

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
NÍVEL MESTRADO

SÉRGIO LUIZ MARCHI

**INTERAÇÃO ENTRE DESFOLHA E POPULAÇÃO DE PLANTAS NA CULTURA
DO MILHO NA REGIÃO OESTE DO PARANÁ**

MARECHAL CÂNDIDO RONDON
DEZEMBRO - 2008

SÉRGIO LUIZ MARCHI

**INTERAÇÃO ENTRE DE DESFOLHA E POPULAÇÃO DE PLANTAS NA
CULTURA DO MILHO NA REGIÃO OESTE DO PARANÁ**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como parte das exigências no Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Nível Mestrado, para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Vandeir Fco. Guimarães

**MARECHAL CÂNDIDO RONDON
DEZEMBRO – 2008**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca da UNIOESTE – Campus de Marechal Cândido Rondon – PR., Brasil)

M317i Marchi, Sérgio Luiz
Interação entre desfolha e população de plantas na cultura do milho na região Oeste do Paraná / Sérgio Luiz Marchi. - Marechal Cândido Rondon, 2008.
58p.

Orientador : Prof.Dr.Vandeir Francisco Guimarães
Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Marechal Cândido Rondon, 2008.

1.Zea mays. 2. Componentes da produção. 3. Crescimento de plantas.I. Universidade Estadual do Oeste do Paraná.II. Título.

CDD 21.ed.633.15
CIP-NBR 12899

Ficha catalográfica elaborada por Helena Soterio Bejio CRB 9ª/965

A Deus por ter me concedido a oportunidade de
poder vencer mais uma etapa de minha vida,
Aos meus pais Alzira e Antônio,

OFEREÇO

Á minha esposa Ivone,
e aos meus filhos Rafael e Caroline,

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, em especial ao programa de pós-graduação nível mestrado, pela formação, obtendo o título de mestre.

Ao professor Dr. Vandeir Francisco Guimarães, pela orientação, amizade, pelos ensinamentos, pela dedicação e disposição de seu precioso tempo, durante a realização deste trabalho.

À professora M.Sc. Suzana Stefanello (UNIPAR) pela amizade, pelos ensinamentos, pela dedicação, por todos os exemplos de determinação, competência e incentivos iniciais para a realização do curso de mestrado.

A todos os professores do programa de pós-graduação, pelos ensinamentos proferidos durante a realização do curso de mestrado.

Ao acadêmico do curso de agronomia, Samuel Fiorenze pela ajuda e colaboração durante a realização desta dissertação.

Aos colegas do CEC - Campo Experimental C.Vale, Agenor, Ozeas, Marciano, Mauricio, Luiz, pela ajuda sem medir esforços, durante a realização deste trabalho.

À C.Vale Cooperativa Agroindustrial, por ceder a área onde foi realizado o experimento, em especial ao Eng^o Agr^o Enoir Cristiano Pellizzaro, responsável pelo CEC, e ao Eng^o Agr^o Ronaldo João Vendrame gerente do departamento agrônomo pela compreensão durante a realização desta dissertação.

Ao Eng^o Agr^o Marcio A. de Carvalho e as colegas Rita, Bea e DeJane do Laboratório de Análises de Semente da C.Vale (LASP) pela ajuda e presteza no empréstimo dos equipamentos para realização das mensurações do ensaio.

INTERAÇÃO ENTRE DESFOLHA E POPULAÇÃO DE PLANTAS NA CULTURA DO MILHO NA REGIÃO OESTE DO PARANÁ

Autor: SÉRGIO LUIZ MARCHI

Orientador: Prof. Dr. VANDEIR FRANCISCO GUIMARÃES

RESUMO

O milho (*Zea mays* L.) é considerado uma das principais culturas utilizadas no mundo, visto que anualmente são cultivados cerca de 150,4 milhões de hectares, os quais contribuem para a produção de aproximadamente 812,2 milhões de toneladas de grãos. A redução da taxa fotossintética após o florescimento pode ser ocasionada por vários fatores como estresse hídrico, nebulosidade prolongada, destruição de área foliar (pragas e doenças) e alta população de plantas. Essa situação implica na necessidade de utilização das reservas da planta, principalmente do colmo para o enchimento de grãos. Neste contexto, o presente trabalho objetivou avaliar o efeito da população de plantas e níveis de desfolha em características agronômicas e produtividade do híbrido de milho Pioneer 30F35. O experimento foi conduzido no Campo Experimental da C.Vale em Palotina - PR no ano agrícola 2006/2007. Utilizou-se delineamento em blocos ao acaso em esquema fatorial (4x5), com quatro repetições. Os fatores avaliados foram quatro populações de plantas (45.000, 55.000, 65.000 e 75.000 plantas ha⁻¹) e cinco níveis de desfolha (sem desfolha 0%, 12,5%, 25%, 37,5% e 50% de desfolha) no pleno florescimento feminino (estilo-estigma visível). Verificou-se que não houve interação entre população de plantas e índice de desfolha, para o híbrido de milho estudado, para as variáveis biométricas e características produtivas estudadas. O índice de remobilização das plantas de milho não foi afetado pela variação da população de plantas, porém, a desfolha acima de 25% afetou negativamente esta variável. O aumento da população de plantas resultou em plantas com menor diâmetro de colmo e elevação na porcentagem de plantas quebradas. O aumento da população plantas e do nível de desfolha resultou em queda na maioria dos componentes da produção e produtividade do híbrido de milho Pioneer 30F35.

Palavras-chave: *Zea mays*, Componentes da produção, Crescimento de plantas.

LEVEL EFFECT OF DEFOLIATION AND POPULATION OF PLANTS IN THE CULTURE OF CORN ON THE REGION WEST OF PARANÁ.

Author: MARCHI. S.L.

Adviser: Prof. Dr. GUIMARÃES V. F.

ABSTRACT

The corn (*Zea mays L.*) is considered one of the main species used in the world, once that around 150.4 millions of hectares are cultivated per year, which contribute to the production of roughly 812.2 millions tons of grains. The reduction of the photosynthetic rate after the flowering can occur due to several factors as water stress, long foggy, destruction of the leaf area (plague and illnesses) and a high population of plants. This situation needs the usage of a store, mainly from the stem to filling the grains. In this context, the current work intended to evaluate the effect of the plants population, the levels of defoliation in agronomic aspects and the yield of the hybrid corn Pioneer 30F35. An experiment was conducted on a field of Palotina – PR C.Vale Experimental Field in the agricultural year of 2006/2007. It was used the delineation in blocks, at random, using a factor scheme (4 x 5), with four replications. The factors evaluated were four plants population (45.000, 55.000, 65.000 and 75.000 plants ha⁻¹) and five levels of defoliation (without defoliation 0%, 12.5%, 25%, 37.5% and 50% of defoliation) in full female flowering (notorious stigma-style). It was found to succeed that an interaction between the plants population and the rate of defoliation to the hybrid corn studied, to the biometric variables and the productive aspects studied happened. The rate of plants remobilization was not affected by the plants population change, although, the defoliation above 25% has negatively affected this variable. The rise of the plants population resulted in plants with less diameter of stem and a rise percentage of broken plants. This enlargement of the plants population and the level of defoliation resulted in a fall of the greater part of the production components and yield of the hybrid corn Pioneer 30F35.

Key Words: *Zea mays*, yield components, plant growth

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	x
LISTA DE TABELAS	xi
1 INTRODUÇÃO	8
2 REVISÃO DE LITERATURA	10
2.1 A CULTURA DO MILHO E ASPECTOS AMBIENTAIS	10
2.2 EFEITO DA VARIAÇÃO DA POPULAÇÃO DE PLANTAS NA CULTURA DO MILHO	14
2.3 NÍVEIS DE DESFOLHA NA CULTURA DO MILHO	17
3 MATERIAL E MÉTODOS	21
3.1 CONDIÇÕES EXPERIMENTAIS	21
3.1.1 Local	21
3.1.2 Precipitação pluviométrica no período do experimento	21
3.1.3 Temperaturas mínimas, máximas e médias	22
3.1.3 Condições do solo	22
3.2 DESCRIÇÃO DO MATERIAL VEGETAL	23
3.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	24
3.4 INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO	24
3.5 VARIÁVEIS AVALIADAS	27
3.5.1 Variáveis biométricas não destrutivas	27
3.5.2 Variáveis biométricas destrutivas	27
3.5.3 Componentes da produção e produtividade	28
3.6 ANÁLISE DOS DADOS	30
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
4.1 POPULAÇÃO DE PLANTAS DE MILHO	33
4.2 NÍVEIS DE DESFOLHA EM PLANTAS DE MILHO	39
4.3 CORRELAÇÕES ENTRE VARIÁVEIS BIOMÉTRICAS NA CULTURA DO MILHO	47
5 CONCLUSÕES	49
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Precipitação pluvial durante o período da pesquisa CEC (Campo Experimental C.Vale) Palotina, PR 2006/2007.	21
FIGURA 2 - Temperaturas (0C) mínimas, máximas e médias durante o período da pesquisa CEC (Campo Experimental C.Vale) Palotina, PR 2007.	22
FIGURA 3 - Número de plantas por cova; a) duas plantas por cova antes desbaste; b) uma planta por cova depois do desbaste.	25
FIGURA 4 - Populações de plantas por hectare e espaçamentos entre covas adjacentes dentro da linha; a) 45.000 plantas ha-1 (26 cm); b) 55.000 plantas ha-1 (21 cm); c) 65.000 plantas ha-1 (18 cm); d) 75.000 plantas ha-1 (15,6 cm).	26
FIGURA 5 - Diâmetro de colmo (DC) de plantas milho (P-30F35), no pleno florescimento (estádio 5) em função de diferentes populações de plantas. Marechal Cândido Rondon – PR, Unioeste, 2006/2007.	34
FIGURA 6 - Percentagem de plantas acamadas (a) e percentagem de plantas quebradas (b) de milho (P-30F35), no pleno florescimento (estádio 5) em função de diferentes populações de plantas. Marechal Cândido Rondon – PR, Unioeste, 2006/2007.	35
FIGURA 7 – Massa seca do colmo e bainha (a); massa seca da parte aérea (b); massa seca da espiga (c) e massa seca do pendão (d) do híbrido de milho (P -30F35), em função de diferentes populações de plantas. Marechal Cândido Rondon – PR, Unioeste, 2006/2007.	36
FIGURA 8 - Número de grãos por espiga (a); número de fileiras por espiga (b); diâmetro da espiga (c) e comprimento de espiga (d) do híbrido de milho (P -30F35), em função de diferentes populações de plantas. Marechal Cândido Rondon – PR, Unioeste, 2006/2007.	37
FIGURA 9 - Produtividade de milho (P-30F35) em função de diferentes populações de plantas. Marechal Cândido Rondon – PR, Unioeste, 2006/2007.	38
FIGURA 10 - Percentagem de plantas quebradas de milho (P – 30F35), no pleno florescimento (estádio 5) em função de diferentes níveis de desfolha de plantas. Marechal Cândido Rondon – PR, Unioeste, 2006/2007.	42
FIGURA 11 - Número de grãos por espiga (a); diâmetro média de espiga (b) e comprimento da espiga sem palha (c) (P – 30F35), em função de diferentes níveis de desfolha de plantas. Marechal Cândido Rondon – PR, Unioeste, 2006/2007.	44
FIGURA 12 - Razão de espiga (a); índice de remobilização (b); massa de 1000 grãos (c) e produtividade (d) do híbrido de milho (P -30F35), em função de diferentes níveis de desfolha de plantas. Marechal Cândido Rondon – PR, Unioeste, 2006/2007 Significativo pelo teste F ($P \leq 0,01$).	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Características químicas do Latossolo Vermelho eutroférico onde foi realizado o experimento (Palotina PR 2006)	23
Tabela 2: Resumo da análise de variância de altura de plantas (AP), altura de inserção da 1ª espiga (AIE), diâmetro basal do colmo (DC), porcentagem de plantas quebradas (PQ), porcentagem de plantas acamadas e índice de espiga (IE) de plantas de milho, híbrido 30F35, em função de variações na população e índice de desfolhas de plantas. Marechal Cândido Rondon – PR, Unioeste, 2006/2007.....	31
Tabela 3: Resumo da análise de variância da massa seca de folhas (MSF), massa seca do colmo e bainha (MSCB), massa seca da espiga (MSE), massa seca do pendão (MSP) massa seca total parte área (MSTPA), área foliar (AF), índice de remobilização (IR), de plantas de milho, híbrido 30F35, em função de variações na população e índice de desfolhas de plantas. Marechal Cândido Rondon – PR, Unioeste, 2006/2007	32
Tabela 4: Resumo da análise de variância de diâmetro de espiga sem palha (DE), comprimento de espiga sem palha (CE), número de fileiras de grãos por espiga (NFE), número de grãos por espiga (NGE), razão de grãos de espiga (RE), massa de 1000 grãos (M 1000) e produtividade (PRD) de milho, híbrido 30F35, em função de variações na população e índice de desfolhas de plantas. Marechal Cândido Rondon – PR, Unioeste, 2006/2007	32
Tabela 5: Médias de altura de plantas (AP), altura de inserção da 1ª espiga (AIE), porcentagem de plantas acamadas (PA), índice de espiga (IE), área foliar (AF), índice de remobilização (IR), razão de grãos da espiga (RE) e massa de 1000 grãos (M 1000) de plantas de milho, híbrido 30F35, em função de variações na população de plantas. Marechal Cândido Rondon – PR, Unioeste, 2006/2007	33
Tabela 6: Médias de altura de plantas (AP), diâmetro basal do colmo (DC), percentagem plantas acamadas (PA), índice de espiga (IE) e número de fileiras de grãos por espiga (NFE) de plantas de milho, híbrido 30F35, em função de diferentes níveis de desfolha de plantas. Marechal Cândido Rondon – PR, Unioeste, 2006/2007	40
Tabela 7: Médias de massa seca de folhas (MSF), massa seca de colmo e bainha (MSCB), massa seca da espiga (MSE), massa seca do pendão (MSP), massa seca total da parte aérea (MSTPA) e área foliar (AF) de plantas de milho, híbrido 30F35, em função de diferentes níveis de desfolha de plantas. Marechal Cândido Rondon – PR, Unioeste, 2006/2007.....	41
Tabela 8: Correlações existentes entre variáveis biométricas da cultura do milho, híbrido 30F35, em função da variação da população de plantas. Marechal Cândido Rondon – PR, Unioeste, 2006/2007.....	48

1 INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é considerado uma das principais culturas utilizadas no mundo, visto que anualmente são cultivados cerca de 150,4 milhões de hectares, os quais contribuem para a produção de aproximadamente 812,2 milhões de toneladas de grãos. Os maiores produtores mundiais deste grão, são USA, China, Índia e em seguida o Brasil, que tem uma projeção de produção para safra 2007/08 de 14,6 milhões de hectares e uma produção de 57,8 milhões de toneladas (primeira e segunda safra) (CONAB, 2008).

O milho, comparativamente a outras espécies cultivadas, tem experimentado avanços significativos nas mais diversas áreas do conhecimento agrônomo, bem como naquelas concernentes à ecologia e etnobiologia, propiciando melhor compreensão de suas relações com o meio e o homem. Tais interações mostram-se fundamentais para o exercício da previsão do comportamento da planta, quando submetida a estímulos e ações negativas advindas da atuação de agentes bióticos e abióticos no sistema produtivo.

Grande parte da massa seca do milho (90%) provém da fixação de CO₂ pelo processo de fotossíntese. Portanto, uma das causas da queda de produtividade da cultura é a deficiência de luz ou falta de área foliar em períodos críticos do desenvolvimento, como no caso do enchimento de grãos (BÜLL, 1993).

Segundo Fancelli (1988) a destruição de 25 % da área foliar do milho em sua porção terminal, próximo à etapa do florescimento, foi responsável pela redução de 32% da produção. Após a fecundação, os grãos em formação, tornam-se “drenos” preferenciais para a planta, a qual deverá satisfazê-los de forma intensiva e contínua. Assim, a redução da taxa fotossintética das folhas superiores (fonte), após o florescimento, fatalmente resultará na queda considerável da produção (FANCELLI, 2000).

A redução da taxa fotossintética após o florescimento poderá ser ocasionada por vários fatores como, seca; excesso de chuva; nebulosidade prolongada; relação desfavorável entre N e K (normalmente excesso de nitrogênio); destruição de área foliar (pragas e doenças) e alta população (redução da incidência de luz). Essa situação implicará na necessidade de utilização das reservas do colmo no enchimento de grãos que, conforme o nível de estresse gerado poderá favorecer a incidência de fungos de solo do gênero *Fusarium*, *Diplodia*, *Colletotrichum* e *Pythium*

(FANCELLI, 2000). Além de debilitarem e reduzirem a produtividade da cultura pode ocasionar o acamamento (quebramento) e a morte das plantas, dificultando a colheita (REIS e CASA, 1996).

Assim, a integridade e a capacidade de armazenamento de excedentes de fotoassimilados por parte do colmo são de suma importância para o período de enchimento de grãos, atuando, em inúmeras situações, como órgão equilibrador da limitação de “fonte”, promovendo a remobilização de carboidratos de reserva.

O Brasil figura entre os maiores produtores e exportadores de carne de frango e suínos do mundo, e além do que, apresenta condições favoráveis para ampliar mais esta produção devido às grandes áreas disponíveis para explorar a produção de grãos, principalmente na região Centro-Oeste do país, onde existem condições favoráveis de clima e mecanização. A cultura do milho é também de suma importância para a região Oeste do Paraná, já que a mesma está entre as maiores produtoras de carne de frango e suínos do Brasil, e o milho compõe a maior parte do alimento consumido por estes animais. Apesar de ser uma das maiores regiões produtoras de milho do país, a mesma está limitada em abertura de novas áreas de cultivo, então se faz necessário uma maximização da produção e conhecimento mais focado para esta região, para que o produtor possa aumentar sua produtividade com a mesma quantidade de área existente. Os fatores bióticos e abióticos no sistema produtivo, tais como, ataque de pragas, doenças, seca, excesso de chuva, geadas entre outros, estão diretamente relacionados com perdas na produtividade e qualidade dos grãos.

Neste contexto, o presente trabalho teve como principais objetivos avaliar o efeito da população de plantas e níveis de desfolha em características agronômicas e produtividade do híbrido de milho Pioneer 30F35.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A CULTURA DO MILHO E ASPECTOS AMBIENTAIS

O milho possui elevado potencial produtivo e acentuada habilidade fisiológica na conversão de carbono em compostos orgânicos, os quais são translocados das folhas e de outros tecidos fotossinteticamente ativos (fonte) para locais onde serão estocados ou metabolizados (dreno). As relações fonte-dreno podem ser alteradas sobremaneira pelas condições de solo, clima, estágio fisiológico e nível de estresse da cultura (FANCELLI, 2000).

A fotossíntese inicia sua função de fornecer fotoassimilados para a planta de milho quando esta atinge o estágio de duas folhas completamente desenvolvidas. Atualmente um ponto importante relacionado com a folha é o seu ângulo de inserção no caule. O conceito de cultivar moderno consiste em que a planta apresente grande número de folhas acima da espiga, com lâminas eretas e pendentes na região mediana, aumentando a eficiência na interceptação da energia radiante. Ressalta-se que as folhas acima da espiga são responsáveis por 50% a 80% da massa seca acumulada nos grãos. Contudo, a produtividade depende do número de grãos polinizados e desenvolvidos e da quantidade de fotoassimilados disponíveis (MAGALHÃES et al., 1995).

O número potencial de óvulos (grãos) por espiga é determinado quando as plantas atingem 10 a 12 folhas com o colar visível, muito antes do espigamento, momento, em que se estabelece o número real de grãos por espiga. Nesse período, sob ausência de deficiência hídrica e nutricional, os principais fatores que condicionam o número de grãos são interceptação de radiação solar e temperatura do ar. Assim, para se obter o máximo número de grãos por unidade de área, em determinada densidade de plantas, é recomendável fazer com que o pendoamento ocorra nos dias mais longos do ano, de modo a condicionar a máxima área foliar de plantas com a maior disponibilidade de radiação solar (RODRIGUES e DIDONET, 2003).

O colmo, além de suportar as folhas e partes florais, serve também como órgão de reserva (sacarose). O armazenamento se dá após o crescimento vegetativo e antes do início de enchimento de grãos, isto porque, antes dessa fase,

todo carboidrato é usado na formação de novas folhas. Os fotoassimilados são armazenados, porque a fotossíntese não diminui então os fotoassimilados são armazenados em alguns órgãos da planta, nesse caso o colmo. O colmo contém considerável reserva de fotoassimilados, que podem ser translocados para a espiga quando a fonte de fotoassimilados não é suficiente (MAGALHÃES et al., 1995).

A produtividade do milho depende do número de grãos por unidade de área e da quantidade de fotoassimilados disponíveis para esses grãos. É variável entre os diferentes híbridos ou cultivares e é influenciada por fatores de ambiente que predominam no período em torno da fertilização. Nesse período crítico, deficiência hídrica, deficiência nutricional, elevado número de dias nublados (baixa disponibilidade de radiação solar), sombreamento devido às altas populações podem provocar abortamento de flores, mesmo depois de fertilizados, reduzindo o número de grãos por espiga (RODRIGUES e DIDONET, 2003).

Segundo Palhares (2003) a produtividade de uma cultura de milho depende diretamente da relação intrínseca estabelecida entre a planta e o ambiente físico em que se encontra, com ênfase para a temperatura, luz, ventos e disponibilidade hídrica, o que determina a adaptação de diferentes genótipos para diferentes ambientes, em função do manejo adotado.

Para Fancelli e Dourado-Neto (2004) inúmeras evidências experimentais apontam que a temperatura constitui-se em um dos fatores de produção mais importantes e decisivos para o desenvolvimento do milho, embora a água e demais componentes climáticos exerçam diretamente sua influência no processo. Temperaturas elevadas prevaletes no período noturno ($>24^{\circ}\text{C}$) promovem um consumo energético elevado, em função do incremento da respiração celular, ocasionando menor saldo de fotoassimilados, com conseqüente queda na produtividade da cultura.

Shaw (1977) relatou que as maiores produções de milho ocorrem onde as temperaturas nos meses mais quentes oscilam de 21°C a 27°C . Aparentemente, segundo o autor acima citado, não existe um limite máximo de temperatura para a produção de milho, no entanto, a produtividade tende a diminuir com o aumento da temperatura.

O conceito de temperatura ótima deve ser visto com cautela pois, esta temperatura varia com o estágio de desenvolvimento da planta, por exemplo, a temperatura ótima para germinação não é a mesma para floração ou frutificação,

podendo ainda ser diferente da temperatura ótima para o desenvolvimento vegetativo (NUNES, 1993).

O milho, em função de suas etapas de desenvolvimento, necessita acumular quantidades distintas de energia térmica ou calor, que são designadas como unidades calóricas (UC), unidades térmicas de desenvolvimento (UTD) ou graus-dia (GD). Graus-dia são definidos como a diferença entre a temperatura média diária e a temperatura mínima ou temperatura base exigida por uma espécie (VILLA NOVA et al., 1972).

A radiação solar é praticamente a única fonte de energia para os processos fisiológicos e bioquímicos que ocorrem nos vegetais. Sendo assim, a produção final de massa seca de uma planta depende, em última instância, da eficiência com que as folhas convertem energia radiante em energia química, por meio da fotossíntese (ASSIS et al., 1989).

Com relação à luz, a cultura do milho responde com altas produtividades a crescentes intensidades luminosas, em virtude de pertencer ao grupo de plantas "C4", o que lhe confere alta produtividade biológica. O milho é, originalmente, uma planta de dias curtos, embora os limites dessas horas de luz não sejam idênticos e nem bem-definidos para os diferentes cultivares. A ocorrência de dias longos pode promover o aumento de sua fase vegetativa e do número de folhas, ocasionando o atraso no florescimento (FANCELLI e DOURADO-NETO, 2004).

A água constitui-se em um dos mais importantes elementos de seleção do tipo de vegetação que se desenvolve em uma região. Para o milho, as maiores exigências em água se concentram na fase de emergência, florescimento e formação do grão. Todavia, no período compreendido entre 15 dias antes ("emborrachamento") e 15 dias após o aparecimento da inflorescência masculina (pendão), o requerimento de um suprimento hídrico satisfatório aliado a temperaturas adequadas torna tal período extremamente crítico (FANCELLI e DOURADO-NETO, 2004).

Em média, o desenvolvimento do grão se completa cerca de 50 a 55 dias após a fertilização. Esse período pode variar entre cultivares e, dentro de uma mesma cultivar, além do que, os fatores ambientais também induzem pequenas variações (MAGALHÃES et al., 1995).

O balanceamento da relação fonte/dreno em milho é muito importante, pois o desequilíbrio nessa relação pode afetar diretamente a produção de grãos. Assim,

limitações na produtividade do milho são explicadas por fatores desfavoráveis tais como pragas, doenças, teor de nutrientes no solo e estresses hídricos que podem ser analisado em termos do suprimento de fotoassimilados (fonte) para os grãos e o potencial dos grãos (dreno) em acomodar estes fotoassimilados. A relação fonte/dreno é da mais alta importância para o milho, pois um desbalanceamento nessa relação pode afetar diretamente a produção (FANCELLI e DOURADO-NETO, 2004).

O milho é uma planta de ciclo vegetativo variado, entretanto, para maior facilidade de manejo e estudo, bem como objetivando a possibilidade do estabelecimento de correlações entre elementos fisiológicos, climatológicos, fitogenéticos, entomológicos, fitopatológicos, e fitotécnicos, o ciclo da cultura do milho foi dividido em 11 estádios distintos de desenvolvimento, adaptado de Nell e Smith (1978) segundo Fancelli (1988).

O estresse hídrico no estágio 2 (plantas com oito folhas) pode afetar o comprimento dos internódios, provavelmente pela inibição da elongação das células em desenvolvimento, concorrendo desta forma para a diminuição da capacidade de armazenagem de fotoassimilados no colmo. Evidências experimentais demonstraram que a destruição total das folhas expostas nesse estágio, mediante a ocorrência de granizo, geada, ataque severo de pragas e doenças e outros agentes, acarretaram quedas na produtividade de ordem de 10 a 25% (FANCELLI e DOURADO-NETO, 2004).

No estágio 3 (plantas com 12 folhas) o potencial de grãos é confirmado (estádio três ao quinto), portanto a ocorrência de deficiências nutricionais, baixa disponibilidade hídrica, granizo, ou ataque de pragas e doenças, podem comprometer seriamente a produção (FANCELLI e DOURADO-NETO, 2004).

No estágio 4 (emissão do pendão) resultados experimentais demonstraram que a produção de grãos pode ser drasticamente afetada neste período, em função da taxa de desfolha. Assim, a perda de cinco folhas superiores de plantas de milho, próximas ao florescimento, promoveu significativamente queda na produtividade da cultura, principalmente pela redução do comprimento das espigas, massa de espigas e de grãos (FANCELLI, 1988).

No estágio 6 (grãos leitosos) observações experimentais demonstraram que 50% dos carboidratos transportados para os grãos são oriundos das folhas localizadas na porção superior da planta, ao passo que aproximadamente 30%

apresentam a contribuição das folhas situadas em seu terço médio, sendo o restante proveniente de suas folhas mais inferiores (ALLISON e WATSON, 1966).

2.2 EFEITO DA VARIAÇÃO DA POPULAÇÃO DE PLANTAS NA CULTURA DO MILHO

A densidade de plantas é uma das práticas culturais que mais interfere na produtividade de grãos de milho, em virtude da pequena capacidade de emissão de afilhos férteis da cultura, da sua organização floral monóica e do curto período de florescimento. A utilização de densidades elevadas estimula a dominância apical. Com isso, a planta utiliza a maior parte dos recursos disponíveis na produção e dispersão de pólen à custa da redução nas taxas de crescimento e desenvolvimento da espiga e dos estigmas, levando à esterilidade feminina e a assincronia entre antese e espigamento (SANGOI et al., 2002b).

Altas densidades de semeadura reduzem, de forma mais acentuada, a taxa e o crescimento das gemas laterais que do ponto de crescimento da planta. Isso aumenta a defasagem temporal entre a diferenciação do pendão e da espiga superior (SANGOI e SALVADOR, 1996). O aumento desse intervalo altera as taxas de transporte de hormônios e carboidratos dentro da planta. Assim, espigas iniciadas tardiamente recebem menores quantidades dessas substâncias, tendo menos possibilidades de se tornarem funcionais e produzirem grãos, em decorrência da menor capacidade competitiva por fotoassimilados da espiga com as demais estruturas da planta (SANGOI, 2001a).

Além da competição por fotoassimilados entre os diferentes órgãos, mecanismos hormonais estão envolvidos no efeito exercido pela densidade de plantas sobre o desenvolvimento das espigas (SANGOI e SALVADOR, 1998a). Imediatamente após a transformação do ponto de crescimento num primórdio floral masculino, este começa a produzir grandes quantidades de auxinas que desencadeiam intensa atividade de divisão e alongação celular, resultando em incremento marcante na estatura e na produção de massa seca na planta. Em alta densidade, as plantas estão mais próximas entre si nas linhas de cultivo, fazendo com que menor quantidade de radiação solar atinja o ponto de crescimento da

planta. Radiação solar em alta intensidade ou quantidade pode oxidar e inativar parte das auxinas produzidas pelo meristema apical (SANGOI et al., 2002b).

Portanto, em altas densidades de plantas há menor inativação e maior atividade das auxinas dentro da planta. Como a concentração de auxinas necessária para o desenvolvimento do pendão é muito superior à requerida para a formação das espigas, a utilização de altas densidades estimula uma dominância apical de natureza hormonal do pendão sobre as espigas, suprimindo o desenvolvimento das gemas axilares e levando à esterilidade feminina (SANGOI et al., 1998).

Os híbridos modernos produzem pendões menores que requerem menor quantidade de nutrientes e fotoassimilados para suportar o seu desenvolvimento. Além disso, eles produzem menores quantidades de auxinas, diminuindo o seu efeito inibitório sobre o desenvolvimento das espigas. Assim, o menor poder de demanda e a menor dominância apical do pendão sobre as espigas são causas importantes para o maior número de espigas por planta e melhor sincronia floral dos híbridos modernos de milho em densidades elevadas (SANGOI et al., 2002b).

Em adição aos aspectos hormonais envolvidos na dominância apical do pendão sobre a espiga, é importante considerar o papel regulatório dos fitocromos como sensores do grau de fechamento da comunidade e da intensidade da competição intra-específica no dossel. Pesquisas realizadas com diversas espécies têm demonstrado que a quantidade de radiação nas faixas vermelho extremo (Ve) e vermelho (V) pode regular, por meio dos fitocromos, a distribuição dos fotoassimilados e o padrão de crescimento externado pelas plantas (ALMEIDA et al., 2002).

Quando a densidade é alta, a distância entre plantas diminui, o que eleva a quantidade de radiação na faixa do vermelho extremo refletido pelas plantas da comunidade, aumentando a relação Ve/V. O aumento da relação Ve/V decorrente do incremento na densidade de plantas suprime o desenvolvimento de perfilhos em trigo, estimulando a dominância apical (ALMEIDA et al., 2002). Como as espigas de milho são formadas na extremidade de ramificações laterais, morfologicamente análogas aos perfilhos do trigo, infere-se que as alterações na qualidade da luz promovidas pelo aumento na densidade também contribuem para a maior esterilidade feminina do milho em altas densidades. Dessa forma, o intenso adensamento aumenta a relação Ve/V, desencadeando eventos fisiológicos que levam a planta a priorizar a alocação de fotoassimilados para o caule principal,

resultando na supressão do desenvolvimento de ramificações laterais (SANGOI, 2001a).

A produtividade de grãos do milho está diretamente associada às variações no número de grãos por espiga, o qual dependerá das taxas de crescimento externadas pela cultura durante o florescimento. O atraso na transformação das ramificações laterais em primórdios de espiga, observado em altas densidades de plantas, pode afetar o número final de grãos por espiga pelas alterações morfofisiológicas impostas à inflorescência feminina antes do florescimento, durante a fertilização e no início do enchimento de grãos (ANDRADE et al., 2000).

Segundo Sangoi (2001a) o número de grãos por espiga em densidades elevadas também pode ser reduzido pelo aborto de óvulos recentemente fertilizados no início do enchimento de grãos.

A disponibilidade adequada de açúcares solúveis e nitrogênio nas espigas e órgãos próximos, no período compreendido entre a antese e o início da fase de enchimento dos grãos, é fundamental para que a intensa atividade mitótica verificada nos óvulos recém-fertilizados possa ser mantida. Assim, a utilização de altas densidades promove limitações no suprimento de carbono e nitrogênio às espigas logo após a fertilização. Isso ocorre com maior frequência com os grãos localizados na ponta da espiga, os quais são os últimos a serem fertilizados, tendo, por conseguinte, menor poder de demanda dentro da espiga por carboidratos e compostos nitrogenados (ARGENTA et al., 2001).

A menor oxidação de auxinas decorrentes da proximidade das plantas em densidades elevadas estimula a alongação celular. Com isso, os entrenós do colmo são mais longos, aumentando a estatura da planta e a altura de inserção de espigas. Além disso, a maior competição intra-específica por luz, o aumento da dominância apical e o estiolamento das plantas favorecem a redução no diâmetro do colmo (SALISBURY e ROSS, 1992). O incremento da densidade de plantas aumenta a competição entre indivíduos por água, luz e nutrientes, reduzindo a disponibilidade de fotoassimilados para atender à demanda para enchimento de grãos e manutenção das demais estruturas da planta (SANGOI e SALVADOR, 1998a). Após a floração, o fluxo de fotoassimilados dentro da planta é direcionado prioritariamente ao enchimento de grãos. Quando o aparato fotossintético não produz fotoassimilados em quantidade suficiente para a manutenção dos tecidos, a maior demanda exercida pelos grãos por esses produtos leva os tecidos da raiz e da base

do colmo a senescerem precocemente fragilizando essas regiões (TOLLENAAR et al., 1994).

A maior estatura de planta, a maior distância entre o ponto de inserção da espiga no colmo e o solo, o menor diâmetro do colmo e a sua maior fragilidade em altas densidades favorecem o aumento da porcentagem de plantas acamadas e/ou quebradas antes da colheita. A redução na sustentabilidade da planta e a maior incidência de doenças são as duas limitações mais importantes ao aumento da densidade na cultura de milho, embora a arquitetura de plantas dos híbridos modernos contribua para reduzir a sua suscetibilidade ao acamamento e quebra de colmos (ARGENTA et al., 2001).

De acordo com Mundstock (1977) o melhor arranjo das plantas, teoricamente, é aquele que proporciona uma distribuição mais uniforme das plantas na linha de semeadura, possibilitando melhor utilização da luz, da água e dos nutrientes. Para Pereira (1991), a população ideal depende da cultivar, da fertilidade do solo, da disponibilidade hídrica e da época de semeadura. Desse modo, a produtividade tende a se elevar com o aumento da população de plantas, até atingir determinado número de plantas por área, que é considerada como população ótima. Após esse ponto, a produtividade decresce com o aumento do número de plantas por área. Quando a densidade de plantas é baixa, ocorre certa compensação por meio do aumento no número de espigas, em razão da prolificidade do genótipo e, ou, variação no tamanho de espiga, o que pode minimizar a diferença da produtividade.

2.3 NÍVEIS DE DESFOLHA NA CULTURA DO MILHO

A redução da atividade fisiológica das principais fontes produtoras de carboidrato causada pela desfolha, na fase reprodutiva, interfere na redistribuição de fotoassimilados dentro da planta, alterando a velocidade e intensidade da senescência foliar e, conseqüentemente, os padrões de acúmulo de massa seca nos grãos (UHART e ANDRADE, 1995). A translocação dos produtos da fotossíntese da fonte para os diversos drenos se faz pelo floema. Embora o modelo de transporte pelo floema represente simplesmente o movimento da fonte para o dreno, o caminho específico entre eles é altamente complexo, pois nem todos os drenos são

igualmente supridos por todas as folhas da planta, uma vez que cada fonte supre drenos específicos. O modelo de distribuição dos assimilados é em grande parte, função da proximidade entre os órgãos, as fontes e os drenos, do estágio de desenvolvimento dos órgãos drenos, das conexões vasculares e da alteração nos caminhos de translocação em que, na ausência de uma conexão direta entre fonte e dreno (ex. desfolha), as conexões vasculares (anastomoses) constituem um caminho alternativo (TAIZ e ZEIGER, 1998).

Estes efeitos podem diferir em função da exigência calórica do material para o florescimento. Híbridos superprecoces, pelo fato de disporem de menos tempo para investirem no seu aparelho fotossintético e na formação das inflorescências, podem ter o acúmulo de massa seca nos grãos mais comprometidos por estresses impostos à planta na fase de florescimento, tais como a redução da relação fonte/dreno causada pela desfolha (FANCELLI, 2000).

As cultivares superprecoces diferenciam o seu pendão floral mais rapidamente, alcançando a fase de florescimento com menor número de folhas, menor área foliar e porte mais baixo do que as cultivares tardias, que passam maior tempo vegetando antes de transformarem e seu ponto de crescimento num primórdio floral (SANGOI, 2001b). Em razão dessas características morfofisiológicas, os híbridos superprecoces dispõem, em condições edafoclimáticas semelhantes, de uma menor superfície fotossinteticamente ativa durante o seu período de enchimento de grãos do que os materiais tardios (baixa relação entre fonte e dreno). Por outro lado, materiais mais exigentes em soma térmica para florescer apresentam menor eficiência do que os materiais tardios para alocarem massa seca à espiga, em razão do menor poder de demanda de suas espigas (alta relação entre fonte e dreno) (SANGOI et al., 2002b).

Além da exigência calórica do material, dois fatores que podem modificar drasticamente as relações entre fonte e dreno, e interferir na distribuição e acúmulo de massa seca da planta são a densidade de semeadura e a desfolha durante a fase de florescimento. O incremento na população de plantas por área promove maior competição intra-específica pelos recursos do ambiente, reduzindo a área foliar e aumentando o sombreamento na comunidade. Ambas as características reduzem a quantidade de radiação fotossinteticamente ativa, alterando a taxa e duração do período de enchimento de grãos (SANGOI e SALVADOR, 1998b).

Frey (1981) relatou que a retirada de 50% dos limbos foliares na época de emissão de 50% dos pendões ocasionou sensível redução da taxa de acúmulo de massa seca da parte aérea e da massa seca da espiga, por proporcionar um menor período para o enchimento de grãos.

Nesta mesma linha de pesquisa, Blitz (1982) realizou trabalho visando avaliar os efeitos na produtividade de grãos ocasionados por 0, 25, 50, 75 e 100% de desfolha em plantas de milho. Concluiu que desfolhações extensivas durante o período de crescimento ativo da folha diminuíram o número de grãos por espiga, ao passo que a remoção das folhas, após a polinização, diminuiu a massa de grãos e o período para seu enchimento. Ainda, de forma geral, os efeitos se ampliaram com o aumento da desfolha efetuada além do período de 40% do pendoamento, sendo mais notório em épocas úmidas do que em épocas secas.

Resultados semelhantes foram obtidos por Diaz (1983) onde a desfolha durante o florescimento causou a maior redução de produtividade comparando com o tratamento testemunha. Os componentes da produção afetados pela desfolha no estágio mencionado foram: número de grãos por planta, número de espigas por planta, comprimento da espiga e massa de 1000 grãos.

A participação das folhas na produção e a distribuição da massa seca em milho, após o florescimento, também foram avaliadas por Alisson e Watson (1966). Que verificaram maior parte do acúmulo de massa seca após o florescimento foi proporcionada pelas folhas superiores. As cinco folhas superiores, as quatro medianas e as seis basais representavam, respectivamente, 26, 42 e 32% da extensão da área foliar, sendo a contribuição estimada dos três grupos de folhas mencionados para a produção de massa seca da planta corresponde a 40, 45 e 15%, respectivamente. A diminuição da massa do colmo causada pela desfolha, segundo os autores, sugeriu que a massa seca previamente armazenada foi transferida para o grão. Entretanto, a produção da massa seca depois do florescimento foi mais que suficiente para a plena formação e enchimento dos grãos e a fotossíntese antecedente a esta época pouco contribuiu para tal evento.

Com o objetivo de avaliar o efeito da remoção de folhas na acumulação de massa seca e teor de umidade dos grãos e taxa de formação da camada preta, Tollenaar e Daynard, (1978) submeteram plantas de milho à desfolha no florescimento e em intervalos subseqüentes de duas semanas até a 6ª semana. Concluíram que o número de grãos foi consideravelmente afetado pela retirada das

folhas durante as duas primeiras semanas após o florescimento, enquanto que a desfolha tardia afetou principalmente a massa de grãos. Ainda, constataram que o teor de sólidos solúveis no colmo decresceu rapidamente após a remoção das folhas, indicando uma utilização acelerada de carboidratos solúveis contidos no colmo para o enchimento de grãos.

Da mesma forma Daynard et al. (1969) já haviam reportado a evidência de nítida redução na massa seca do colmo, com início em 2 a 3 semanas depois da emergência de 50% dos estilo-estigmas, correspondente ao período de maior acúmulo de massa seca pela espiga. Contudo, em decorrência da participação diferenciada de grupos de folhas presentes na planta de milho na determinação da produção, a retirada de folhas em estádios iniciais de desenvolvimento do milho pode não afetar a produção final.

Genótipos mais exigentes em unidades térmicas para florescimento apresentam normalmente área foliar exuberante, característica importante, principalmente em ambientes tropicais, para que a cultura possa competir eficientemente com outras espécies de rápido crescimento, bem como ser submetida à desfolha ocasionada por insetos e outros agentes bióticos e abióticos (FANCELLI e DOURADO - NETO, 2000).

A influência dos fatores limitantes da produtividade de uma cultura pode ser melhor compreendida se o potencial máximo de sua produtividade for conhecida. No entanto, o ambiente impõe uma série de limitações para que o genótipo expresse o seu potencial, fazendo com que a produtividade obtida freqüentemente seja menor que a potencial esperada. O potencial de produtividade de uma cultura pode ser definido como a obtida quando cultivada em ambiente à qual está adaptada, com nutrientes e água não limitantes, e com insetos, doenças, plantas daninhas, excessos hídricos e outros estresses efetivamente controlados (ARGENTA et al., 2001).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

3.1.1 Local

O experimento foi conduzido a campo no município de Palotina, região Oeste do Estado do Paraná, em área denominada de CEC (Campo Experimental C.Vale), localizada na Linha Santa Fé, de propriedade da C.Vale - Cooperativa Agroindustrial, à latitude 24º17' S, longitude 53º55' W, numa altitude de 370 metros.

3.1.2 Precipitação pluvial no período do experimento

Os valores de precipitação durante a condução do experimento são apresentados na Figura 1.

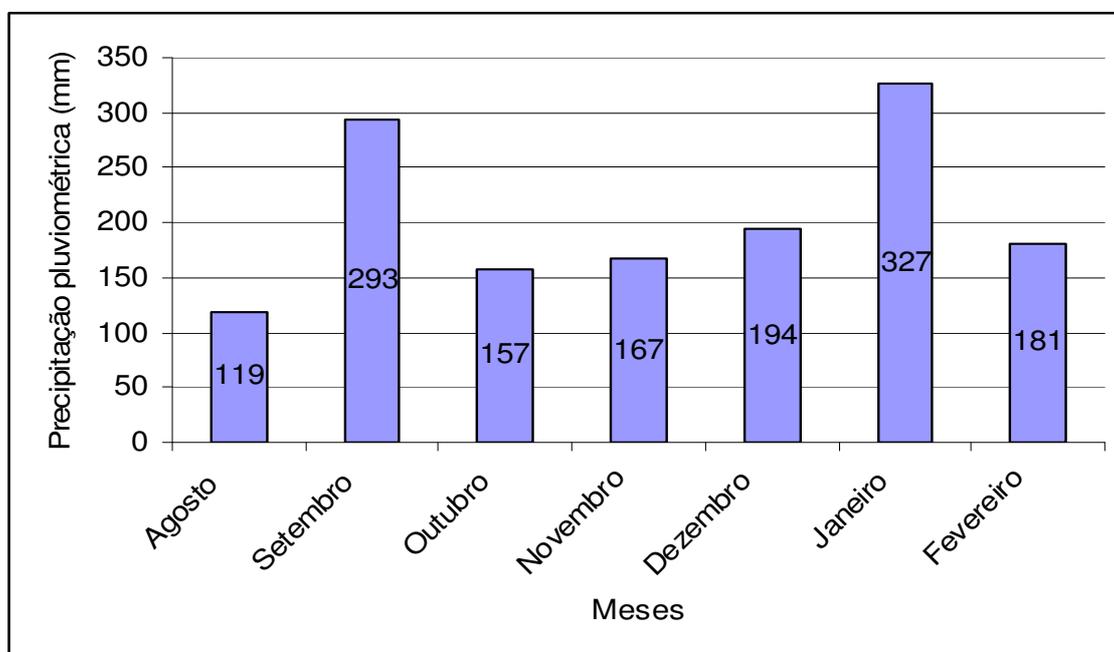


FIGURA 1 - Precipitação pluvial durante o período da pesquisa CEC (Campo Experimental C.Vale) Palotina, PR 2006/2007.

3.1.3 Temperaturas mínimas, máximas e médias

Os valores de temperaturas mínimas, máximas e médias durante o período de condução do experimento são apresentados na Figura 2.

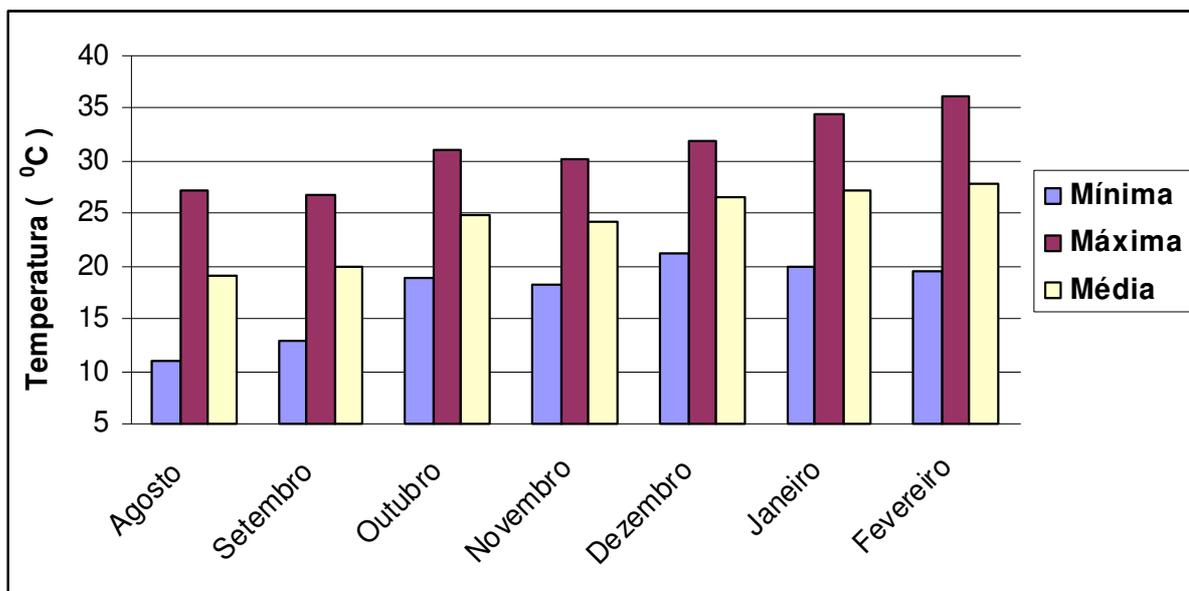


FIGURA 2 - Temperaturas (°C) mínimas, máximas e médias durante o período da pesquisa CEC (Campo Experimental C.Vale) Palotina, PR 2007.

Fonte: Estação Agrometeorológica Campo Experimental C.Vale, Palotina, 2006/2007.

3.1.3 Condições do solo

O solo da área experimental onde foi instalado o ensaio é classificado como Latossolo Vermelho eutrófico (Embrapa, 1999), cujas características químicas são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1: Características químicas do Latossolo Vermelho eutroférico onde foi realizado o experimento (Palotina PR 2006)

Características químicas	UNIDADES	Resultados	Micronureientes	UNIDADES	Resultados
P	mg/dm ³	30,30	Cu	mg/dm ³	6,56
M.O	g/dm ³	17,53	Zn	mg/dm ³	7,43
pH	CaCl ₂ 0,01 mol L ⁻¹	5,40	Fe	mg/dm ³	39
H⁺+Al³⁺	cmol _c /dm ³	3,97	Mn	mg/dm ³	264
Al³⁺	cmol _c /dm ³	0,00	-	-	-
K⁺	cmol _c /dm ³	0,63	-	-	-
Ca²⁺	cmol _c /dm ³	7,83	-	-	-
Mg²⁺	cmol _c /dm ³	1,94	-	-	-
SB	cmol _c /dm ³	10,40	-	-	-
CTC	cmol _c /dm ³	14,37	-	-	-
V	%	72,37	-	-	-
Al	%	0,00	-	-	-

Fonte: Laboratório de análise de solo Coodetec – Cooperativa Central de Pesquisa Agrícola, Cascavel, 2006.

3.2 DESCRIÇÃO DO MATERIAL VEGETAL

O híbrido de milho Pioneer 30F35 utilizado no trabalho é um híbrido simples, com uniformidade de plantas e espigas e teoricamente possui maior potencial de produção do que outros tipos de híbridos, porém, a sua estabilidade é menor em virtude de sua base genética estreita (GERAGE et al., 2001). O híbrido de milho P-30F35 que foi utilizado no estudo é semiprecoce, tem exigência térmica de 840 unidades térmicas (UT) para alcançar o pendoamento-espigamento, possui alto potencial produtivo, apresenta elevado nível de resposta ao aumento da população de plantas (limite sugerido para o híbrido para espaçamento de 80 a 90 cm entre linhas e população de plantas de 55.000 a 65.000 plantas ha⁻¹), é resistente ao acamamento, moderadamente resistente a algumas doenças como *P. polysora*, *Exserohilum turcicum*, *Phaeosphaeria*

maydis, *Corn stunt* – enfezamento, doenças do colmo e *Cercospora zeae-maydis* (PIONEER, 2006).

3.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso em esquema fatorial (4x5), sendo quatro populações de plantas (45.000, 55.000, 65.000 e 75.000 plantas ha⁻¹), e cinco níveis de desfolha de plantas (sem desfolha 0% e com, 12,5%, 25%, 37,5% e 50% de desfolha), com quatro repetições, totalizando 80 parcelas experimentais.

Para os tratamentos de desfolha foi removida da parcela, integralmente, a lâmina foliar das folhas na fração intermediária do colmo, nas quais localizavam as espigas das plantas. Assim se as plantas de uma determinada parcela apresentavam 16 folhas verdes, para 12,5% foram removidas duas folhas, a folha índice (folha da espiga) e uma folha acima da espiga; para 25% quatro folhas, a folha índice, uma abaixo e duas acima da espiga; para 37,5% seis folhas, a folha índice, duas abaixo e três acima da espiga; e para 50%, oito folhas, a folha índice, três abaixo e quatro acima da espiga. Tais folhas foram removidas quando 50% das plantas apresentavam-se espigadas (estilete-estigma visíveis), nas parcelas sem desfolha as folhas permaneceram intactas.

Cada parcela teve as dimensões de quatro linhas espaçadas de 0,85 cm por 5 metros de comprimento totalizando 17 m². Utilizando-se como área da parcela útil as duas linhas centrais, desprezando-se 0,5 m de cada extremidade, totalizando 6,8 m².

3.4 INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

O experimento foi conduzido em sistema de semeadura direta (cinco anos), sobre uma cobertura morta de trigo. Foi realizada dessecação para eliminação das plantas daninhas existentes (em torno de 20 dias antes da semeadura), utilizando-se 3,3 L ha⁻¹ do herbicida glifosate.

A sementeira foi realizada no dia 27/09/2006 (ano agrícola 2006/2007). Foram utilizados na adubação de sementeira, 30 kg N, 74 kg P₂O₅ e 67 kg K₂O ha⁻¹, em função dos resultados da análise de solo. Também foram aplicados 90 kg de N ha⁻¹, na forma de uréia, como adubação de cobertura, quando as plantas apresentaram seis folhas totalmente expandidas.

A sementeira foi realizada manualmente por intermédio de semeadoras do tipo bazuca, depositando-se duas sementes por cova. Quando as plantas atingiram o estágio 1: quatro folhas totalmente desdobradas (adaptado de Nel e Smith 1978, Fancelli 1988), realizou-se o desbaste deixando apenas uma planta por cova, ficando assim ajustado à população aos valores definidos para cada tratamento (Figura 3).



FIGURA 3 - Número de plantas por cova; a) duas plantas por cova antes desbaste; b) uma planta por cova depois do desbaste.

O espaçamento utilizado entre linhas foi de 0,85 m, e o espaçamento entre plantas na linha foi de 26, 21, 18 e 15,6 cm, respectivamente para as densidades de 45.000, 55.000, 65.000 e 75.000 plantas por hectare, resultando em média 3,8; 4,7; 5,5 e 6,4 plantas por metro, respectivamente, (Figuras 4 a, b, c, d) para cada população de plantas.

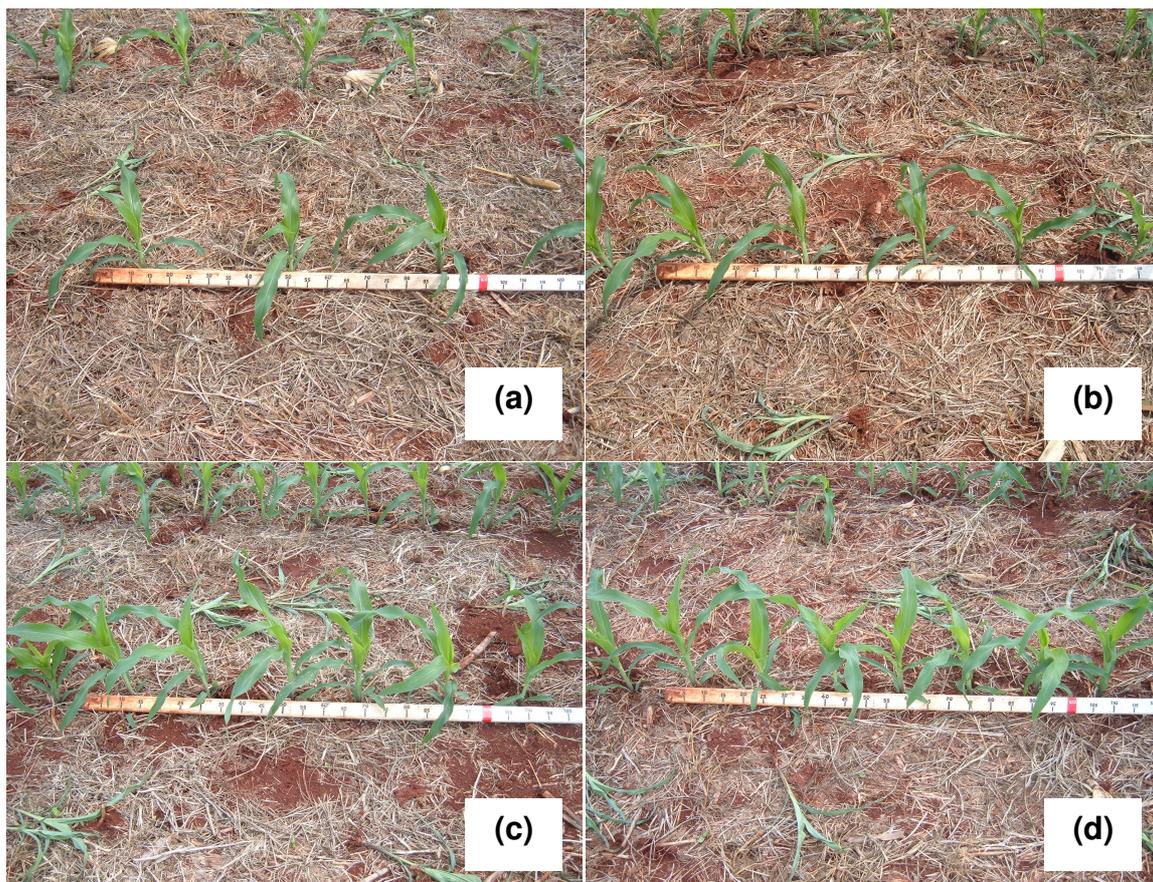


FIGURA 4 - Populações de plantas por hectare e espaçamentos entre covas adjacentes dentro da linha; a) 45.000 plantas ha⁻¹ (26 cm); b) 55.000 plantas ha⁻¹ (21 cm); c) 65.000 plantas ha⁻¹ (18 cm); d) 75.000 plantas ha⁻¹ (15,6 cm).

Uma combinação de Atrazina 4 L ha⁻¹ + Metolaclo 2 L ha⁻¹, foi aplicada logo após a sementeira para controle em pré-emergência das plantas daninhas. Foram realizadas ainda, durante o ciclo da cultura, mais duas capinas manuais para controle das plantas e para controle de percevejos (*Dichelops melacanthus* e *D. furcatus*) foi aplicado o inseticida Imidacloprid + Beta-cyfluthrin (Connect) 0,62 L ha⁻¹, lagarta do cartucho (*Spodoptera flugiperda*) foram realizadas três aplicações duas com Lufenuron (Match CE) 0,3 L ha⁻¹ e uma com Spinosad (Tracer) 0,05 L ha⁻¹.

3.5 VARIÁVEIS AVALIADAS

3.5.1 Variáveis biométricas não destrutivas

Altura de plantas (AP): foram medidas em cm, seis plantas por parcela experimental, do colo da planta até a curvatura da folha bandeira, no pleno florescimento feminino (estilo-estigma visíveis), utilizando uma régua de 4 metros, obtendo-se assim a altura média das plantas (IAPAR, 2004).

Altura da inserção da espiga principal (AIE): foram medidas em cm, seis plantas por parcela experimental, do colo da planta até a inserção da 1ª espiga, obtendo-se assim a altura média das espigas (IAPAR, 2004).

Diâmetro de colmo (DC): foi medido ao acaso, o colmo de seis plantas no pleno florescimento feminino (estilo-estigma visíveis), dentro da parcela útil de cada tratamento e repetição. Essa medição foi realizada com auxílio de paquímetro na metade do primeiro entrenó expandido, obtendo-se assim o diâmetro médio basal dos colmos da parcela.

Plantas acamadas (PA): foram contadas todas as plantas acamadas na área útil da parcela. As mesmas foram divididas pelo número total de plantas da área útil da parcela, obtendo assim a percentagem de plantas acamadas. As plantas foram consideradas acamadas quando o ângulo entre a base do colmo e o nível do solo foi inferior a 45° (IAPAR, 2004).

Plantas quebradas (PQ): foram contadas todas as plantas quebradas na área útil da parcela. As mesmas foram divididas pelo número total de plantas da área útil da parcela, obtendo-se assim a percentagem de plantas quebradas na parcela. As plantas foram consideradas quebradas quando os colmos apresentaram ruptura significativa no seu tecido de sustentação abaixo do ponto de inserção da espiga superior (IAPAR, 2004).

3.5.2 Variáveis biométricas destrutivas

Massa fresca (MF): foram retiradas das duas extremidades de cada parcela experimental duas plantas, no pleno florescimento feminino (estilo-estigma visíveis). Depois de identificadas, estas foram separadas, em colmo +

bainha (MFCB), lâmina foliar (MFF), estruturas reprodutivas; pendão (MFP) e espiga (MFE); e massa seca total da parte aérea (MFTPA). As amostras foram pesadas separadamente em balança de precisão, obtendo-se assim a massa fresca de cada amostra da parcela.

Massa seca (MS): após as amostras serem acondicionadas em sacos de papel, devidamente identificadas foram levadas para estufa de circulação forçada de ar a 60 °C por 72 horas. Após esse período, estas foram pesadas em balança de precisão, obtendo-se assim a massa seca das amostras, colmo+bainha (MSCB), lâmina foliar (MSF), estruturas reprodutivas; pendão (MSP), espiga (MSE); e massa seca total da parte aérea (MSTPA) de cada parcela.

Área foliar (AF): foram separadas 10 folhas das duas amostras, retiradas para a realização da MF. A área foliar foi estimada segundo metodologia apresentada por Tollenaar (1992), aplicando a expressão: $AF = C \times L \times 0,75$, onde C e L representam, respectivamente, comprimento e largura média em centímetros de cada folha.

Índice de remobilização (IR): o índice de remobilização (parâmetro indicativo da percentagem de reservas do colmo remobilizada aos grãos durante o período de enchimento dos mesmos) foi calculado utilizando a expressão, apresentada por Rajcan e Tollenaar (1999): $IR = (MSE - MSC) / MSE \times 100$, sendo que MSE representa a massa seca do colmo e pendão no espigamento e MSC à massa seca de colmos e pendões na colheita, onde foi coletada no momento da colheita a mesma quantidade das estruturas (colmo e pendão) realizadas no momento da floração feminina.

3.5.3 Componentes da produção e produtividade

Índice de espiga (IE): para determinar o índice de espiga, foi contado o número de espigas da parcela, nas duas linhas centrais em 5 metros de comprimento e dividido pelo número de plantas (estande), das mesmas duas linhas em 5 metros, obtendo-se assim o índice de espigas (IAPAR, 2004).

Número de grãos por espiga (NGE): foram contados o número de grãos de seis espigas dentro da área útil da parcela de cada tratamento e

repetição obtendo-se assim o número médio de grãos por espiga de cada parcela.

Número de fileiras de grãos por espiga (NFE): no momento da colheita foram amostradas seis espigas dentro da área útil da parcela de cada tratamento e repetição, obtendo-se assim o número médio de fileiras de grãos por espiga.

Diâmetro da espiga sem palha (DE): foram coletadas, no momento da colheita, seis espigas sem palha ao acaso, dentro da área útil de cada parcela e a medição foi realizada com auxílio de paquímetro no meio da espiga, obtendo-se assim o diâmetro médio das espigas.

Comprimento da espiga sem palha (CE): foram coletadas no momento da colheita seis espigas sem palha dentro da área útil de cada parcela e foram realizadas medições com auxílio de paquímetro, obtendo assim o comprimento médio das espigas.

Razão de grãos de espiga (RE): foram pesadas todas as partes constituintes das espigas (palha, sabugo e grãos), colhidas na área útil da parcela. Após a debulha dos grãos, foi obtida a massa de grãos. Feito isso, subtraiu-se a massa da espiga (palha e sabugo), obtendo assim a massa de grãos e massa de sabugo + palha. Então foi realizada a divisão da massa de grãos massa de sabugo + palha, obtendo-se então a razão média de grãos de espiga.

Massa de 1000 grãos (M1000): foi avaliada conforme a Regra de Análise de Sementes (Brasil, 1992). Foram utilizados grãos com oito repetições de 100 grãos, por parcela. Para obter a massa média de 100 grãos foram multiplicadas as massas médias das oito sub-amostras da parcela e dividido por 8.

Produtividade (PRD): na avaliação final, foram colhidas, as espigas das duas linhas centrais em 4 metros de comprimento (6,8 m²) deixando uma linha de bordadura de cada lado e 0,5 m nos dois extremos de cada parcela. A colheita foi realizada manualmente e a debulha, foi feita com auxílio de batedor acoplado à tomada de força de um trator Valmet-88 a 1300 rpm. Posteriormente, com o auxílio de uma balança de precisão foi determinada a massa de grãos por parcela, sendo a produtividade expressa em kg ha⁻¹, após a correção da umidade dos grãos para 13% (base úmida).

3.6 ANÁLISE DOS DADOS

Depois de tabulados, os dados foram submetidos à análise de variância, pelo teste F a 5% de probabilidade. Para a resposta das variáveis avaliadas em função da variação da população de plantas e níveis de desfolhas de plantas, realizou-se análise de regressão. A análise de correlação foi utilizada para verificar a relação existente entre as variáveis biométricas mensuradas. As análises foram realizadas com a utilização do programa computacional SAEG 5.0 (UFV, 1993).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas Tabelas 2, 3 e 4, são apresentados os resumos de análise de variância, com os quadrados médios de resíduo dos fatores estudados (população de plantas e níveis de desfolha), bem como da interação entre esses, para todas as variáveis mensuradas.

Verifica-se que não houve interação significativa entre população de plantas e níveis de desfolha para nenhuma das variáveis mensuradas. Para o efeito de população de plantas, houve diferença estatística pelo teste F para DC, PQ (Tabela 2); MSF, MSCB, MSE, MSP e MSTPA (Tabela 3); e DE, CE, NFE, NGE e PRD (Tabela 4). Quanto ao efeito simples de níveis de desfolha, verificou-se diferença estatística para AIE e PQ (Tabela 2); IR (Tabela 3); e DE, CE, NGE, RE, e M1000 e PRD (Tabela 4).

Nas Tabelas 5 e 6 são apresentadas as médias das variáveis que não apresentaram diferença estatística em função da variação da população de plantas e níveis de desfolha. Para as demais variáveis, são apresentados ajustes de funções em função da população de plantas (Figuras 5, 6, 7 e 8) e níveis de desfolha (Figuras 9, 10 e 11).

Tabela 2: Resumo da análise de variância de altura de plantas (AP), altura de inserção da 1ª espiga (AIE), diâmetro basal do colmo (DC), porcentagem de plantas quebradas (PQ), porcentagem de plantas acamadas e índice de espiga (IE) de plantas de milho, híbrido 30F35, em função de variações na população e índice de desfolhas de plantas. Marechal Cândido Rondon – PR, Unioeste, 2006/2007

FV	Quadrado Médio					
	AP	AIE	DC	PQ	PA	IE
Bloco	42,56 ^{ns}	2,70 ^{ns}	0,071 ^{ns}	198,70*	4,37 ^{ns}	0,020 ^{ns}
População	33,37 ^{ns}	105,62 ^{ns}	0,167**	159,72*	6,29 ^{ns}	0,018 ^{ns}
Desfolha	44,14 ^{ns}	141,28*	0,224 ^{ns}	614,42**	4,03 ^{ns}	0,011 ^{ns}
P x D	514,70 ^{ns}	43,75 ^{ns}	0,061 ^{ns}	72,00 ^{ns}	3,71 ^{ns}	0,005 ^{ns}
Resíduo	2271,57	45,92	0,160	50,72	2,48	0,007
CV (%)	2,74	5,86	5,26	55,05	148,98	2,61

^{ns} não significativo pelo teste F; * significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; ** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 3: Resumo da análise de variância da massa seca de folhas (MSF), massa seca do colmo e bainha (MSCB), massa seca da espiga (MSE), massa seca do pendão (MSP) massa seca total parte área (MSTPA), área foliar (AF), índice de remobilização (IR), de plantas de milho, híbrido 30F35, em função de variações na população e índice de desfolhas de plantas. Marechal Cândido Rondon – PR, Unioeste, 2006/2007

FV	Quadrado Médio						
	MSF	MSCB	MSE	MSP	MSTPA	AF	IR
Bloco	0,36 ^{ns}	279,20 ^{ns}	319,15 ^{ns}	0,24 ^{ns}	91,6 ^{ns}	5242,8 ^{ns}	† 7972,7**
População	257,24*	2442,11**	721,01*	3,34*	7515,6**	5366,6 ^{ns}	579,97 ^{ns}
Desfolha	126,24 ^{ns}	567,49 ^{ns}	96,19 ^{ns}	0,86 ^{ns}	1756,4 ^{ns}	2642,8 ^{ns}	70926,6**
P x D	126,40 ^{ns}	518,54 ^{ns}	279,09 ^{ns}	0,99 ^{ns}	1948,9 ^{ns}	2078,4 ^{ns}	9967,9 ^{ns}
Resíduo	70,05	424,15	221,58	0,87	1057,0	2069,9	11158,8
CV (%)	16,36	17,78	28,71	22,50	14,58	6,26	55,64

^{ns} não significativo pelo teste F; * significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; ** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 4: Resumo da análise de variância de diâmetro de espiga sem palha (DE), comprimento de espiga sem palha (CE), número de fileiras de grãos por espiga (NFE), número de grãos por espiga (NGE), razão de grãos de espiga (RE), massa de 1000 grãos (M 1000) e produtividade (PRD) de milho, híbrido 30F35, em função de variações na população e índice de desfolhas de plantas. Marechal Cândido Rondon – PR, Unioeste, 2006/2007

FV	Quadrado Médio						
	DE	CE	NFE	NGE	RE	M1000	PRD
Bloco	6,19 ^{ns}	7,80**	1,06 ^{ns}	14699,6*	0,72 ^{ns}	403,9 ^{ns}	338487,9 ^{ns}
População	12,63*	14,50**	1,66*	15819,8*	0,54 ^{ns}	502,0 ^{ns}	1469979,0*
Desfolha	88,68**	35,75**	0,60 ^{ns}	28346,3**	5,00**	22284,1**	41300990,0**
P x D	4,21 ^{ns}	1,23 ^{ns}	0,32 ^{ns}	1453,1 ^{ns}	0,36 ^{ns}	118,4 ^{ns}	870366,8 ^{ns}
Resíduo	3,93	1,31	0,42	3829,1	0,32	271,1	462268,3
CV (%)	3,73	6,88	4,21	10,91	23,55	4,85	8,18

^{ns} não significativo pelo teste F; * significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; ** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

4.1 POPULAÇÃO DE PLANTAS DE MILHO

Na Tabela 5 são apresentados os resultados das variáveis AP, AIE, PA, IE, AF, IR, RE e M1000. O incremento na população de plantas não influenciou no comportamento das mesmas, não ocorrendo diferença estatística significativa para essas variáveis dentro da faixa de variação da população de plantas, utilizado neste trabalho.

Tabela 5: Médias de altura de plantas (AP), altura de inserção da 1ª espiga (AIE), porcentagem de plantas acamadas (PA), índice de espiga (IE), área foliar (AF), índice de remobilização (IR), razão de grãos da espiga (RE) e massa de 1000 grãos (M 1000) de plantas de milho, híbrido 30F35, em função de variações na população de plantas. Marechal Cândido Rondon – PR, Unioeste, 2006/2007

População	AP	AIE	PA	IE	AF	IR	RE	M1000
	-----cm-----		----%----		----cm ² ----			-----g-----
45.000	229,8	112,62	0,64	0,99	737,08	190,43	2,62	345,25
55.000	230,6	115,09	0,53	0,98	743,57	182,12	2,40	340,90
65.000	230,8	116,82	1,67	0,97	708,54	194,22	2,24	338,52
75.000	229,2	117,89	1,39	0,98	717,59	192,65	2,32	333,22
Média	230,1	115,61	1,06	0,98	726,69	189,85	2,40	339,47
CV (%)	2,74	5,86	148,98	2,61	6,26	55,64	23,55	4,85

Não foram verificadas diferenças estatísticas entre as médias de população de plantas pelo teste F.

Na Figura 5 observa-se que o diâmetro do colmo (DC) decresceu de forma linear em função do aumento da população de plantas para o híbrido de milho em questão. Os valores encontrados foram de 2,50 cm para a população 45.000 plantas ha⁻¹ e 2,29 cm para a população de 75.000 plantas ha⁻¹. Segundo Salisbury e Ross (1992) a maior competição intraespecífica por luz, o aumento da dominância apical e o estiolamento das plantas favorecem a redução no diâmetro do colmo. Isso vem corroborar com os resultados encontrados no presente trabalho. Assim também, resultados encontrados por Sangoi e Salvador (1998a) reforçam que, onde houve incremento da densidade de plantas também aumenta a competição entre indivíduos por água, luz e nutrientes, reduzindo a disponibilidade de fotoassimilados para

atender à demanda para enchimento de grãos e manutenção das demais estruturas, principalmente o colmo.

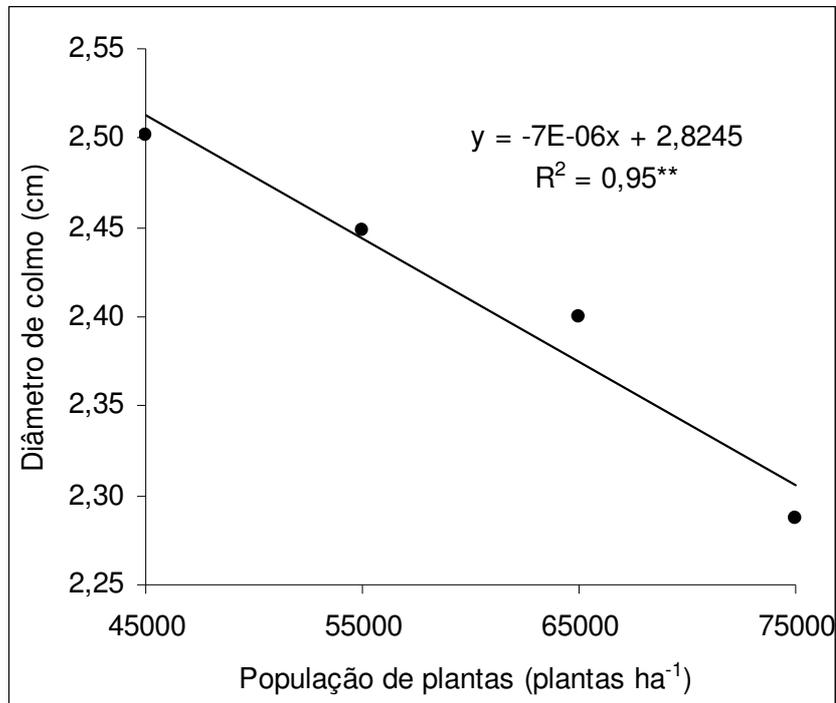


FIGURA 5 - Diâmetro de colmo (DC) de plantas milho (P-30F35), no pleno florescimento (estádio 5) em função de diferentes populações de plantas. Marechal Cândido Rondon – PR, Unioeste, 2006/2007.

Nas Figuras 6a e 6b verifica-se que houve acréscimo linear nas percentagens de plantas acamadas e quebradas, conforme ocorreu um incremento na população de plantas. A percentagem de plantas acamadas variou de 0,5 % para a população de 55.000 plantas ha⁻¹ a 1,6 % para 65.000 plantas ha⁻¹, (Figura 6a) já a percentagem de plantas quebradas variou de 10,6% para 45.000 plantas ha⁻¹ a 17% para 75.000 plantas ha⁻¹ (Figura 6b).

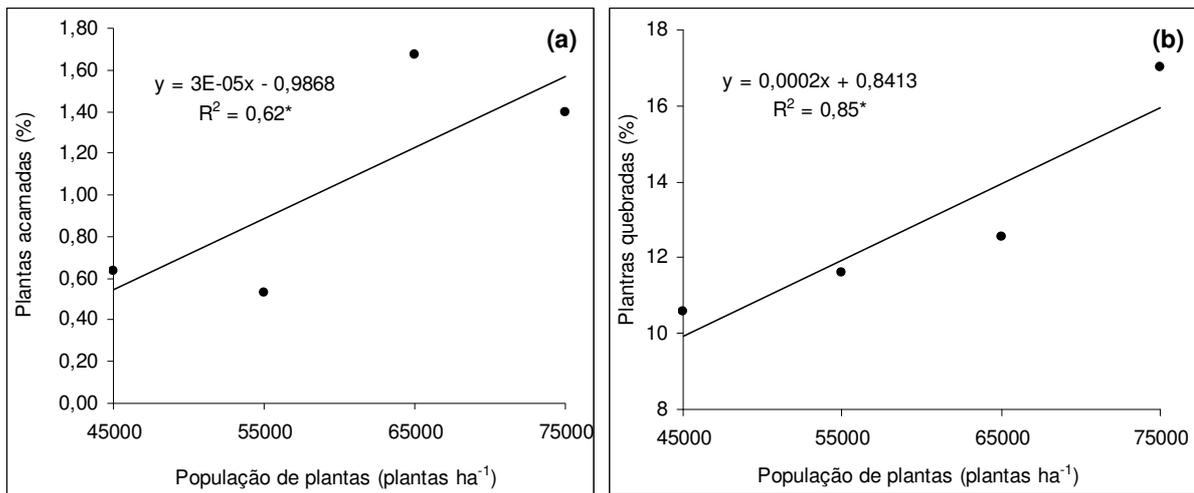


FIGURA 6 - Percentagem de plantas acamadas (a) e percentagem de plantas quebradas (b) de milho (P-30F35), no pleno florescimento (estádio 5) em função de diferentes populações de plantas. Marechal Cândido Rondon – PR, Unioeste, 2006/2007.

Segundo Sangoi et al. (2000b) populações elevadas de plantas aumentam a competição intraespecífica por luz, reduzindo a atividade fotossintética da planta, deixando os colmos mais frágeis, ocorrendo também uma maior incidência de doenças de colmo para a cultura do milho. Conforme Argenta et al. (2001), o menor diâmetro do colmo e sua maior fragilidade em altas densidades favorecem o aumento da percentagem de plantas acamadas e quebradas antes da colheita, corroborando assim com os resultados obtidos em relação ao aumento das percentagens de plantas acamadas e quebradas nesse trabalho.

Nas Figuras 7a, b, c, d, são apresentadas as respostas de acúmulo de matéria seca nos diferentes órgãos das plantas de milho em função da variação da população de plantas. Verifica-se que houve uma redução significativa e linear da massa seca das plantas em função do aumento da população de plantas de milho. Esta redução pode ser explicada pela maior competição por fatores da produção, destacando-se a incidência de radiação luminosa. Outro fator a destacar é a competição por nutrientes, pois não houve aumento do fornecimento de nutrientes em função do aumento da população de plantas. Segundo Sangoi et al., (2002b) em alta densidade, as plantas estão mais próximas entre si nas linhas de cultivo, fazendo com que menor quantidade de radiação solar atinja o ponto de crescimento da planta. Pesquisas realizadas com diversas espécies têm demonstrado que a quantidade de radiação nas faixas vermelho extremo (Ve) e vermelho (V) pode regular, por meio dos fitocromos, a distribuição dos fotoassimilados e o padrão de crescimento externado pelas plantas (ALMEIDA et al., 2002). Dessa forma, o intenso

adensamento aumenta a relação V_e/V , desencadeando eventos fisiológicos que levam a planta a priorizar a alocação de fotoassimilados para o caule principal, resultando na supressão do desenvolvimento de ramificações laterais (SANGOI, 2001a).

A menor oxidação de auxinas decorrentes da proximidade das plantas em densidades elevadas estimula a elongação celular. Com isso, os entrenós do colmo são mais longos, aumentando a estatura da planta e a altura de inserção de espigas. Além disso, a maior competição intra-específica por luz, o aumento da dominância apical e o estiolamento das plantas favorecem a redução no diâmetro do colmo (SALISBURY e ROSS, 1992). O incremento da densidade de plantas aumenta a competição entre indivíduos por água, luz e nutrientes, reduzindo a disponibilidade de fotoassimilados para atender à demanda para enchimento de grãos e manutenção das demais estruturas da planta (SANGOI e SALVADOR, 1998a).

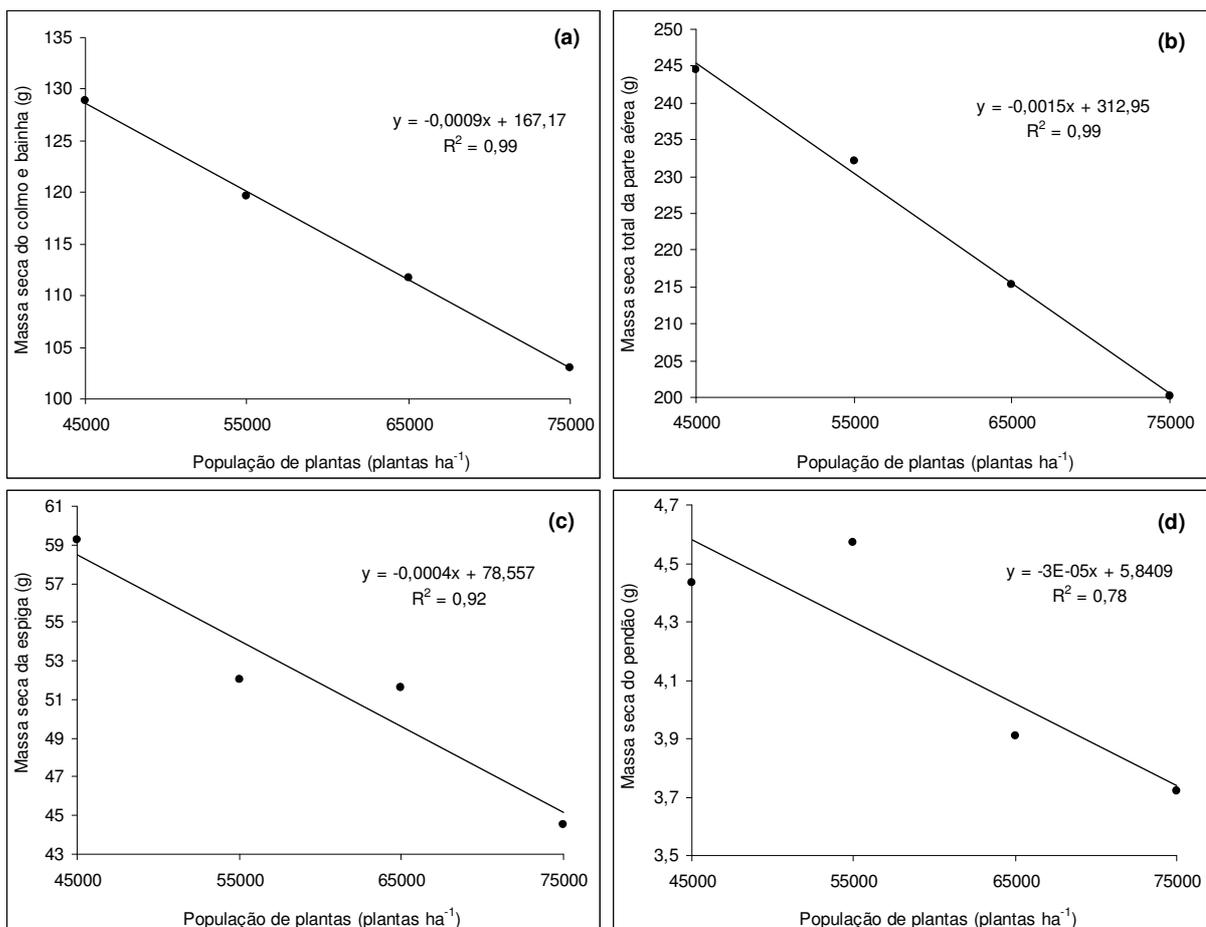


FIGURA 7 - Massa seca do colmo e bainha (a); massa seca da parte aérea (b); massa seca da espiga (c) e massa seca do pendão (d) do híbrido de milho (P -30F35), em função de diferentes populações de plantas. Marechal Cândido Rondon – PR, Unioeste, 2006/2007.

Nas Figuras 8a, b, c, d, verifica-se que as variáveis, número de grãos por espiga (NGE), número de fileiras de grãos por espiga (NFE), diâmetro basal da espiga (DE) e comprimento de espiga sem palha (CE) apresentaram resposta linear decrescente em função do aumento da população de plantas. Rizzardi et al. (1994) verificaram uma redução de 6% no número de grãos por espiga em função do aumento da população de plantas na cultura do milho. Penariol et al. (2003) obtiveram redução no número de grãos por espiga com o aumento da população de 40.000 para 80.000 plantas ha^{-1} . Flesch e Vieira (2004) também obtiveram resultados similares confirmando os resultados do presente trabalho.

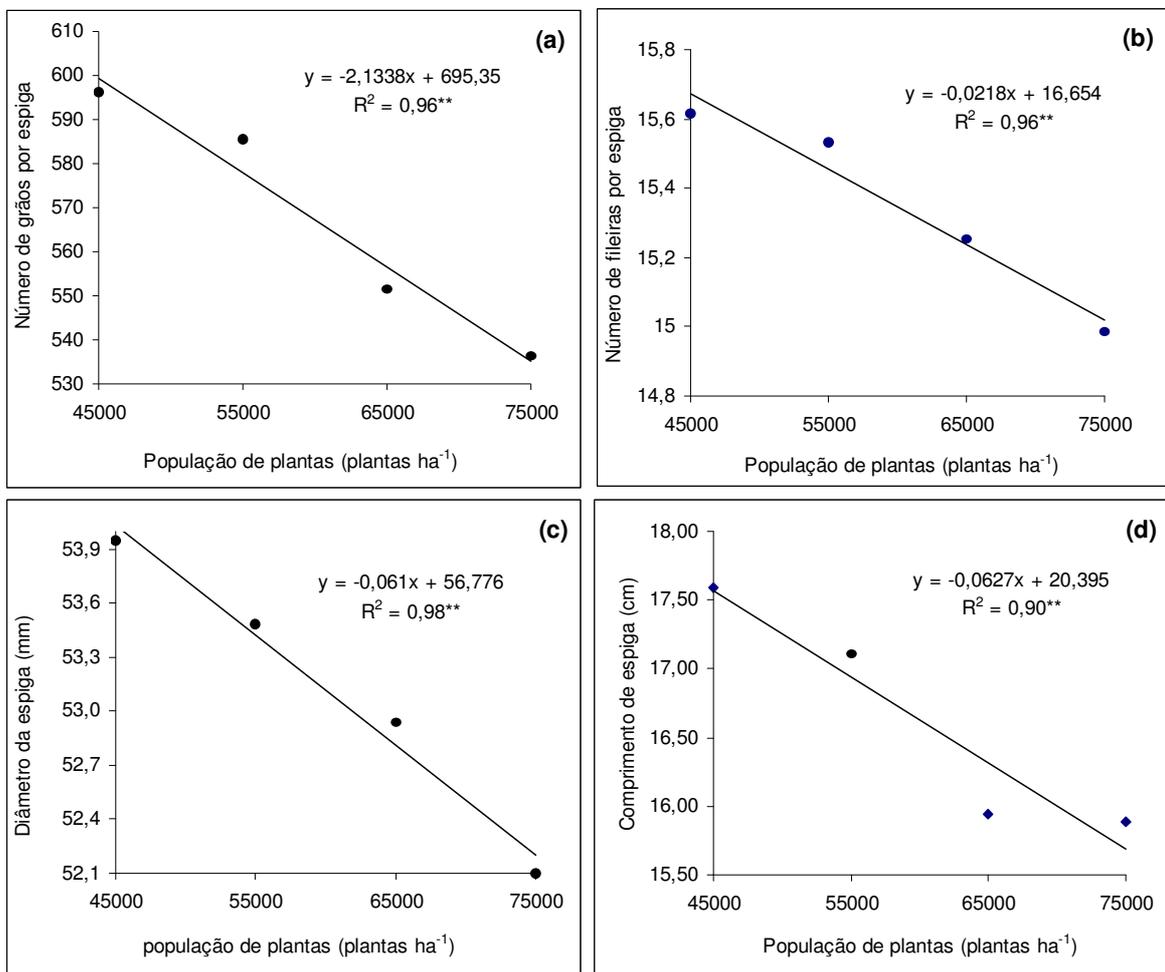


FIGURA 8 - Número de grãos por espiga (a); número de fileiras por espiga (b); diâmetro da espiga (c) e comprimento de espiga (d) do híbrido de milho (P -30F35), em função de diferentes populações de plantas. Marechal Cândido Rondon – PR, Unioeste, 2006/2007.

Os componentes da produção, número de fileiras de grãos por espiga (NFE), diâmetro de espiga (DE) e comprimento de espiga sem palha (CE) tendem a ser mais altos quando a população de plantas é mais baixa. Os valores para NFE foram

de 15,62 fileiras de grãos por espiga para a população de 45.000 plantas ha⁻¹ e 14,98 fileiras de grãos por espiga para a população de 75.000 plantas ha⁻¹. Com relação ao DE foram de 53,95 mm para a população de 45.000 plantas ha⁻¹ e 52,10 mm para a população de 75.000 plantas ha⁻¹. Já os valores para CE ficaram entre 17,59 cm para a população de 45.000 plantas ha⁻¹ e 15,89 cm para a população de 75.000 plantas ha⁻¹. O resultado encontrado por Dourado Neto et al. (2003) corroboram com os resultados encontrados no trabalho, onde os autores encontraram aumento significativo no comprimento de espiga para todos os genótipos e espaçamentos, para as menores populações de planta.

Na Figura 8 está apresentada a resposta da variação da produtividade em função do aumento da população de plantas de milho. A resposta foi polinomial quadrática, ocorrendo aumento na produtividade até populações próximas de 65.000 plantas por hectare, onde se obteve produtividade média de grãos de aproximadamente 8.500 kg ha⁻¹. Em maiores populações de plantas verificou-se uma redução da produtividade da cultura. Pereira (1991) relatou que a produtividade tende a se elevar com o aumento da população de plantas até atingir determinado número de plantas por área, que é considerada como população ótima. Após esse ponto, a produtividade decresce com o aumento do número de plantas por área, ratificando os resultados aqui apresentados.

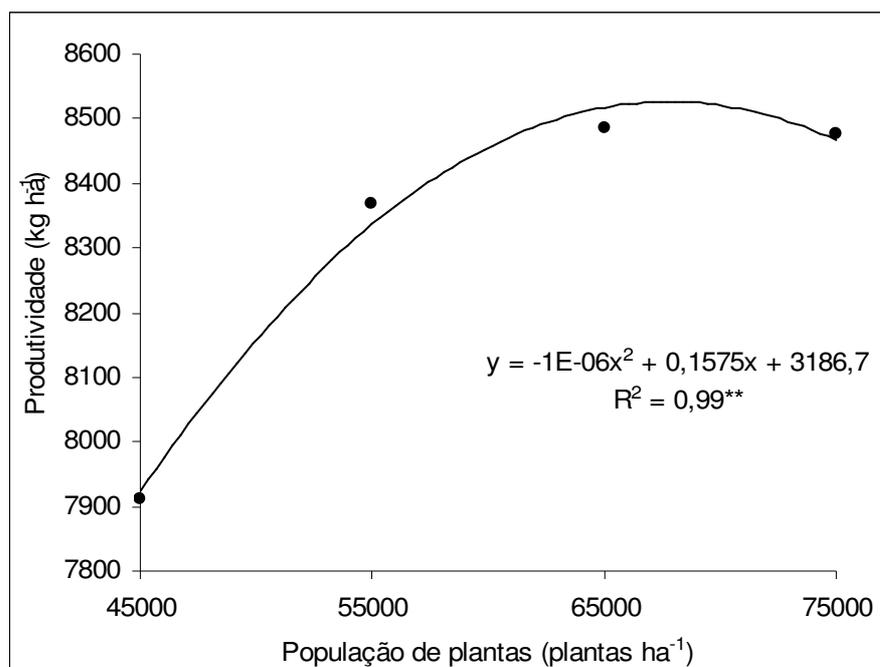


FIGURA 9 - Produtividade de milho (P-30F35) em função de diferentes populações de plantas. Marechal Cândido Rondon – PR, Unioeste, 2006/2007.

4.2 NÍVEIS DE DESFOLHA EM PLANTAS DE MILHO (AIE, PQ, IR, DE, CE, NGE, RE, M1000, PRD)

Na Tabela 6 estão apresentados os resultados das variáveis AP, DC, PA, IE, NFE. Onde verificou-se que os níveis de desfolha não influenciaram no comportamento das mesmas. Quando as mensurações de AP e DC foram realizadas, as plantas já estavam com sua altura e diâmetro dos colmos definidos antes da desfolha. Esses resultados diferiram dos encontrados por Hsu (1978), onde a desfolha parcial causou redução de 42% da produção e também reduções significativas na altura de plantas, altura da inserção de espiga e diâmetro do colmo.

Os níveis de desfolha não influenciaram essa variável (PA) provavelmente porque o híbrido de milho estudado possui resistência ao acamamento (PIONEER, 2006). Embora Uhart e Andrade (1995) e Sangoi et al. (2001b) tenham observado que a redução da relação fonte/dreno imposta pela desfolha alterou o padrão de acúmulo de massa seca nos colmos. A presença de menor superfície fotossinteticamente ativa restringiu o incremento de massa seca nos colmos na fase reprodutiva, fazendo com que estas estruturas passassem a remobilizar suas reservas mais rapidamente para o enchimento de grãos. Os resultados encontrados por Blum et al. (2003) constataram que as plantas submetidas à desfolha promoveram maior ventilação e maior penetração de radiação solar criada pela desfolha, e esse fator pode ter desfavorecido parcialmente a incidência das podridões e conseqüentemente o número de plantas acamadas.

O híbrido de milho (Pioneer 30F35) utilizado no presente trabalho é um material com baixa prolificidade (PIONEER 2006). Este fator fez com que não ocorresse essa diferença com relação ao índice de espigas, quando o material foi submetido aos níveis de desfolha. Os resultados encontrados por Diaz (1983) demonstraram que onde foi realizada a desfolha durante o florescimento houve a maior redução de produtividade, comparando com o tratamento testemunha. Os componentes da produção afetados pela desfolha no estágio mencionado foram: número de grãos por planta, número de espigas por planta, comprimento de espiga e massa de 1000 grãos.

Na Tabela 6 também estão apresentados os valores para número de fileiras de grãos por espiga (NFE). Segundo Nell e Smith (1978) adaptado por Fancelli (1988), de o número de fileiras por espiga é definido quando a planta apresenta de

oito a doze folhas expandidas. Como a desfolha foi realizada no pleno florescimento feminino, o número de fileiras já estava definido explicando a não resposta. Os resultados encontrados por Palhares (2003) vêm corroborar com os resultados encontrados no presente trabalho, onde o autor não observou diferença significativa para o número médio de fileiras por espiga.

Tabela 6: Médias de altura de plantas (AP), diâmetro basal do colmo (DC), percentagem plantas acamadas (PA), índice de espiga (IE) e número de fileiras de grãos por espiga (NFE) de plantas de milho, híbrido 30F35, em função de diferentes níveis de desfolha de plantas. Marechal Cândido Rondon – PR, Unioeste, 2006/2007

Desfolha (%)	AP	DC	PA	IE	NFE
	-----cm-----		----%----		
0,0	230,00	2,45	0,84	0,97	15,18
12,5	232,76	2,41	0,73	0,99	15,23
25,0	230,47	2,35	1,95	0,99	15,28
37,5	228,70	2,41	0,91	0,98	15,38
50,0	228,74	2,43	0,87	0,98	15,67
média	230,13	2,41	1,06	0,98	15,35
CV (%)	2,74	5,26	148,98	2,61	4,21

Não foi verificada diferença estatística entre as médias de níveis de desfolha de plantas pelo teste F.

Na Tabela 7 são apresentados os valores médios para (MSF, MSCB, MSE, MSP, MSTPA e AF). Os níveis de desfolha não interferiram no acúmulo de massa seca alocados pelas diferentes estruturas da planta. Os resultados encontrados por Sangoi e Salvador (1988), diferem dos encontrados no presente trabalho, onde segundo os autores, além da exigência calórica do material, dois fatores podem modificar drasticamente as relações entre fonte e dreno e interferir na distribuição de acúmulo de massa seca da planta, que são a densidade de semeadura e a desfolha durante a fase de florescimento. Ambas as características reduzem a quantidade de radiação fotossinteticamente ativa, alterando a taxa e redução do período de enchimento dos grãos. Sangoi et al. (2002a) estudando dois híbridos de milho encontraram resultados que também diferem dos encontrados no presente trabalho, onde para os autores a remoção de metade das folhas no pleno

florescimento feminino (estilo-estigmas visíveis) nos dois híbridos, fez com que as folhas remanescentes recebessem maior insolação, o que refletiu num incremento da massa seca foliar na fase inicial do período de enchimento de grãos, mesmo nas densidades mais altas. Por outro lado, à medida que a demanda da espiga por carboidratos aumentou, a desfolha acelerou a senescência foliar dos híbridos. Segundo os mesmos autores a matéria seca alocada no colmo e pendão de ambos os híbridos foi significativamente modificada pela desfolha. Nas parcelas não desfolhadas, os dois híbridos incrementaram a massa seca dos colmos durante a primeira metade do período de enchimento de grãos.

Tabela 7: Médias de massa seca de folhas (MSF), massa seca de colmo e bainha (MSCB), massa seca da espiga (MSE), massa seca do pendão (MSP), massa seca total da parte aérea (MSTPA) e área foliar (AF) de plantas de milho, híbrido 30F35, em função de diferentes níveis de desfolha de plantas. Marechal Cândido Rondon – PR, Unioeste, 2006/2007

Desfolha (%)	MSF	MSCB	MSE	MSP	MSTPA	AF
	-----g-----					--cm ² --
0,0	50,70	111,14	49,72	4,25	215,81	713,47
12,5	47,03	110,64	50,13	4,04	211,84	717,05
25,0	51,09	113,87	50,37	3,91	219,25	727,25
37,5	54,79	118,70	54,76	4,51	232,76	746,32
50,0	52,21	124,83	54,28	4,08	235,39	729,38
média	51,16	115,84	51,85	4,16	223,01	726,69
CV (%)	16,36	17,78	28,71	22,50	14,58	6,26

Não foi verificada diferença estatística entre as médias de níveis de desfolha de plantas pelo teste F.

Na Figura 9 é apresentada a percentagem de plantas quebradas (PQ) em função dos níveis de desfolhas das plantas. Verifica-se uma resposta linear decrescente para a percentagem de plantas quebradas, em função do nível de desfolha de plantas.

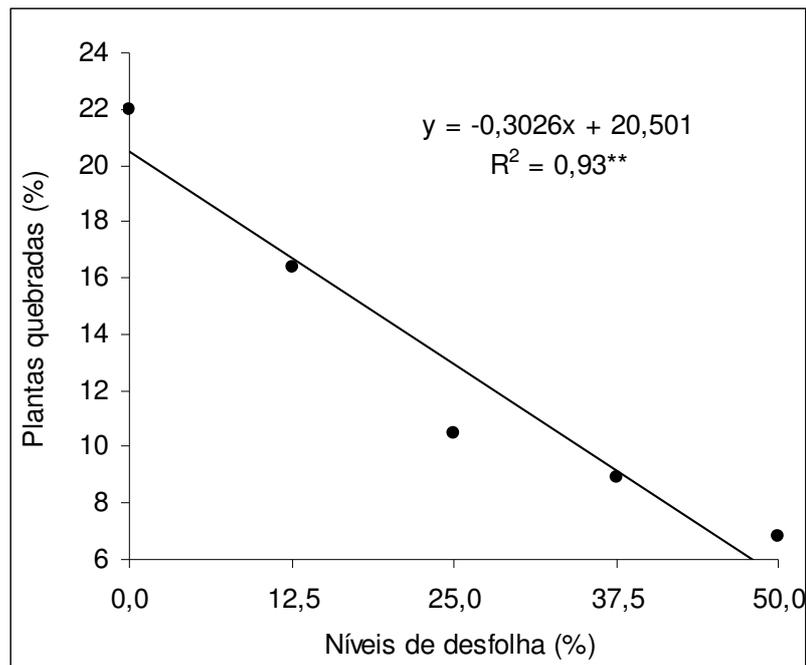


FIGURA 10 - Percentagem de plantas quebradas de milho (P – 30F35), no pleno florescimento (estádio 5) em função de diferentes níveis de desfolha de plantas. Marechal Cândido Rondon – PR, Unioeste, 2006/2007.

Büll (1993) relatou, em função de estudos realizados no CNPMS (Centro Nacional Pesquisa de Milho e Sorgo – Embrapa) com vários genótipos de milho, que o quebramento do colmo mostrou ser uma característica influenciada pelo ambiente, podendo ou não ocorrer, dependendo do ano agrícola. Quando ocorre, pode ser associado à relação fonte/dreno da planta. Os resultados encontrados por Sangoi et al. (2001b) quando analisaram quatro populações de plantas e um nível de desfolha de 50% no pleno florescimento feminino (estilo-estigmas visíveis) retirado as folhas medianas, mostraram que o maior direcionamento de fotoassimilados do colmo para os grãos do híbrido superprecoce fragilizou a estrutura de sustentação da planta, aumentando a sua suscetibilidade a quebra e acamamento quando a atividade das folhas foi limitada pelo uso de alta densidade ou pela desfolha. Os valores encontrados ficaram entre 0,5% de plantas quebradas e acamadas para 25.000 plantas ha⁻¹ e 12,6% de plantas quebradas e acamadas para 100.000 plantas ha⁻¹. Assim sendo esses valores diferem dos valores encontrados no presente trabalho, onde para os menores níveis de desfolha foram observadas maiores percentagens de plantas quebradas.

Nas Figuras 11 a, b, c, são apresentadas as resposta de número de grãos por espiga, diâmetro e comprimento da espiga, respectivamente, em função do nível

de desfolhas das plantas. Houve redução destas variáveis em função do aumento do nível de desfolha das plantas. Esta redução pode ser explicada pela redução da área foliar e produção de fotoassimilados nas folhas. Fancelli (1988) obteve resultados experimentais similares, demonstrando que a produção de grãos para a cultura do milho foi drasticamente afetada em função da taxa de desfolha realizada próximo ao florescimento. Esta redução foi atribuída, principalmente à redução do comprimento das espigas, massa de espigas e massa de grãos. Diaz (1983) estudando a mesma cultura obteve resultados semelhantes onde a desfolha durante o florescimento causou a maior redução de produção, e os componentes da produção mais afetados pela desfolha no estágio mencionado foram o número de grãos por planta, comprimento de espiga e massa de 1000 grãos.

O diâmetro de espiga sofreu efeito negativo ocasionado pelos níveis de desfolha das plantas, pois a variável depende diretamente da produção de fotoassimilados nas folhas e do transporte destes para a espiga no momento do enchimento de grãos.

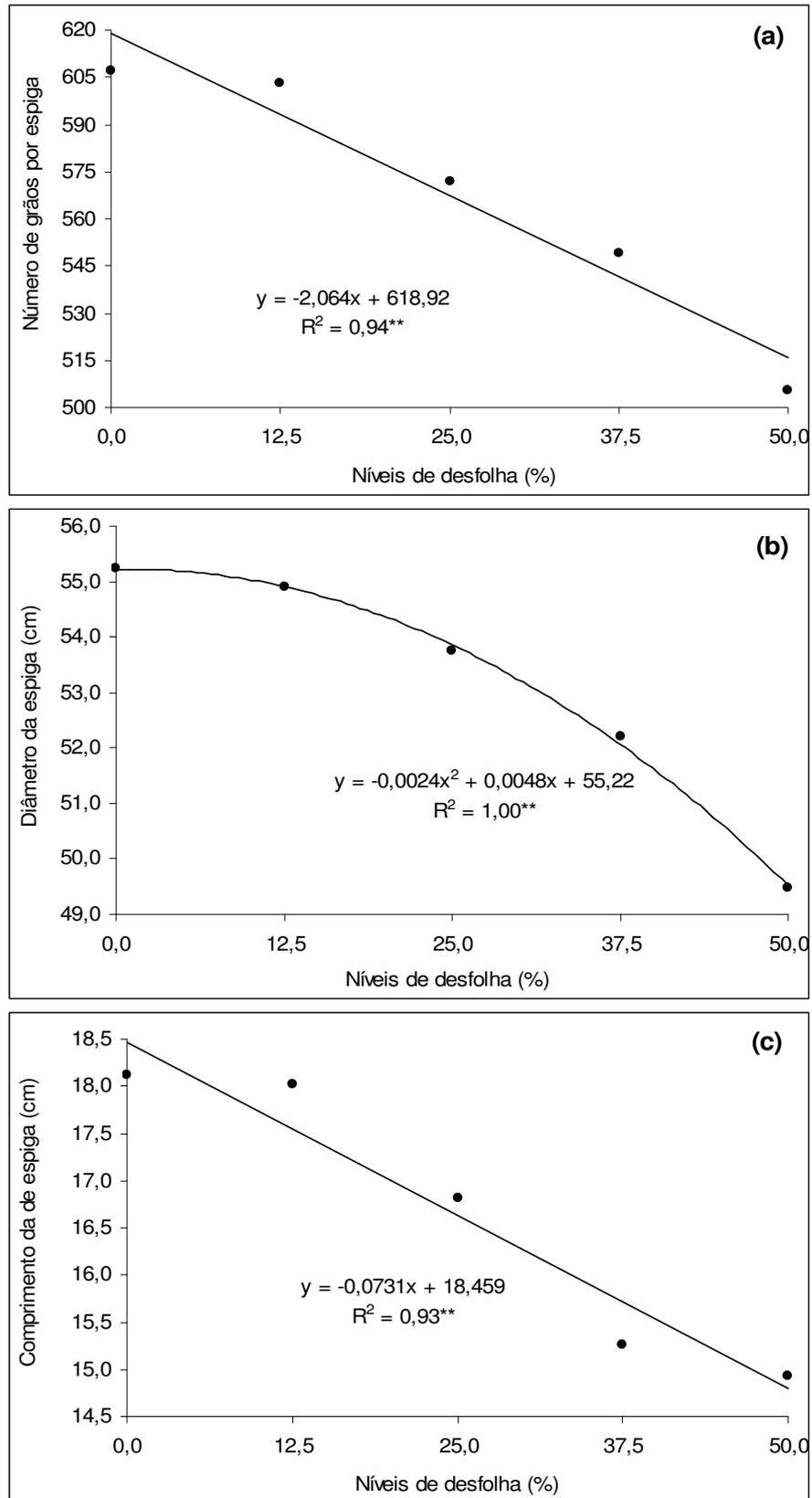


FIGURA 11 - Número de grãos por espiga (a); diâmetro média de espiga (b) e comprimento da de espiga sem palha (c) (P – 30F35), em função de diferentes níveis de desfolha de plantas. Marechal Cândido Rondon – PR, Unioeste, 2006/2007.

Na Figura 11 c verifica-se uma resposta linear decrescente do comprimento da espiga em função do nível de desfolha das plantas. Os valores variaram entre 18,13 cm para as parcelas sem desfolha e 14,93 cm para as parcelas com 50% de desfolha. Fancelli (1988) realizou experimento a campo, onde submeteu plantas de milho à desfolha das cinco folhas superiores e em cinco épocas diferentes, e concluíram que quando a desfolha foi realizada próximo à época de florescimento, promoveu uma significativa queda na produtividade da cultura, principalmente pela redução do comprimento da espiga, massa das espigas e massa de grãos, semelhantes aos encontrados neste trabalho.

Para os valores observados na Figura 12a, verifica-se uma resposta linear crescente para razão de espiga (RE), e decrescente para índice de remobilização (IR). A razão de espiga aumentou conforme ocorreu aumento no nível de desfolha, e os valores foram de 1,87 para as parcelas sem desfolha e 3,13 para as parcelas com 50% de desfolha. Com o aumento nos níveis de desfolha houve diminuição do aparato fotossintético e diminuição no número de grãos por espiga, redução no tamanho do sabugo e na quantidade de palha, diminuindo assim a relação entre a massa dos grãos e a massa da palha + sabugo, aumentando linearmente a razão da espiga (Figura 12a). Os resultados encontrados por Daynard et al. (1969) vêm corroborar com os resultados encontrados no presente trabalho, onde segundo os autores a desfolha realizada nas folhas superiores das plantas em floração, evidenciou significativa queda de produção, demonstrando a importância das folhas do ápice da planta na produtividade final. Dos componentes da produção mais afetados pela desfolha nesse período, destaca-se o número, comprimento e massa de espigas, além do número e massa de grãos.

O índice de remobilização foi reduzido conforme ocorreu aumento no nível de desfolha, e os valores ficaram entre 244,23 para as parcelas sem desfolha e 91,94 para as parcelas com 50% de desfolha. Tal resultado deve-se ao fato de que as plantas submetidas aos níveis de desfolha sofrem redução no seu aparelho fotossintético. Os menores valores do índice de remobilização demonstram que maior foi à remobilização de fotoassimilados translocados do colmo para os grãos no período de enchimento dos mesmos, ficando em 37,64% de remobilização a mais nas parcelas com 50% de desfolha que nas mantidas com sua área foliar intacta. Segundo Rajcan e Tollenaar, (1999), os colmos são estruturas moduladoras de grande importância para a definição da produtividade de grãos quando as folhas

sofrem algum tipo de prejuízo na fase reprodutiva da cultura. Uhart e Andrade, (1995), também relataram que o colmo pode atuar como órgão equilibrador da limitação da fonte, promovendo a remobilização dos carboidratos de reserva armazenados até o início do enchimento de grãos.

Analisando-se a Figura 12c e d verifica-se uma resposta polinomial quadrática para massa de 1000 grãos (M1000) e produtividade (PRD). Ocorreu uma diminuição na massa de 1000 grãos conforme ocorreu aumento no nível de desfolha e o valor percentual entre 0% e 50% de desfolha obteve 24,06 % a mais para as plantas sem desfolha. Os resultados acima estão de acordo com Diaz (1983) que observou que um dos componentes da produção mais afetados pela desfolha durante o florescimento é a massa de 1000 grãos. Alisson e Watson (1966) analisaram a participação das folhas na produção e a distribuição da massa seca em milho após o florescimento. Os resultados encontrados evidenciaram que as cinco folhas superiores, as quatro folhas medianas e as seis folhas basais representavam, respectivamente, 26, 42 e 32% da extensão da área foliar, sendo a contribuição estimada dos três grupos de folhas mencionados para a produção de massa seca da planta corresponde a 40, 45 e 15%, respectivamente.

Para a resposta da produtividade (Figura 12 d), ocorreu uma diminuição na produtividade conforme ocorreu aumento no nível de desfolha. Os valores ficaram em 9.781 kg ha⁻¹ para a área sem desfolha e 5.909 kg ha⁻¹ na área com 50% de desfolha, ou seja, produtividade obtida na área onde as plantas apresentavam suas folhas intactas ficou 60,41% superior aquela onde foi realizado 50% de desfolha. Para Uhart e Andrade (1995), a redução da atividade fisiológica das principais fontes produtoras de carboidratos causada pela desfolha na fase reprodutiva interfere na redistribuição de fotoassimilados dentro da planta, alterando a velocidade e intensidade de senescência foliar, e, conseqüentemente, os padrões de acúmulo de massa seca nos grãos. O resultado encontrado por Sangoi et al. (2001b) vêm corroborar com o resultado encontrado no presente trabalho, onde os valores encontrados pelos autores foram, em média para os três híbridos testados 11.132 kg ha⁻¹ para as parcelas com seu aparato fotossintético intacto e 6.123 kg ha⁻¹ para as parcelas com desfolha. Menezes e Cícero (1994), também observaram que as perdas na produtividade do milho estão associadas ao número de folhas retiradas, onde os valores variaram de 8,3%, para uma folha; de 15,3% para três folhas e até 29,9% para quatro folhas retiradas.

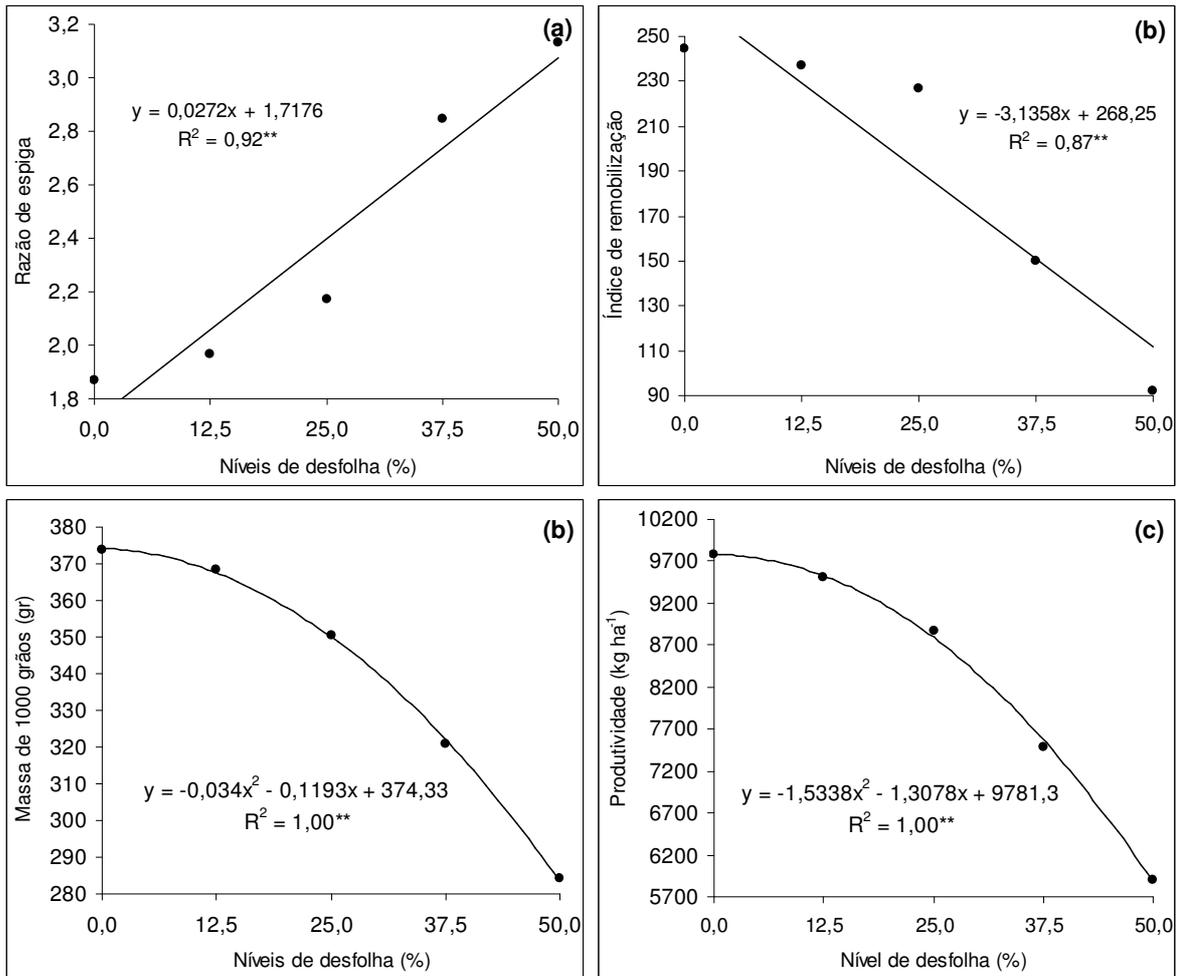


FIGURA 12 - Razão de espiga (a); índice de remobilização (b); massa de 1000 grãos (c) e produtividade (d) do híbrido de milho (P -30F35), em função de diferentes níveis de desfolha de plantas. Marechal Cândido Rondon – PR, Unioeste, 2006/2007 Significativo pelo teste F ($P \leq 0,01$).

4.3 CORRELAÇÕES ENTRE VARIÁVEIS BIOMÉTRICAS NA CULTURA DO MILHO

Com intuito de verificar as relações existentes entre as variáveis biométricas que foram influenciadas pela variação da população e níveis de desfolha de plantas de milho, realizadas neste estudo, são apresentadas na Tabela 8 as correlações entre tais variáveis.

Tabela 8: Correlações existentes entre variáveis biométricas da cultura do milho, híbrido 30F35, em função da variação da população de plantas. Marechal Cândido Rondon – PR, Unioeste, 2006/2007

Variáveis	Coefficiente de correlação (r)
AP x AIE	-0,15 ^{ns}
AP x DC	0,51 ^{ns}
AP x PA	-0,03 ^{ns}
AP x PQ	-0,65 ^{ns}
AIE x DC	-0,93*
AIE x PA	0,78 ^{ns}
AIE x PQ	0,84 ^{ns}
DC x PA	-0,69 ^{ns}
DC x PQ	-0,98**
PA x PQ	0,59 ^{ns}

^{ns} não significativo pelo teste T de Student; *Significativo pelo teste T de Student ($P \leq 0,05$);

**Significativo pelo teste T de Student ($P \leq 0,01$);

Verifica-se que existem correlações significativas e negativas entre a altura de inserção de espiga e diâmetro basal do colmo, com alto coeficiente de correlação ($r = -0,93$) e entre o diâmetro basal do colmo e percentagem de plantas quebradas, apresentando coeficiente de correlação de ($r = -0,98$). Quanto às outras variáveis verificam-se coeficientes de correlação altos em alguns casos, contudo, sem apresentar significância, indicando não relação entre estas. Os resultados aqui confirmam os relatos da literatura que a influência do aumento da população de plantas sobre a altura de inserção das espigas resulta em aumento no quebramento e acamamento de plantas pela redução do DC, dificultando a colheita e reduzindo a produtividade (TOLLENAAR et al., 1994; SANGOI e SALVADOR, 1998a; ARGENTA et al., 2001).

5 CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos e nas condições em que o experimento foi conduzido, concluiu-se que:

- Não houve interação entre população de plantas e índice de desfolha, para o híbrido de milho Pioneer 30F35, considerando as variáveis biométricas e características produtivas estudadas;
- O índice de remobilização das plantas de milho não foi afetado pela variação da população de plantas. Porém, a desfolha, acima de 25% afetou negativamente esta variável;
- O aumento da população de plantas resultou em plantas com menor diâmetro de colmo e elevação na percentagem de plantas quebradas;
- O aumento da população plantas e do nível de desfolha resultou em queda na maioria dos componentes da produção e conseqüentemente na produtividade do híbrido de milho Pioneer 30F35.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, M.L.; SANGOI, L.; TRENTIN, P.S.; GÁLIO, J. Cultivares de trigo respondem diferentemente à qualidade da luz quanto à emissão de afilhos e acumulação de massa seca. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.32, n.3, p.377-383, 2002.

ALLISON, J.C.S.; WATSON, D.J. The production and distribution of dry matter in maize after flowering. **Annals of Botany**, v.30, n. 119, p. 391-399, 1966.

ANDRADE, F. H.; CIRILO, A.; ECHARTE, L. Factors affecting kernel number in maize. In: OTEGUI, M.; SLAFFER, G.A. (Eds.). **Physiological bases for maize improvement**. New York, Haworth Press, cap.5, p. 55-71, 2000.

ARGENTA, G.; SILVA, P.R.F.; SANGOI, L. Arranjo de plantas em milho: análise do estado da arte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.31, n.5, p.1075-1084, 2001.

ASSIS, F.N.; ARRUDA, MENDEZ, M.E.G. Relação entre radiação fotossintética ativa e radiação global. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.2, n.7, p.797-800, 1989.

BLUM, I.E.B.; SANGOI, L.; AMARANTE, T.V.C.; ARIOLI, J.C.; GUIMARÃES. Desfolha, população de plantas e precocidade do milho afetam a incidência e a severidade de podridões de colmo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.5, p.805-811, 2003.

BRITZ, G.D. The effect of defoliation at various growth stages on maize grain yild. **Crop Production**, v.11, p.85-89, 1982.

BRASIL. Ministério da agricultura e reforma agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, SNDA/ DNDV/ CLAV, p.365. 1992.

BÜLL, L.T. **Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba, p.37. 1993.

CONAB, **Acompanhamento da safra Brasileira: grãos: oitavo levantamento maio 2008**/ Companhia Nacional de Abastecimento – Brasília, CONAB, 2008.

DAYNARD, T.B.; TANNER, J.W.; HUME, D.J. Contribution of stalk soluble carbohydrates to grain yield in corn. **Crop Science**, v.9, p.831-834, 1969.

DIAZ, A.C. Influencia de la defoliacion em um híbrido varietal de maiz (*Zea mays* L.). **Revista Del Inst. Col. Agropec**, v.18, n.1, p. 1-8, 1983.

DOURADO-NETO, D.; PALHARES, M.; VIEIRA, A. P.; MANFRON, A. P.; MEDEIROS, P. L. S., ROMANO, R. M. Efeito da população de plantas e do espaçamento sobre a produtividade de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.2, n.3, p. 63-77, 2003.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos, (Rio de Janeiro). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Solos, 1999. p. 412.

FANCELLI, A.L.; DOURADO-NETO, D. **Tecnologia da produção de milho**. ESALQ/USP, Departamento de Agronomia, Piracicaba. p.174.1997.

FANCELLI, A.L. **Influência do desfolhamento no desempenho de plantas e de sementes de milho** (*Zea mays* L.). Piracicaba. 1988, 172p. (Tese de Doutorado), ESALQ /USP, 1988.

FANCELLI, A.L.; DOURADO-NETO, D. Fisiologia da produção e aspectos básicos de manejo para alto rendimento. In: SANDRINI, I.; FANCELLI, A. L. (Org.). **Milho: estratégias de manejo para a Região Sul**. 1 ed. Guarapuava. PR, v.1, p.16-29, p.103-116. 2000.

FANCELLI, A.L.; DOURADO-NETO, D. **Produção de Milho**. 2 ed. Guaíba: Agropecuária, 360p. 2004.

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

FREY, N.M. Dry matter accumulation in kernels of maize. **Crop Science**. v.21, p.118-122, 1981.

GERAGE, A.C.; ARAUJO, P.M.; SHIOGA, P.S. **Cultivares**. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA. 6, Londrina. p. 32-44. 2001.

HSU, F.H. Study on the effects of early defoliation on the agronomic traits of maize (*Zea mays* L.) under different plant population densities. **Journal of the Taiwan Livestock Research**, v.11, p.63-71, 1978.

IAPAR-Instituto Agrônomo do Paraná. **Avaliação estadual de cultivares de milho safra 2003/2004**, Londrina, 2004. 48p.

LOOMIS, R.S.; CONNOR, D.J. **Crop ecology**: productivity and management in agricultural systems. Cambridge: Cambridge University, 1992. 550p.

MAGALHÃES, P.C.; DURÃES, F.O.M.; PAIVA, E. **Fisiologia da planta de milho**. Sete Lagoas: EMBRAPA/CNPMS, 1995.

MUNDSTOCK, C. M. Milho: Distribuição da distância entre linhas. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre. n.229, p. 28-29, 1977.

NUNES, F.C.F. de P. **Relações entre irregularidades pluviométricas, desenvolvimento fenológico e produtividade do milho** (*Zea mays* L.) e **probabilidade de frustração de safra...**, Fortaleza, 174p. (Dissertação mestrado), Universidade Federal do Ceará, 1993.

PALHARES, M. **Distribuição e população de plantas e produtividade de grãos de milho**. Piracicaba. 2003, 90p. (Dissertação mestrado), ESALQ /USP, 2003.

PENARIOL, F.G.; FORNASIERI FILHO, D.; COICEV, L.; BORDIN, L. FARINELLI, R. Comportamento de cultivares de milho semeadas em diferentes espaçamentos entre linhas e densidades populacionais, na safrinha. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.2, p.52-60, 2003.

PEREIRA, R.S.B. Caracteres correlacionados com a produção e suas alterações no melhoramento genético do milho (*Zea mays* L.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26. p.745-751, 1991.

PREIRA FILHO, I.A.P.; CRUZ, J.C. Práticas culturais do milho. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Recomendações técnicas para o cultivo do milho**. Brasília: EMBRAPA, SPI. 1993. p. 113-127

PIONEER, **Guia de produtos**. Santa Cruz do Sul, 114p. 2006.

RAJCAN, I.; TOLLENAAR, M. Source: sink ratio and leaf senescence in maize. I. Dry matter accumulation and partitioning during grain filling. **Field Crops Research**, Amsterdam, v.60, p.245-253, 1999.

REIS, E.M.; CASA, R. T. **Manual de identificação e controle de doenças de milho**. Passo Fundo : Aldeia Norte, 80p. 1996.

RIZZARDI, M.A.; BOLLER, W.; DALLOGLIO. R.; Distribuição de plantas de milho, na linha de semeadura, e seus efeitos nos componentes de produção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.8, p. 1.231-1.236, 1994.

ROMANO, M. R. **Desempenho fisiológico da cultura de milho com plantas de arquitetura contrastante: parâmetros para modelos de crescimento**. Piracicaba. 100p. (Tese de Doutorado), ESALQ /USP, 2005.

RODRIGUES, O.; DIDONET, A. D. **Milho: efeito da temperatura na duração e na taxa de crescimento de grãos**. EMBRAPA-TRIGO, Boletim de pesquisa e desenvolvimento, n.15. 2003.

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

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

SANGOI, L. ; ENDER, M.; GUIDOLIN, A. F.; KONFLANZ, V.A. A dominância apical do pendão sobre as espigas é menor em híbridos modernos de milho. In: Reunião Técnica Catarinense de Milho e Feijão, 1., Chapecó. **Resumos**. Passo Fundo, ed. Padre Berthier, p. 14-18. 1998.

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, 1998a.

SANGOI, L.; SALVADOR, R.J. Influence of plant height and leaf number on maize production. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.3, p. 297-306, 1998b.

SANGOI, L. Understanding plant density effects on maize growth and development: an important issue to maximize grain yield. **Ciência Rural**, Santa Maria 2000a, prelo.

SANGOI, L.; ENDER, M.; GUIDOLIN, A.F.; BOGO, A.; KOTHE, D.M. Incidência e severidade de doenças de quatro híbridos de milho cultivados com diferentes densidades de plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria v.30, p.17-21, 2000b.

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

SANGOI, L.; ALMEIDA, M. L.; LECH, V. A.; GRACIETTI, L. C.; RAMPAZZO, C. Desempenho de híbridos de milho com ciclos contrastantes em função da desfolha e da população de plantas. **Scientia Agrícola**, v.58, n.2, p.271-276, abr./jun. 2001b.

SANGOI, L.; LECH, A. V.; RAMPAZZO, C.; GRACIETTI, C. L. Acúmulo de matéria seca em híbridos de milho sob diferentes relações entre fonte e dreno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.3, p. 259-267, 2002a.

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

SHAW, R.H. Climatic requirements. In: **Corn and corn improvement**. Madison: Wisconsin, American Society of Agronomy, Publisher. 1977. p. 591-623. (Serie Agronomy, 18).

TAIZ, L., ZEIGER, E. **Plant physiology**. 2 ed. Sunderland: Sinauer Associates, 792p. 1998.

TOLLENAAR, M. Is low plant density a stress in maize. **Maydica**, Bergamo, v.37, p.305-311, 1992.

TOLLENAAR, M.; McCULLOUGH, D.E.; DWYER, L.M. Physiological basis of the genetic improvement of corn. In: SLAFER, G. A. **Genetic improvement of field crops**. New York, Marcel Dekker, cap.4, p.183-236, 1994.

VILLA NOVA, N.; PEDRO Jr., M.J.; PEREIRA, A.R.; OMETTO, J.C. **Estimativa de graus-dia acumulados acima de qualquer temperatura base, em função das temperaturas máxima e mínima**. São Paulo: USP, Instituto de Geografia. p.8. 1972. (Caderno de Ciências da terra, 30).

UHART, S.A.; ANDRADE, F.H. Nitrogen and carbon accumulation and remobilization during grain filling in maize under different source and sink ratios. **Crop Science**, Madison, v.35, p. 183-190, 1995.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA-UFV. **Sistemas para análises estatísticas** (SAEG), Viçosa: UFV, Imprensa Universitária. 59p. 1993.