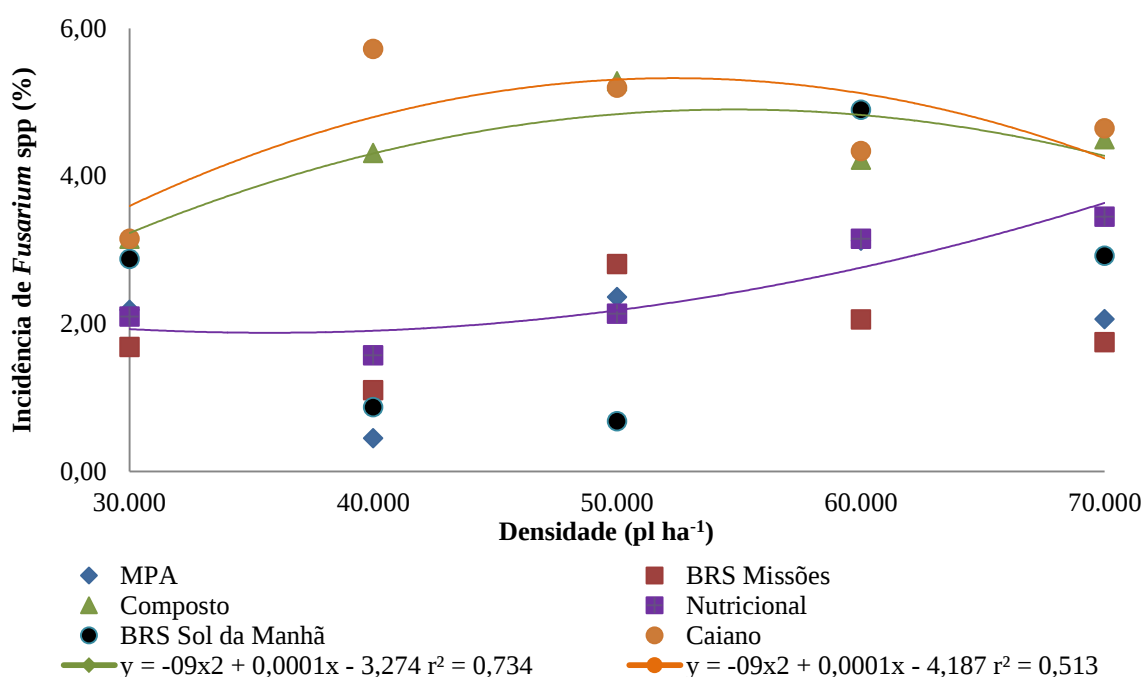


Figura 9. Incidência (%) de *Fusarium* spp em função da densidade de plantas em seis variedades de plantas de milho cultivadas em Imbaú, PR, safra 2010/2011

A presença do *Fusarium* spp nas sementes é importante não somente devido aos danos econômicos em relação ao desempenho da próxima safra, mas também pelo perigo do consumo da semente infectada e dos seus derivados, pois além da utilização da semente para a comercialização em projetos governamentais, o excedente pode ser utilizado para alimentação humana e animal nas propriedades de base familiar. Segundo Casa e Reis (2003), o incremento da densidade de plantas de milho aumenta a incidência de doenças foliares, do colmo e da

espiga. Assim, a associação entre a sanidade das sementes e o aumento da densidade das plantas na cultura do milho deverá ser avaliada para cada variedade e ambiente de produção, pois, as variedades crioulas são selecionadas pelos agricultores em condições ambientais específicas. Os resultados dessa pesquisa evidenciaram a importância da avaliação da sanidade das sementes, uma vez que foi determinada a interferência dos fatores estudados e a sanidade das sementes de milho.

5.3.2. Parâmetros fisiológicos

5.3.2.1. Germinação

Houve interação para germinação entre os fatores variedades e densidade de plantas (Tabela 11). A análise de regressão ($p < 0,01$) revelou redução da germinação em função do aumento da densidade de plantas para as variedades BRS Missões®, BRS Sol da Manhã® e MPA (Figura 10). Para as sementes da variedade Composto e Nutricional, os valores superiores de germinação foram nas densidades de 30 e 40 mil plantas ha^{-1} , respectivamente, o aumento da densidade das plantas causou redução da germinação. Os resultados da avaliação da germinação das sementes da variedade Caiano indicaram que houve redução a partir da densidade de 40 mil plantas ha^{-1} , resultado similar ao da utilização de 70 mil plantas ha^{-1} . Para as sementes da variedade MPA houve redução da germinação das sementes para a população de 60.000 plantas ha^{-1} , em relação às demais densidades de plantas (Tabela 12).

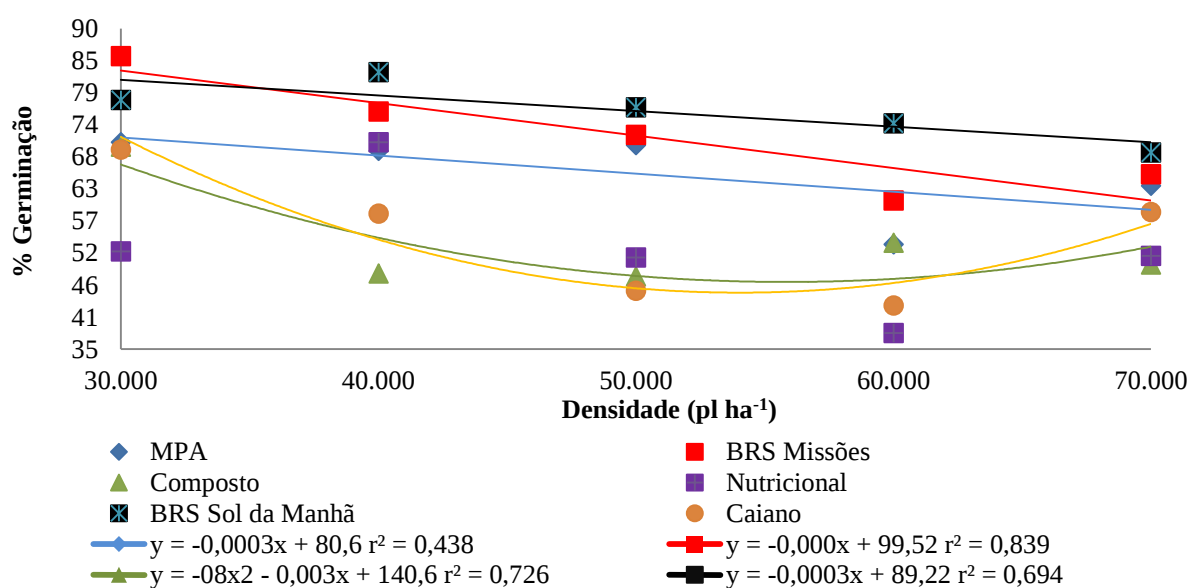


Figura 10. Resultados da avaliação de germinação das sementes de milho (%), em função das densidades de plantas ha^{-1} de seis variedades, cultivadas em Imbaú, PR, safra 2010/2011

Tabela 12. Resultados da avaliação de germinação (%) de sementes de milho, em função das densidades de plantas ha⁻¹ de seis variedades, cultivadas em Imbaú, PR, safra 2010/2011

Variedade	Densidades (plantas ha ⁻¹)					Média
	30.000	40.000	50.000	60.000	70.000	
MPA	71 b A ^{1*}	69 bc A	70 a A	53 bc B	63 ab AB	65
BRS Missões [®]	85 a A	76 ab AB	72 a BC	61 b C	65 a BC	72
Composto	70 b A	48 d B	48 b B	53 bc B	50 c B	54
Nutricional	52 c B	71 abc A	51 b B	38 d C	51 bc B	52
BRS Sol da Manhã [®]	78 ab AB	83 a A	77 a AB	74 a AB	69 a B	76
Caiano	69 b A	58 cd A	45 b B	43 cd B	59 abc A	55
Média	71	67	60	53	59	
CV (%)						14,41

¹Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, ao nível de p <0,005 de probabilidade.

Não houve interferência significativa da alteração da população de plantas, na germinação das sementes da variedade BRS Sol da Manhã[®], quando são utilizadas até 60 mil plantas de milho ha⁻¹ (Tabela 12). No entanto, para as sementes da variedade MPA (Tabela 12), a população de 60 mil plantas ha⁻¹ causou redução significativa da germinação das sementes, em relação às demais populações avaliadas.

Por outro lado, a germinação das sementes das variedades Composto e Nutricional (Tabela 12) foi influenciada pela alteração da densidade das plantas, destacando a adequação das populações de 30 mil plantas ha⁻¹ para a variedade Composto e de 40 mil plantas ha⁻¹ para a variedade Nutricional.

A germinação das sementes da variedade BRS Missões[®] não teve alteração significativa quando foram utilizadas até 40 mil plantas ha⁻¹, a partir dessas populações houve redução da germinação dessas sementes (Tabela 12). A variedade Caiano apresentou menor germinação nas populações de 50 e 60 mil plantas ha⁻¹ (Tabela 12).

Para as sementes das variedades Caiano e Composto, a redução da germinação pode estar relacionada à incidência de *Fusarium* spp, pois o fungo pode sintetizar toxinas no endosperma da semente de milho que podem ser translocadas inibindo o desenvolvimento das raízes da plântula.

A variação dos dados de germinação em função da densidade de plantas de milho pode ser explicada pela redução do diâmetro do colmo da planta de milho e quebra das plantas que foram colhidas na linha útil da parcela, especialmente para a densidade superior a 50 mil plantas ha⁻¹.

5.3.2.2 Vigor

Houve interação significativa, para a variável vigor, avaliada pelo teste de frio, entre os fatores (Tabela 11). A análise de regressão ($p < 0,01$) revelou de modo geral redução do vigor das sementes em função do aumento das densidades, para as variedades BRS Missões[®], BRS Sol da Manhã[®], Composto e Caiano (Figura 11). As sementes das variedades Caiano, Composto e BRS Missões[®] foram classificadas como vigorosas quando produzidas com 30 mil plantas ha⁻¹ (Tabela 13). Para a variedade BRS Sol da Manhã[®], as sementes vigorosas foram as produzidas com até 50 mil plantas. Para a variedade Nutricional as sementes vigorosas foram as obtidas utilizando a densidade de 40 mil plantas e para as sementes da variedade MPA foram as obtidas nas densidades de 30, 40, 50 e 70 mil plantas (Tabela 13).

As sementes das variedades BRS Sol da Manhã[®], BRS Missões[®] e MPA podem ser classificadas como vigorosas quando comparadas às das demais variedades. As sementes BRS Sol da Manhã[®], BRS Missões[®] e MPA também apresentaram as maiores porcentagens de germinação.

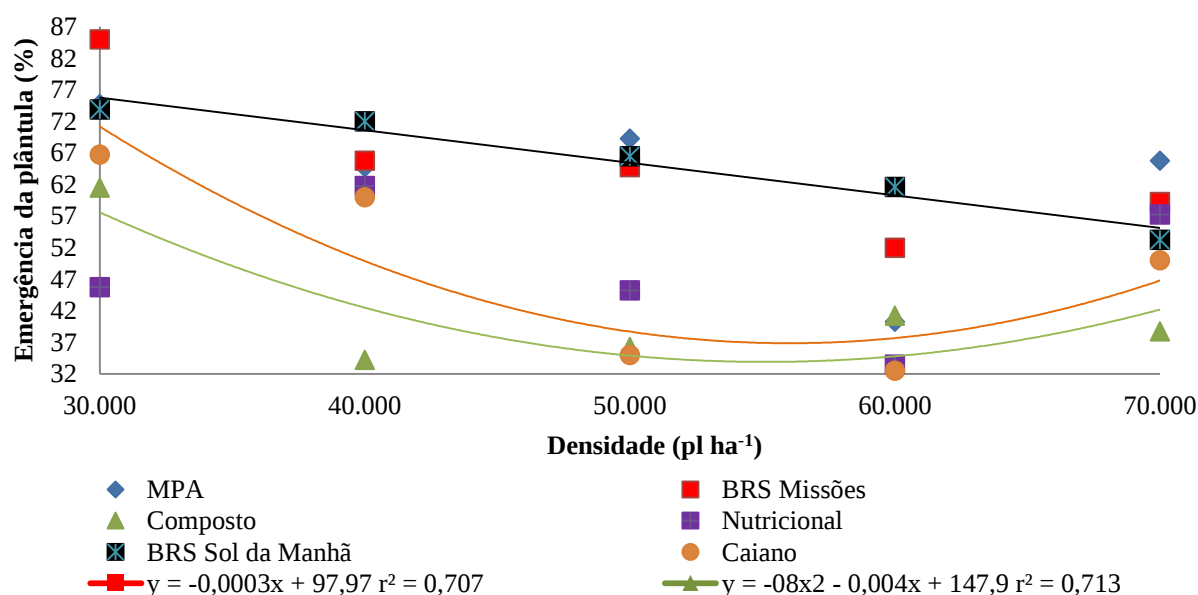


Figura 11. Emergência das plântulas de milho (%), originadas de sementes avaliadas após o teste de frio, de seis variedades e cinco densidades de plantas, cultivadas em Imbaú, PR, safra 2010/2011

Tabela 13. Emergência das plântulas de milho (%), originadas de sementes avaliadas após o teste de frio, de seis variedades e cinco densidades de plantas, cultivadas em Imbaú, PR, safra 2010/2011

Variedades	Densidades (plantas ha ⁻¹)					Média
	30.000	40.000	50.000	60.000	70.000	
MPA	75 ab A ¹	65 a A	69 a A	40 bc B	66 a A	63
BRS Missões®	85 a A	66 a B	65 a B	52 ab C	59 ab BC	65
Composto	62 b A	34 b B	36 b B	41 bc B	39 c B	42
Nutricional	46 c BC	62 a A	45 b BC	34 c C	57 ab B	48
BRS Sol da Manhã®	73 ab A	72 a A	67 aA	61 a AB	53 bc C	65
Caiano	67 b A	60 a AB	35 b C	33 c C	50 bc B	49
Média	68	60	53	44	53	
CV (%)						16.72

¹Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, ao nível de p <0,005 de probabilidade

Os resultados relacionados ao vigor das sementes também foram superiores para a população de 30 mil plantas ha⁻¹. Esse resultado foi coerente com os dados do teste de germinação (tabela 12) e com os da avaliação dos componentes de rendimento (tabelas 4, 5 e 6). Esse fato pode estar relacionado à redução do diâmetro do colmo e, conseqüentemente, ao acamamento das plantas, observado com o aumento da densidade de plantas. Pois nesses casos, as plantas tiveram ruptura do caule causando o contato com o solo favorecendo a associação dos fungos com as sementes. Resultados obtidos por Caixeta (2012) mostraram que os fungos *Fusarium verticillioides* e *Aspergillus flavus* podem causar redução significativa da germinação e do vigor das sementes de milho

O aumento da densidade das plantas de milho causa redução dos componentes de rendimento, do rendimento, bem como para qualidade fisiológica e sanitário para a maioria das variedades avaliadas, especialmente para densidades superiores a 30 mil plantas ha⁻¹. Assim é possível afirmar que a qualidade das sementes tem influência do genótipo em termos fisiológicos o ideal é a utilização de 30 mil plantas ha⁻¹ para as variedades Composto e BRS Missões®, de 40 mil plantas ha⁻¹ para as variedades Caiano e Nutricional e de 50 mil plantas ha⁻¹ para as variedades MPA e BRS Sol da Manhã®.

6. CONCLUSÕES

O aumento da densidade das plantas de milho causa redução dos componentes de rendimento, do rendimento e da qualidade das sementes, para a maioria das variedades avaliadas, especialmente para densidades superiores a 30 mil plantas ha⁻¹.

Há variação da qualidade das sementes em função das densidades. Em termos fisiológicos o ideal é a utilização de 30 mil plantas ha⁻¹ para as variedades Composto e BRS Missões®, de 40 mil plantas ha⁻¹ para as variedades Caiano e Nutricional e de 50 mil plantas ha⁻¹ para as variedades MPA e BRS Sol da Manhã®.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MUDAS E SEMENTES – ABRASEM. Produção de sementes de milho no Brasil. Disponível em: <<http://www.abrasem.com.br/category/estatisticas/#>> Acesso em 15 de Dezembro de 2013.

AGRIOS, G.N. **Plant Pathology**. 5 ed. New York: Academic Press Inc, 2004. 922p.

ALMEIDA, M.L.; SANGOI, L.; ENDER, M. Incremento na densidade de plantas: uma alternativa para aumentar o rendimento de grãos de milho em regiões de curta estação estival de crescimento. **Ciência Rural**, v. 30, p.23-29, 2000.

ANDRADE, F.H. Analysis of growth and yield of maize, sunflower and soybean grown at Balcarce, Argentina. **Field Crops Research**, v.41, n.1, p.1-12, 1995.

ANDREOLI, C.; ANDRADE, V.R. Qualidade de sementes e densidade de semeadura afetam a emergência e a produtividade de milho. In: Congresso Brasileiro de Milho e Sorgo. Recife. **Anais...** Recife: UFPel, 1998. p. 54.

ALVAREZ, V.H. Avaliação da fertilidade do solo. Brasília: ABEAS, 1995. 98p.

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

ARGENTA, G; SILVA, P. R. F; SANGOI, L. Arranjo de plantas de milho: análise do estado-da-arte. **Ciência Rural**, v. 31, n. 6, p. 1075-1084, 2001.

ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS – AOSA. **Seed vigor testing handbook**. AOSA, 1983. 93p.

ÁVILA, M.R; BRACCINI, A; SCAPIM, C.A. Teste de comprimento de plântulas sob estresse hídrico na avaliação do potencial fisiológico das sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**. v. 29, n. 2, p. 117-124, 2007.

BALBINOT JÚNIOR, A. A. et al. Contribuição de componentes de rendimento na produtividade de grãos em variedades de polinização aberta de milho. **Revista Brasileira de Agrociências**, v.11, n. 2, p. 161-166, 2005.

BALBINOT JÚNIOR, A. A; FLECK, N. G. Manejo de plantas daninhas na cultura de milho em função do arranjo espacial de plantas e características dos genótipos. **Ciência Rural**, v. 34, n.6, p. 245-252, 2004.

BARMAN, K. K; GANESHAMURTHY, A. N; TAKKAR, P. N. Zinc requeriment of soybean (*Glycine max*) - wheat (*Triticum aestivum*) cropping sequence in some swell-shrink soils. **Indian Journal of Agricultural Sciences**, v. 68, n. 12, p. 759-761, 1998.

BARROS, A. S. R. et al. Teste de frio. In: KRZYZANOWSKI, F.C. et al. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: Abrates, 1999. p. 1-15.

BRACHTVOGEL, E. L. **Densidades e arranjos populacionais de milho e componentes agrônômicos**. Botucatu, 2008. 96 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

BRACHTVOGEL, E. L. et al. Densidades populacionais de milho em arranjos espaciais convencional e equidistante entre plantas. **Ciência Rural**. v. 39, n. 8, p. 2334-2339. 2009.

BRASIL. **Decreto nº 5.153, de 23 de julho de 2004**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004/2006/2004/Decreto/D5153.htm#anexo>. Acesso em: 11 jan. 2013.

BRASIL. **Lei nº 10.771, de 5 de agosto de 2003**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/110.711.htm> Acesso em: 11 jan. 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa /ACS, 2009. 399 p.

BRIEDIS, C. et al. Soil organic matter pools and carbon-protection mechanisms in aggregate classes influenced by surface liming in a no-till system. **Geoderma**. v. 170, p.80-88, 2012.

BRUNS, H. A; ABBAS, H. K. Ultra-high plant populations and nitrogen fertility effects on corn in the Mississippi valley. **Agronomy Journal**, v. 97, n. 4, p. 1136-1140, 2005.

CAIRES, E. F; JORIS, A. W; CHURKA, S. Long-term effects of lime and gypsum additions in no-till corn and soybean yield and soil chemical properties in southern Brazil. **Soil Use and Management**. v. 27, p. 45-53, 2011.

CAIXETA, F. **Expressão diferencial de genes de sementes de milho infectadas *Aspergillus flavus*, *Fusarium verticillioides* e *Penicillium* sp.** 2012. 104f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2012.

CÂMARA, R. J. **Cultivares crioulas de milho (*Zea mays* L.) em sistema de produção orgânico – desempenho agrônômico das plantas e composição química das sementes**. Marechal Cândido Rondon, 2005. 66p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

CAMPOS, S. R. F. et al. Aspectos legais da produção e da comercialização de sementes. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 27, n. 232, p. 15-21, 2006.

CARVALHO, I. Q. **Espaçamento entre fileiras e populações de plantas em milho**. Ponta Grossa, 2007. 118p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Ponta Grossa.

CARVALHO, N. M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: Funep, 1994. 30p.

CARVALHO, N. M; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4.ed. Jaboticabal: Funep, 2000. 588p.

CASA, R. T; REIS, E. M. Doenças na cultura do milho. In: **Milho: estratégias de manejo para alta produtividade**. Piracicaba: ESALQ/USP, 2003. p.1-18.

CATÃO, H. C. R. M. et al. Qualidade física, fisiológica e sanitária de sementes de milho crioulo produzidas no norte de Minas Gerais. **Ciência Rural**, v. 40, n. 10, p. 2060-2066, 2010.

CATAO, H. C. R. M. et al. Incidência e viabilidade de sementes crioulas de milho naturalmente infestadas com fungos em pré e pós-armazenamento. **Ciência Rural** v. 43, n. 5, p. 764-770. 2013.

CAVIGLIONE, J. H. et al. **Cartas climáticas do Paraná**. Londrina: IAPAR, 2012. Disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=677>>. Acesso em: 15 de julho de 2013.

CICERO, C. M.; SILVA, W. R. Danos mecânicos associados a patógenos e desempenho de sementes de milho. **Bragantia**, v. 62, n. 2, p. 305-314, 2003.

CICERO, S. M; VIEIRA, R. D. Teste de frio. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. (Ed.) **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.151-164.

CONAB- Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos – Quinto levantamento**, Brasília: Conab, 2012. Disponível em: http://www.cnpt.embrapa.br/obs_trigo/conab/levantamento%20Conab-FEV-2011.pdf. Acesso em: 20 mar. 2012.

DEMETRIO, C. S. et al. Desempenho de híbridos de milho submetidos a diferentes espaçamentos e densidades populacionais. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 42, n. 12, p. 1691-1697, 2008.

DOURADO NETO, D. D. et al. Efeito da população de plantas e do espaçamento sobre a produtividade de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 2, p. 63-77, 2003.

DWYER, L. M; TOLLENAR, M; STEWART, D. W. Changes in plant density dependence of leaf photosynthesis of maize (*Zea mays* L.) hybrids, 1959 to 1988. **Canadian Journal Plant Science**, Quebec, v. 71, p. 1-11, 1991.

ELLIS, R. H. Seed and Seedling vigor in relation to crop growth and yield. **Plant Growth Regulation**, v. 11, p. 249-255, 1992.

EMATER/FEPAGRO-RS. **Recomendações técnicas para a cultura do milho no estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: FEPAGRO, 1998. 148 p. (Boletim Técnico, 5).

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Embrapa Milho e Sorgo Sete Lagoas: **Cultura do Milho**. Disponível em <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_7_ed/index.htm> Acesso em: 13 ago. 2012

FANCELLI, A. L; DOURADO-NETO, D. **Tecnologia da produção de milho**. Piracicaba: ESALQ/USP, Departamento de Agricultura. 1997. 174p.

FANCELLI, A. L. **Nutrição e adubação do milho**. Piracicaba: USP, 2000. 43p.

FANCELLI, A. L; DOURADO NETO, D. **Milho: estratégias de manejo para alta produtividade**. Piracicaba: Esalq/USP/LPV, 2003. 208p.

FERNANDES, F. H. et al. **Avaliação da produtividade de milho crioulo (Var. Pixurum roxo) em função do arranjo populacional de plantas**. In: Resumos do V Seminário de Iniciação Científica. Universidade Estadual de Goiás – UFG, 2007. Disponível em: <<http://www.prp.ueg.br/06v1/conteudo/pesquisa/inicci/encontros/sic2007/flashsic2007/arquivos/resumos/resumo94.pdf>>, acesso em: 02. Fev. 2012.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do SISVAR para Windows® versão 4.0. Lavras, 2000. Disponível em: <<http://www.dex.ufla.br/~danielff/sisvarmanual.pdf>> Acesso em: 10. Jan. 2013.

FLESCHE, R. D; VIEIRA, L. C. Espaçamentos e densidades de milho com diferentes ciclos no oeste de Santa Catarina, Brasil. **Ciência rural**, v. 34, n. 1, p. 25-31, 2004.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS/FAO. **Countries by commodity**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>>. Acesso em: 26 mai. 2011.

FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - FIBGE. **Levantamento de recursos naturais**. Rio de Janeiro: FIBGE, 1986. 791 p.

FURTADO, M. B. **Sistemas de preparo do solo e populações de plantas em espaçamentos reduzido: comportamento de cultivares de milho (*Zea mays* L.)**. Botucatu, 2005. 87 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

GARCIA, D. C. et al. A secagem de sementes. **Ciência Rural**, v. 34, n. 2, p. 603-608, 2004.

GARDNER, F. P; PEARCE, R. B; MITCHELL, R. L. **Physiology of crop plants**. Ames: Iowa State University, 1985. 327p.

GRABE, D. F. **Significance of seedling vigor in corn**. Proc. Twenty-first Annual Hybrid Corn Industry-Research Conference Publication, 1966. p. 39-44.

GROSS, M. R; PINHO, R. G; BRITO, A. H. Adubação nitrogenada, densidade de semeadura e espaçamento entre fileiras na cultura do milho em sistema de plantio direto. **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, p.387-393, 2006.

HARLAN, J. R. Our vanishing genetic resources. **Science**, v. 188, p. 618–621, 1975.

HENNING, F. A. et al. Qualidade sanitária de sementes de milho em diferentes estádios de maturação. **Revista brasileira de sementes**. 2011, v. 33, n. 2, p. 316-321. 2011.

HOFFMANN, R; KAGEYAMA, A. Modernização da agricultura e distribuição da renda no Brasil. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, Brasília: IPEA, v. 15, n. 1, p. 171-208, 1985.

HRSTKOVÁ, P; CHLPUPEK, O; BEBAROVA, J. Estimation of barley seed vigour with respect to variety and provenance effects. **Czech Journal of Genetic Plant Breeding**. v. 42, p. 44-49, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA/IBGE. **Censo agropecuário 2006: Agricultura familiar, primeiros resultados**. Rio de Janeiro, 2006. 267 p.

INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. International Rules for Seed Testing. **Seed Science & Technology**, v. 21, Supplement, 1993. 288 p.

JACOBS, B. J; PEARSON, C. J. Potential yield of maize determined by rates of growth and development of ears. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 27, n. 2, p.281-298, 1991.

JORIS, H. A. et al. Effects of soil acidity and soil water stress on corn and soybean performance under a no-till system. **Plant and Soil**. v. 365, p. 409-424, 2013.

KAGEYAMA, A. **Modernização, produtividade e emprego no agricultura – uma análise regional**. Campinas: UNICAMP, 1985, 465p. Tese (Doutorado em Economia) – Instituto de economia, 1985.

KAPPES, C. **Desempenho de híbridos de milho em diferentes arranjos espaciais de plantas**, Ilha Solteira, 2010. 128p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

KIRINY, J. R; OTEGUI, M. E. Processes affecting maize grain yield potential in temperate conditions. In: OTEGUI, M., SLAFFER, G.A. (Eds.). **Physiological bases for maize improvement**. New York: Haworth Press, 2000. cap. 3, p. 31-46.

KUNZ, R. P. **Influência do arranjo de plantas e da população em características agrônômicas e produtividade do milho**. Ponta Grossa. 2005. 115 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia e Produção Vegetal), Universidade Estadual de Ponta Grossa.

LEMCOFF, J. H; LOOMIS, R. S. Nitrogen and density influences on silk emergence, endosperm development, and grain yield of maize (*Zea mays* L.). **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 38, n. 1, p.63-72, 1994.

LIMA, C.F. et al. Avaliação de híbrido de milho sob três densidades populacionais. **Comunicata Scientiae**, v. 3, n. 1, p. 30-34, 2012.

CHRISTENSEN, C.M. Effect of moisture content and temperature on invasion of stored corn by *Aspergillus flavus*. **Phytopathology**, St. Paul, v. 57, p. 588-590, 1967.

LUCCA FILHO, O. A. Diagnóstico da patologia de sementes de milho no Estado do Rio Grande do Sul. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PATOLOGIA DE SEMENTES, 1., 1984, Piracicaba, Situação e perspectivas da patologia de sementes no Brasil. **Anais...** Piracicaba: CENA/USP/CNEN, Brasília, DF: ABRATES, 1984. p.102-104.

MAGALHÃES, P.C. et al. **Fisiologia do milho**. Sete Lagoas: EMBRAPA - CNPMS, 2002. 23 p. (EMBRAPA-CNPMS. Circular Técnica, 22).

MAGALHÃES, P. C. et al. Efeitos de diferentes técnicas de despendoamento na produção de milho. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 56, n. 1, p. 77-82 jan/mar.1999.

MARCHÃO, R. L. et al. Densidades de plantas e características agronômicas de híbridos de milho sob espaçamento reduzido entre linhas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 35, n. 2, p. 93 – 101, 2005.

MAZURKIÉVICZ, J. **Influência das etapas do beneficiamento na qualidade fisiológica e física de sementes de milho (*Zea mays* L.)**. Florianópolis. 2011. 43p. Monografia (Graduação em Agronomia), Universidade Federal de Santa Catarina.

MENEGUETTI, G. A; GIRARDI, J. L; REGINATTO, J. C. Milho crioulo: tecnologia viável e sustentável. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, Porto Alegre, v. 3, n. 1, p. 12-17, 2002.

MEYERS, M. T. The influence of broken pericarp on the germination and yield of corn. **Journal of the American Society of Agronomy**, Madison, v. 16, n. 8, p. 540-550, 1924.

MILLER, J. D. Fungy and mycotoxins in grain: implications for stored product research. **Journal of Stored Products Research**, v. 31, p. 1-16, 1995.

MODENA-WUTZKI, R. M. et al. Os parâmetros físicos e fisiológicos são influenciados pela posição da semente de milho na espiga? In: XVIII Congresso Brasileiro de Sementes, 2013, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 2013.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Instrução Normativa nº 45, de 17 de setembro de 2013**. Padrões para produção e comercialização de sementes de milho, Cultivares não híbridas (Variedades). Disponível em: http://www.apps.agr.br/upload/ax4_2509201333158200_anexo_xx_milho_varied.pdf Acesso em 01 Ago. 2013.

MÜLLER, J. E. **Agroecologia: a semente da sustentabilidade**. Florianópolis: EPAGRI, 2009. 211 p.

OGLIARI, J. B; ALVES, A. C. Manejo e uso de variedades de milho como estratégia de conservação em Anchieta. In: DE BEOF, W. S. et al. (Orgs.). **Biodiversidade e agricultores: fortalecendo o manejo comunitário**. Porto Alegre: L&PM, 2007. 272 p.

PEIXOTO, C. M; SILVA, P. R. F; REZER, F. Produtividade de híbridos de milho em função da densidade de plantas, em dois níveis de manejo da água e da adubação. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 3, n. 1, p. 63-71, 1997.

PEREIRA FILHO, I. A. P; OLIVEIRA, A. C; CRUZ, J. C. Milho verde: espaçamentos, densidade de plantas, cultivares e épocas de semeadura, influenciando o rendimento e algumas características de espigas comerciais. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO 22, Recife. 1998. **Anais...** Recife: EMBRAPA.

PERES, W. L. R. **Testes de vigor em sementes de milho**. Jaboticabal, 2010. 50p. Dissertação (Mestrado em Produção e Tecnologia em sementes) – Universidade Estadual Paulista.

PINOTTI, E. B. **Características de três cultivares de milho (*Zea mays* L.) sob quatro populações de plantas em espaçamento reduzido**. Botucatu, 2003. 65 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

PINTO, N. F. J. A. Análise sanitária na Produção de Sementes de Grandes Culturas In: **Sementes: Qualidade Fitossanitária**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa 2005. p. 298-299.

PINTO, N. F. J. A. Tratamento das sementes com fungicidas. In: **Tecnologia para produção de sementes de milho**. Sete Lagoas: EMBRAPA, CNPMS, 1993. p.43-47 (Circular Técnica, 19).

PINTO, N. F. J. A. Tratamento fungicida de sementes de milho contra fungos do solo e o controle de *Fusarium* associado às sementes. **Scientia Agricola**, v.57, n.3, p.483-486, 2000.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília – DF. 2ª ed, 1985, 289 p.

PORTER, P. M. et al. Corn response to row width and plant population in the northern corn belt. **Journal of Production Agriculture**, v. 10, p. 293-300, 1997.

RAIJ, B. V. **Gesso agrícola na melhoria do ambiente radicular no subsolo**. 1 ed. São Paulo. 1988. 72 p.

RITCHIE, S. W; HANWAY, J. J. **How a corn plant develops**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1993. 26p. (Special Report, 48).

RODRIGUES, L. R; GUADAGNIN, J. P; PORTO, M. P. **Indicações técnicas para o cultivo de milho e de sorgo no Rio Grande do Sul: safras 2009/2010 e 2010/2011**. Veranópolis: FEPAGRO-Serra, 2009. 179p.

ROMANO, M. R et al. Desempenho de cinco variedades de milho crioulo em diferentes sistemas de produção. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2 n. 2, p. 808– 811, 2007.

RUSSEL, W. A. Genetic improvement of maize yields. **Advances in Agronomy**, Madison, v. 46, p. 245-298, 1991.

SÁ, J. C. M. et al. Soil organic carbon and fertility interactions affected by a tillage chronosequence in a Brazilian Oxisol. **Soil & Tillage Research**. v. 104, p. 56–64, 2009.

SALISBURY, F. B; ROSS, C. W. **Plant Physiology**. 4 ed. Belmont: Wadsworth Publishing, 1992. 681p.

SANDRI, C. A; TOFANELLI, M. B. D. Milho crioulo: uma alternativa para rentabilidade no campo. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 38, n. 1, p. 59-61, mar. 2008.

SANGOI, L; SALVADOR, R. J. Agronomic performance of male-sterile and fertile maize genotypes at two plant populations. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 26, n.3, p. 377-388, 1996.

SANGOI, L. Understanding plant density effects on maize growth and development: an important issue to maximize grain yield. **Ciência Rural**, v.31, n.1, p.159-168, 2001.

SANGOI, L. et al. Bases morfofisiológicas para maior tolerância dos híbridos modernos de milho a altas densidades de plantas. **Bragantia**. v. 61, n. 2, p. 101-110, 2002.

SANGOI, L. et al. Incidência e severidade de doenças de quatro híbridos de milho cultivados com diferentes densidades de plantas. **Ciência Rural**. Santa Maria, v. 30, n. 1, p.17-21, 2000.

SANGOI, L. SALVADOR, R.J. Dry matter production and partitioning of maize hybrids and dwarf lines at four plant populations. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.27, n. 1, p.1-6, 1997.

SANGOI, L; SALVADOR, R. J. Effect of maize detasseling on grain yield tolerance to high plant density and drought stress. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.5, p.677-684, 1998.

SANS, L. M. A; SANTANA, D. P. **Cultivo do Milho: Clima e Solo**. Informações Técnicas. EMBRAPA Milho e Sorgo, 2005.

Secretaria da Agricultura e do Abastecimento - SEAB; Departamento de Economia Rural- DERAL. **Área e Produção Agrícola no Estado do Paraná e comparativo com o Brasil**. Disponível em: <<http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/cprbr.pdf>> Acesso em: 15 Dez. 2013.

SETTER, T. M; FLANNINGAN, B. A; MELKONIAN, J. Loss of kernel set due to water deficit and shade in maize: carbohydrate supplies, abscisic acid, and cytokinins. **Crop Science**, Madison, v. 41, n. 5, p.1530-1540, 2001.

SHIEH, W. J; McDONALD, M. B. The influence of seed size, shape and treatment on inbred seed corn quality. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 10, n. 2, p.307- 313, 1982.

SILVA, P. R. F. **Determinação dos efeitos de quatro densidades no rendimento de grãos e características agrônomicas, em seis cultivares de milho**. Porto Alegre, 1972. 84 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, UFRGS, 1972.

SULLIVAN, P. **Overview of cover crops and green manures**. Fundamentals of sustainable agriculture series. ATTRA. National Center for Appropriate Technology (NCAT), 2003. Disponível em: <<http://attra.ncat.org/attra-pub/PDF/covercrop.pdf>> Acesso em: 25 Out. 2004.

TOLLENAAR, M; AGUILERA, A. Radiation use efficiency of an old and a new maize hybrid. **Agronomy Journal**, Madison, v. 84, n. 3, p.536-541, 1992.

TOLLENAAR, M; DAYNARD, T. B. Relationship between assimilated source and reproductive sink in maize grown in short season environmental. **Agronomy Journal**, Madison, v. 70, n. 3, p. 219-223, 1977.

TRAVERSO, J. E. Colecta, conservation y utilizacion de los recursos de interes forrajero nativo y naturalizado. In: PROCISUR (Ed.) **Dialogo LVI – Los recursos fitogenetico del genero bromus em el cono sur**. Bagé, RS, 2001. p. 19-28.

TRINDADE, C. C. **Sementes crioulas e transgênicos, uma reflexão sobre sua relação com as comunidades tradicionais**. Disponível em: <http://www.publicadireito.com.br/conpedi/manaus/arquivos/anais/manaus/estado_dir_povos_carina_carreira_trindade.pdf> Acesso em: 20 Out. 2013.

VASQUEZ, G. H. et al. Influência do tamanho e da forma da semente de milho sobre o desenvolvimento da planta e a produtividade de grãos. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, n. 1, p. 16-24, Jan/Fev, 2012.

WAGATSUMA, E. et al. Avaliação de cultivares crioulas de milho em agricultura orgânica no Oeste do Paraná 2005/2007. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2, n. 2, p. 128-131, 2007.

WEID, J. M; ALTIERI, E. M. Perspectivas do manejo de recursos naturais com base agroecológica para agricultores de baixa renda no século XXI. In: LIMA, D.M.A;

WESTGATE, M. E. Seed formation in maize during drought. In: BOOTE, K.J. et al. **Physiology and determination of crop yield**. Madison: American Society of Agronomy, 1994. cap.15, p.361-364.

ZAMBOLIM, L. **Sementes: qualidade fitossanitária**. Viçosa: UFV, 2005. 502 p.

WICKLOW, D. T; MCALPIN, C. E; PLATIS, C. E. Characterization of the *Aspergillus flavus* population within an Illinois maize field. **Mycological Research**, v. 102, p. 263–268, 1998.