

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**DETERMINAÇÃO DOS PERÍODOS CRÍTICOS DE INTERFERÊNCIA
DAS PLANTAS DANIHAS SOBRE O MILHO (*Zea mays* L. cv C333) EM
FUNÇÃO DA REDUÇÃO DE ESPAÇAMENTO DA CULTURA**

ANDRÉ LUIZ MELHORANÇA FILHO

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da UNESP - Campus de Botucatu,
para obtenção do título de Mestre em Agronomia –
Área de Concentração em Agricultura.

BOTUCATU-SP
Janeiro – 2005

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**DETERMINAÇÃO DOS PERÍODOS CRÍTICOS DE INTERFERÊNCIA
DAS PLANTAS DANIHAS SOBRE O MILHO (*Zea mays* L. cv C333) EM
FUNÇÃO DA REDUÇÃO DE ESPAÇAMENTO DA CULTURA**

ANDRÉ LUIZ MELHORANÇA FILHO

Orientador: Prof. Dr. Edivaldo Domingues Velini

Co-orientador: Prof. Dr. Sílvio José Bicudo

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da UNESP - Campus de Botucatu,
para obtenção do título de Mestre em Agronomia –
Área de Concentração em Agricultura.

BOTUCATU-SP
Janeiro – 2005

AGRADECIMENTOS

A Deus pela sabedoria, compreensão, paciência e disposição para transpor os obstáculos encontrados no caminho.

Agradeço a todas as pessoas e instituições que contribuíram de alguma forma para minha evolução profissional e pessoal durante essa jornada. Entre elas:

- À Faculdade de Ciências Agrônômicas da Universidade Estadual Paulista – UNESP, juntamente com a coordenação do curso de Agricultura, pela oportunidade de realização do curso.
- À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo.
- Ao Departamento de Produção Vegetal, pela infra-estrutura utilizada. Em especial ao Prof. Dr. Norberto da Silva pela amizade e por toda ajuda dada num momento bem difícil para mim.
- Ao orientador Prof. Dr. Edivaldo Domingues Velini pela orientação e pela atenção dedicada durante toda a realização desta dissertação.
- Ao Prof. Dr. Silvio José Bicudo pela co-orientação, apoio e estímulo durante o desenvolvimento deste trabalho, os quais foram decisivos.
- Ao Prof. Dr. João Domingos Rodrigues, pelos conhecimentos transmitidos, pela simpatia com que sempre me recebeu e por mostrar-me novos e maiores horizontes.
- Aos funcionários da Fazenda Experimental de São Manuel, em especial ao Nilton e Zanela pelo bom convívio que será lembrado ao longo da vida como boas recordações.
- Aos residentes Elvis e Elano, novos amigos encontrados, pelo desprendimento e dedicação essencial à finalização desse trabalho.
- À minha família pelo apoio sem restrições durante toda essa fase.
- As funcionárias da Pós-graduação que foram decisivas e atenciosas em vários momentos durante esta etapa de minha vida profissional.
- À Maria Renata pela coordenação de campo, apoio laboratorial e preciosas sugestões, sem as quais nada disto seria possível.

“Agradecimento especial ao sempre mestre Prof. Norberto da Silva pelo estímulo, apoio nos momentos difíceis, ensinamentos e acima de tudo disponibilidade. Guardarei na memória a seriedade, o jeito, a pessoa... e no coração, a gratidão, respeito, e a saudade”

OFEREÇO

Aos meus pais, André Luiz Melhorança e Marli Aparecida de Sá Soares Melhorança, que souberam me conduzir na vida à procura de um ideal.

Ao meu tio Alcides de Sá Soares (“tio Cidão”) pelo exemplo de vida e pelo apoio em momentos decisivos.

DEDICO

A Marli (minha mãe) que esperou em minha demora, suportou minha ausência, que aceitou se calar perante minha ira, mas não se privou de falar diante dos meus erros, que fingiu se ausentar quando eu desejava solidão e se fez presença alegre nos momentos difíceis. Que soube ser terra, quando meus sonhos eram altos demais, e céu, quando eu perdia as perspectivas.

LISTA DE TABELAS

Tabela		Página
1	Resultados das análises químicas de fertilidade do solo da área utilizada.....	28
2	Descrição dos tratamentos do ensaio de matocompetição em milho.....	29
3	Alturas médias de plantas de milho (cm) submetidas ao controle (Limpo) ou convivência (Mato) de plantas daninhas, nos espaçamentos de 0,90 e 0,45m.....	35
4	Diâmetros médios de colmo de plantas de milho (cm) submetidas ao controle (Limpo) ou convivência (Mato) de plantas daninhas, nos espaçamentos de 0,90 e 0,45m	38
5	Acúmulos médios de matéria seca total de plantas de milho (gramas) submetidas ao controle (Limpo) ou convivência (Mato) de plantas daninhas, nos espaçamentos de 0,90 e 0,45 m	40
6	Valores médios de produção por área (t/ha) de plantas de milho submetidas ao controle (Limpo) ou convivência (Mato) de plantas daninhas, nos espaçamentos de 0,90 e 0,45 m	43
7	Correlação entre os parâmetros de produção e produtividade de plantas de milho submetidas ao controle (Limpo) ou convivência (Mato) de plantas daninhas, nos espaçamentos de 0,90 e 0,45 m	45

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Altura da planta de milho, no espaçamento de 0,90 m (a) e de 0,45 (b), em diferentes períodos de convivência ou controle de plantas daninhas. Avaliações realizadas aos 0, 7, 14, 28, 35, 42, 56, 70, 98 e 126 dias após a emergência da cultura.....	34
2	Diâmetro de colmo (primeiro entrenó, próximo ao solo) de milho, no espaçamento de 0,90 m (a) e de 0,45 (b), em diferentes períodos de convivência ou controle de plantas daninhas. Avaliações realizadas aos 0, 7, 14, 28, 35, 42, 56, 70, 98 e 126 dias após a emergência da cultura.....	37
3	Acúmulo de matéria seca total de milho, no espaçamento de 0,90 m (a) e de 0,45 (b), em diferentes períodos de convivência ou controle de plantas daninhas. Avaliações realizadas aos 0, 7, 14, 28, 35, 42, 56, 70, 98 e 126 dias após a emergência da cultura.....	40
4	Produção média por área (t/ha) de milho, no espaçamento de 0,90 m (a) e de 0,45 (b), em diferentes períodos de convivência ou controle de plantas daninhas. Avaliação realizada por ocasião da colheita.....	42

1. INTRODUÇÃO

A balança do comércio exterior do agronegócio brasileiro fechou o ano de 2003 com números extremamente significativos, ou seja, com um saldo positivo de US\$ 25,8 bilhões (AGRONEGÓCIO BRASILEIRO, 2004). E não só esses dados que sinalizam para o grande desempenho agrícola do país. No período de 1998 a 2003, a taxa anual média de crescimento do PIB agropecuário (4,67%) foi mais de quatro vezes a do PIB total (1,38%). Ao longo dos últimos 13 anos (1990/2003), a produção brasileira de grãos mais que dobrou, crescendo cerca de 111%, enquanto que a área plantada apresentou crescimento bastante inferior (cerca de 15%).

As safras de grãos a cada ano vêm batendo recordes. Entre os principais produtos, com certeza, o milho merece destaque. Por exemplo, na safra de 2002/03, apresentou aumento de 19,5% na produção de primeira safra. Do total de grãos produzidos no país, o milho foi responsável por 38,7%. Essa colheita foi obtida de uma área de aproximadamente 13 milhões de hectares, sendo 27,4% dela representada pela segunda safra (IBGE, 1999). A eficiência dos agricultores brasileiros de milho é sem dúvida crescente, assegurando duas safras anuais sem a utilização de irrigação. O aumento da produção de milho tem sido muito mais pelo aumento de produtividade do que pelo incremento da área plantada, contudo, a média brasileira de produtividade ainda é muito baixa, em torno de 2.822 kg/ha (IBGE, 1999).

Dentre os fatores que limitam esta produtividade, merece destaque à interferência de plantas daninhas, em função da constância do problema e dos grandes prejuízos que podem ser causados por um controle inadequado (VELINI, 1989).

Assim como outras plantas cultivadas a cultura do milho pode sofrer competição por luz, água, CO₂ e nutrientes com as plantas daninhas. Além da competição, as plantas daninhas, em áreas cultivadas ou de pousio, são responsáveis pela sobrevivência e multiplicação de inúmeras pragas e/ou doenças que podem causar danos a culturas de interesse econômico.

O nível de competição imposto é variável de acordo com a diversidade de espécies de plantas daninhas nas áreas de cultivo e das práticas agrícolas usadas, ocorrendo sempre um balanço competitivo entre elas, dominando as espécies mais agressivas e adaptadas ao ecossistema agrícola. A agressividade das plantas daninhas advém de características como alta capacidade de produção de sementes viáveis e adaptações em disseminá-las, dormência, germinação desuniforme além de um rápido acúmulo de matéria seca, característica esta, que faz das plantas daninhas saírem de uma condição de desvantagem inicial (implantação da cultura), para uma condição de competidora pelos fatores de crescimento. Em termos médios, 30% a 40% de redução da produção agrícola mundial são atribuídos à interferência das plantas daninhas (LORENZI, 1991).

Para subsidiar o manejo adequado é necessário determinar o período no qual as plantas de milho são afetadas mais seriamente pela competição a fim de se estabelecer o período em que é necessário manter a cultura “no limpo”, sem que, após este período, a emergência das plantas daninhas cause prejuízo à produção. Tal determinação implicaria em maior eficiência no controle e conseqüentemente aumento de produtividade, redução de custos para o produtor, bem como o uso mais racional de produtos químicos, no caso herbicidas.

Nesse contexto, o presente estudo tem como objetivo avaliar a matointerferência na cultura do milho, determinando a duração do período que antecede as interferências e o período total de prevenção de interferência de comunidades infestantes sobre a cultura do milho implantado em diferentes espaçamentos entre as linhas de semeadura.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Espécies Daninhas Associadas à Cultura do Milho

A competição entre o milho e as plantas daninhas foi um sério desafio para a produção de grãos nas Américas do Norte, Central e do Sul ao longo do século vinte e o desafio continua no século atual. (RAJCAN, 2001). O milho é uma das mais importantes culturas econômicas nos Estados Unidos, cultivado em 30,5 milhões de hectares e com rendimento aproximado de 250 milhões de toneladas de grãos por ano (FAOSTAT, 1999). Excluindo-se variações ambientais, perdas em rendimentos em milho são causados principalmente pela competição com plantas daninhas.

O desenvolvimento de herbicidas de alta eficácia, destinados à cultura do milho, na década de quarenta, auxiliaram no primeiro momento, ao desafio de manejo das plantas daninhas. Contudo, a rápida evolução de plantas daninhas resistentes a herbicidas, concentrações crescentes desses princípios ativos no ambiente e o alto custo à saúde, fizeram o manejo de plantas daninhas assumir o papel de ciência aplicada e com foco no manejo integrado (RAJCAN, 2001).

Segundo Sawnton e Wise, (1991), assumindo que 90% da área destinada à produção de milho é pulverizada com herbicidas e que o custo médio é de US\$ 50 por hectare, estima-se que o custo para controle de plantas daninhas em milho nos Estados Unidos seja em torno de 1,3 a 1,4 bilhões de dólares por ano, evidenciando assim a importância econômica das plantas daninhas.

As principais espécies de plantas invasoras, que merecem atenção no manejo de plantas daninhas, na cultura do milho no Brasil, segundo Lorenzi (1980) são: *Portulaca oleracea* L. (beldroega), *Acanthospermum hispidum* DC. (carrapicho-de-carneiro), *Ipomea purpurea* Lam. (corda-de-viola), *Galinsoga parviflora* Cav. (picão-branco), *Amaranthus hybridus* L. (caruru), *Euphorbia heterophylla* L. (leiteiro), *Digitaria horizontales* Willd. (capim colchão), *Emilia sonchifolia* DC. (falsa-serralha), *Richardia brasiliensis* Gómez (poaia-branca) e *Bidens pilosa* L. (picão-preto). Holm (1991), afirma que, a *Portulaca oleracea* é a única espécie de folha larga listada entre as principais infestantes da cultura do milho, em termos mundiais. Sales (1991), em experimento de natureza similar, detectou *Indigofera hirsuta* L. como a principal espécie infestante na cultura do milho na região de Piracicaba – SP. Já Ramos (1992) verificou que as espécies de maior ocorrência no município de Jaboticabal – SP foram *Indigofera hirsuta*, *Cenchrus echinatus*, *Commelina benghalensis* e *Portulaca oleracea*.

Segundo Velini & Pitelli (1987) nas áreas de monocultura ocorre seleção de espécies de plantas daninhas morfológica e fisiologicamente semelhantes à cultura, resultando na formação de uma comunidade menos susceptível ao herbicida seletivo aplicado à cultura e provavelmente, com grande potencial de interferência sobre a cultura.

Na região de Campinas – SP, Santos e Araújo (1990) verificaram que as principais espécies infestantes nas áreas de milho foram representadas pela *Digitaria sanguinalis*, *Brachiaria plantaginea* e *Richardia brasiliensis*, enquanto que na área de Pindorama – SP, predominam *Cenchrus echinatus*, *Tradescantia* sp. e *Tagetes minuta* L.

Trabalhando com comunidade infestante em consórcio de milho com leguminosas na região de Cascavel – PR, Martins (1994) observou como espécies ocorrentes em área experimental a *Brachiaria plantaginea*, *Digitaria horizontales* (capim-colchão) e *Bidens pilosa* (picão-preto) sendo a principal delas o capim marmelada com a biomassa seca de sua parte aérea correspondendo a 97,4% da comunidade infestante, o que pode, segundo o autor, ser explicado pela alta agressividade da espécie que apresenta rápida emergência e resistência ao sombreamento.

Em ensaio de competição, Souza (1996), verificou para quatro híbridos de milho na região de Botucatu – SP que a comunidade infestante foi composta principalmente por *Brachiaria plantaginea* L. (capim-marmelada) e *Raphanus sativus* (nabiça-roxa).

Em trabalho realizado com a variedade OCEPAR-202, em Cascavel – PR, Martins (1994) observou, *Digitaria horizontales*, *Bidens pilosa*, *raphanus raphanistrum* (nabiça) e *Avena strigosa* (aveia) como espécies de importância elevada na cultura do milho ocorridas na região

Blanco e Santos (1988) realizaram inventário da comunidade infestante de 40 experimentos envolvendo a aplicação de herbicidas na cultura do milho durante o período de 1968 a 1987 e encontraram 26 espécies, com destaque em frequência para: *Digitaria sanguinalis*, *Cenchrus echinatus*, *Eleusine indica*, *Sida rhombifolia* L. (guanxuma), *Brachiaria plantagínea*, *Richardia brasiliensis*, *Portulaca oleracea*, *Amaranthus deflexus* L., *Galinsoga parviflora* e *Emília sonchifolia*.

2.2 Grau de Interferência

O uso de tecnologias adequadas para altas produtividades, visa dar condições para o desenvolvimento da cultura, contudo, existindo tais condições para um bom desenvolvimento das culturas, também existem condições adequadas para suas competidoras (VELINI, 1989). O cultivo rentável das áreas agrícolas depende, dentre outros fatores, da capacidade em mantê-las livres da interferência das plantas daninhas, pelo menos durante o período mais crítico, ou seja, até que a cultura desenvolva e cubra suficientemente a superfície do solo e não sofra mais a interferência delas.

É oportuno esclarecer que se entende por grau de interferência, o quanto à comunidade infestante pode influir sobre a planta cultivada (VELINI, 1989). Na grande maioria dos casos a característica selecionada para avaliar tal influência é a produtividade da cultura ou, com menor frequência, parâmetros relativos ao seu crescimento, como altura, área foliar e principalmente acúmulo de matéria seca.

As relações do grau de interferência entre as culturas e a comunidade infestante foram esquematizadas por Pitelli (1985) pela modificação dos esquemas propostos por Bleasdale (1960) e Blanco (1972). Segundo este modelo, alguns fatores são ligados à comunidade infestante, como sua composição específica, densidade e distribuição das populações na área. Outros fatores são relacionados à própria cultura, como a espécie a ser cultivada, sua cultivar, o espaçamento e a densidade de semeadura. Os fatores ambientais

como o clima, o solo e os tratos culturais também influenciam a interação entre as plantas cultivadas e a comunidade infestante, refletindo no grau de interferência.

Vários são os estudos citados por Souza (1996) que relatam perdas de produtividade na cultura do milho convivendo com plantas daninhas por todo seu ciclo, com valores variando entre 7 a 100%.

Martins (1994) verificou uma redução de 76% na produção de matéria seca aos 63 dias após a emergência da variedade OCEPAR-202 em monocultivo mantido no mato em relação ao mantido no limpo, verificando também reduções na altura de plantas, altura de inserção da primeira espiga e a produtividade do milho em monocultivo mantido no mato da ordem de 13, 24 e 36% respectivamente.

De acordo com EMBRAPA (1993) a literatura registra perdas na produtividade na cultura do milho, em função da interferência de plantas daninhas, na ordem de 10 a 84% numa média de 47%. Almeida (1991), estudando a capacidade competitiva de diversas cultivares de milho em relação a infestantes, verificaram reduções de produção de 87 a 100% quando a infestação, constituída essencialmente por capim-marmelada, atingiu no final do ciclo o peso de biomassa verde de 1200 g/m².

Hall (1992) relata que a interferência das comunidades infestantes na cultura do milho impede a expansão foliar e a emissão de novas folhas, acelerando a senescência daquelas folhas localizadas na parte inferior das plantas. Redução da área foliar, do acúmulo de matéria seca total e da porcentagem de sobrevivência de plantas de milho em função da interferência das plantas daninhas foram observadas por Yang, Lu e Chang (1993). Observações estas que vêm de acordo com a afirmação de Mclachlan (1993) de que o desenvolvimento e a expansão foliar da cultura do milho são fatores importantes para a determinação da intensidade da interferência cultura-comunidade infestante.

A intensidade das interferências normalmente é avaliada através de decréscimos de produção e/ou crescimento da planta cultivada. Tais decréscimos de decrescimento ou produção provocados pelas plantas daninhas são conseqüências da competição pelos fatores de crescimentos disponíveis no ambiente, da liberação de substâncias alelopáticas e, de forma indireta, pelo fato de as plantas daninhas atuarem como hospedeiras intermediárias de pragas, doenças e nematóides, além de dificultarem a realização de tratos

culturais e colheita. Admite-se que a interferência refere-se à somatória de todas as suas componentes, incluindo alelopatia e outros efeitos.

Dentre todos os mecanismos de interferência, a competição é o mais estudado. Segundo Pitelli (1985), a competição ocorre quando duas plantas disputam suprimentos limitados dos vários fatores de crescimento.

A competição é um processo fundamentalmente recíproco, ou seja, as limitações em termos de disponibilidade de recursos atingem os dois competidores (VELINI, 1989). No entanto nem sempre os efeitos são equilibrados, ocorrendo situações em que um dos competidores é mais eficiente que o outro, em termo de utilização desses fatores. Os competidores podem também apresentar diferentes níveis de sensibilidade às limitações nas quantidades dos fatores de crescimento impostas pela competição.

As características que determinam a maior competitividade das plantas daninhas sobre as culturas são seu porte e sua arquitetura; a maior velocidade de germinação e estabelecimento da plântula; a maior velocidade do crescimento e a maior extensão do sistema radicular; a menor suscetibilidade das espécies daninhas às intempéries climáticas, como veranico e geadas, elevada produção de propágulos reprodutivos e a maior capacidade de produção e liberação de substâncias químicas com propriedades alelopáticas (SILVA, 2000).

Segundo Velini (1997), os fatores de crescimento e, por consequência, os recursos a serem envolvidos no processo competitivo entre as plantas são: água, luz, nutrientes, espaço e CO₂. A competição por tais fatores está sempre presente quando duas plantas se desenvolvem ao mesmo tempo em um mesmo local.

Contudo, os efeitos do processo competitivo sobre o crescimento das plantas só são perceptíveis quando o meio é incapaz de fornecer as quantidades dos vários fatores de crescimento necessários e suficientes para suportar o pleno crescimento e desenvolvimento de ambas (VELINI, 1997).

2.2.1 Fatores Ligados à Comunidade Infestante

A primeira característica a ser considerada refere-se à composição da comunidade infestante. Vários fatores colaboram para que as diferentes espécies de plantas daninhas apresentem distintas capacidades de interferir sobre o crescimento e/ou

produtividade das plantas cultivadas. O primeiro fator refere-se ao porte da espécie de planta daninha, devendo-se esperar maior capacidade de interferência com a cultura, para plantas de maior porte. (RAJCAN e SWANTON, 2001).

Os autores ainda indicam que o segundo fator neste contexto refere-se às similaridades entre as espécies daninhas e cultivadas, em termos de utilização de cada um dos fatores de crescimento; quanto mais similares forem duas plantas quanto às quantidades necessárias dos vários fatores de crescimento, quanto ao posicionamento de raízes e folhas e, finalmente, quanto aos períodos em que serão máximas as demandas por tais fatores, mais intensos serão os efeitos dos processos competitivos sobre o crescimento das mesmas. Com efeito, Stanifoth (1965) e Velini (1989) verificaram grandes diferenças entre as reduções de produtividade da cultura da soja, para iguais acúmulos de matéria seca de distintas espécies de plantas daninhas. Stanifoth (1965) verificou que a espécie *Abutilon theophrasti* promoveu reduções de produtividade da cultura similares às impostas por diversas espécies de *Setaria*, muito embora tenha apresentado acúmulos de matéria seca 50% menores. Velini (1989) verificou reduções de produtividade da cultura entre 2,67 e 23,48 kg/ha, para incremento de 1 g/m² no acúmulo de matéria seca das várias espécies de plantas daninhas presentes em área experimental.

O terceiro fator refere-se à densidade com que ocorrem as plantas daninhas. Velini (1989) apresenta extensa revisão sobre o assunto; a análise dos dados apresentados permite concluir que, em densidades baixas, pequenos incrementos na mesma resultam em elevados decréscimos de produção, mas, para densidades altas, tais decréscimos são bem menores ou não ocorrem.

Uma linha de trabalho, tanto interessante quanto complexa, refere-se à tentativa de estabelecer densidades das diversas espécies de plantas daninhas que podem ser toleradas pelas culturas sem decréscimo de produtividade. Em estudos monoespecíficos, normalmente é possível a obtenção de tais parâmetros, mas a situação torna-se por demais complexa quando a cultura convive e interage com comunidades compostas por várias espécies de plantas daninhas (VELINI, 1997). Velini (1997) ainda sugere que deveria ser estimulada a obtenção desse tipo de dado para espécies de difícil controle, que podem sobreviver em áreas agrícolas de forma quase exclusiva, após a adoção de práticas de controle eficazes contra as demais espécies da comunidade infestante; neste caso tais dados indicariam

aos agricultores a necessidade de adoção ou não de práticas complementares, visando especificamente o controle destas espécies.

Dentre os fatores de destaque, o último refere-se à distribuição das plantas daninhas. Há poucas informações sobre o assunto. Velini (1989) verificou que as plantas daninhas distantes de 0 – 10 cm das linhas de semeadura, foram as que mais prejudicaram o crescimento de diversas culturas; uma mesma quantidade de matéria seca de plantas daninhas mostrou-se aproximadamente duas vezes mais prejudicial quando produzida nesta região do que quando produzida em regiões distantes entre 10 – 20 ou 20 – 30 cm das linhas da cultura.

2.2.2 Fatores Ligados à Cultura

O principal método de controle de plantas daninhas existentes é a própria cultura. Os demais métodos de controle só são utilizados em fases do ciclo em que a cultura ainda não é capaz de controlar o mato por si só; a utilização de outros métodos de controle nas fases iniciais do ciclo tem a importância fundamental de conferir a espécie cultivada uma substancial vantagem em termos de crescimento, facilitando o controle de plantas daninhas pela mesma, em estágios mais avançados (VELINI, 2004) ¹. Dentro deste contexto, são muitos os trabalhos que têm por objetivo estudar os efeitos de variações nos padrões de implantação ou condução das culturas, sobre o grau de interferência. Normalmente, os aspectos mais estudados referem-se à adubação, espaçamento, densidade de semeadura e variedades. Um aspecto importante é que normalmente, tais trabalhos só alcançam resultados satisfatórios quando a cultura é mantida por pelo menos algum tempo na ausência das plantas daninhas, ou seja, a variação nos padrões de implantação ou condução das culturas pode reduzir substancialmente o período pelo qual as práticas de controle de plantas daninhas devem ser adotadas ou alterar drasticamente a produtividade da cultura em condições

¹ VELINI, E.D. (Professor da disciplina Controle Químico de Plantas Daninhas na Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP - Câmpus de Botucatu). Aula de graduação, 2004.

parciais ou marginais de controle do mato; contudo, na ausência de práticas de controle, são, pequenas as variações do grau de interferência em função de alterações nos padrões de implantação da cultura (PITELLI, 1985).

Especificamente para espécies daninhas com desenvolvimento inicial lento, ou germinação tardia, variações no padrão de implantação da cultura podem resultar em alterações substanciais do grau de interferência, mesmo quando não são adotadas práticas de controle de plantas daninhas (PITELLI, 1987).

Com relação ao comportamento diferencial de variedades frente a matointerferência, fica evidente em vários trabalhos relativos à cultura da soja, citados por Velini (1989), que cultivares com rápido crescimento inicial e grande capacidade de cobertura do solo, normalmente são menos sensíveis às interferências impostas pela comunidade infestante. Comportamento similar foi verificado para a cultura do arroz por Kawano (1974).

Geralmente admite-se que cultivares mais rústicas, ou seja, menos produtivas, sejam menos sensíveis à matointerferência do que cultivares mais produtivas. Existem vários trabalhos, realizados com várias culturas, indicando que muitas vezes, ou talvez na maioria das situações, esta tendência não é obedecida. Um exemplo é o trabalho de Rose (1984); o autor avaliou a sensibilidade de 280 cultivares de soja a matointerferência, e a análise dos resultados obtidos permite concluir que não há qualquer correlação significativa entre a produtividade potencial e a porcentagem de redução de produção das vários cultivares em função da presença de plantas daninhas.

Com relação a alterações no espaçamento e densidade de semeadura, normalmente são encontrados melhores resultados em termos de controle de plantas daninhas por parte da cultura, com uso de espaçamentos menores e maiores densidades.

Moody (1977) verificou que, com o aumento da quantidade de sementes de arroz de 50 para 250 kg/ha, foi possível reduzir em 89,16% e 77,55% o crescimento de plantas daninhas dicotiledôneas e gramíneas respectivamente.

Velini (1989) trabalhando com a cultura da soja, verificou que as plantas daninhas mais próximas à linha de semeadura são as que mais reduzem o crescimento e a produtividade da cultura; também são estas plantas que mais têm seu crescimento reduzido em função das interferências impostas pela cultura. Com base em tais resultados o autor

conclui que a redução do espaçamento entre linhas de semeadura aumenta a exposição da cultura às plantas daninhas e também a exposição das plantas daninhas à planta cultivada.

Desta forma, em situações em que a cultura apresenta vantagens em termos de crescimento, ou elevada capacidade competitiva, a redução do espaçamento pode representar uma importante prática para reduzir o crescimento das plantas daninhas, mas em situação inversa, pode resultar em aumento dos efeitos das plantas daninhas sobre a planta cultivada.

2.2.3 Fatores Ligados ao Ambiente

Segundo Pitelli (1985) vários fatores relativos ao ambiente, tais como temperatura, precipitação, características do solo e outros, podem modificar drasticamente as relações entre plantas daninhas e cultivadas. Muitas vezes tais efeitos fazem com que resultados experimentais completamente distintos possam ser obtidos em locais, épocas de semeadura ou anos agrícolas distintos. Tal comportamento faz com que, para que se tenham dados de fato confiáveis sobre os efeitos de matointerferência, haja necessidade de repetir os ensaios nas mais variadas condições.

2.2.4 Períodos de Convivência

Quanto aos períodos de convivência entre as plantas daninhas e cultivadas, devem ser destacados três períodos, definidos por Pitelli & Durigan (1984). O primeiro é denominado Período que antecede as interferências (PAI) e corresponde ao período após a implantação da cultura em que as plantas daninhas podem conviver com a mesma, sem que isto implique em reduções de produtividade. Os autores observaram que normalmente a redução do PAI é inversamente proporcional à velocidade de crescimento e acumulação de recursos pela comunidade infestante.

O segundo período é denominado período total de prevenção de interferências (PTPI). O PTPI corresponde ao intervalo de tempo entre a implantação da cultura e o momento em que as práticas de controle deixam de ser necessárias (VELINI, 1997). As plantas daninhas que germinam após o término do PTPI não promovem reduções de

produtividade da cultura. O PTPI pode corresponder, também ao período residual mínimo que deve apresentar um herbicida pré-emergente aplicado na implantação da cultura.

Existem várias possibilidades para explicar o término do PTPI. Uma possibilidade é a suplantação da fase de maior germinação das plantas daninhas; este aspecto é de grande importância quando as espécies presentes apresentam picos de germinação bem definidos (VELINI, 1997). O mesmo autor ainda afirma que a cultura pode também modificar o ambiente, dificultando ou eliminando a germinação de plantas daninhas; destaca-se neste caso, a redução da amplitude térmica, o decréscimo da disponibilidade de luz e a modificação dos balanços de comprimentos de onda na superfície do solo.

A cultura pode, ainda, reduzir a disponibilidade de vários fatores de crescimento, diminuindo ou inviabilizando completamente o crescimento de plantas daninhas que germinam na área. Finalmente de forma específica para reflorestamentos, é possível que a partir de um certo momento a cultura passe a ocupar camadas de solo ou extratos aéreos inacessíveis às plantas daninhas (RAJCAN e SWANTON, 2001).

Existem algumas situações, descritas por Velini (1997), onde o PAI pode apresentar duração maior, igual ou menor que o PTPI, condicionando três possibilidades distintas:

PAI < PTPI: defini-se um terceiro período denominado Período crítico de Prevenção de interferências (PCPI), durante o qual as práticas de controle devem ser efetivamente utilizadas. As práticas de controle devem ser repetidas tantas vezes quantas forem necessárias para minimizar o crescimento do mato nesta fase.

PAI > PTPI: neste caso, não ocorre o PCPI. Basta uma única eliminação do mato, desde que realizada entre o término do PTPI e o término do PAI, para que a cultura possa expressar completamente todo seu potencial produtivo. Esta condição é de sobremaneira adequada à utilização de capinas e herbicidas pós-emergentes desprovidos de efeito residual.

PAI = PTPI: situação pouco freqüente, bastando uma única eliminação do mato, no exato momento do término, tanto do PAI quanto do PTPI. Em função da dificuldade ou impossibilidade da execução da operação de controle em um único dia, e da própria variabilidade dos dados do PTPI e PAI, é de costume considerar esta situação de forma similar à do primeiro caso (PAI < PTPI).

2.3 Recursos Passíveis de Competição

2.3.1 Água

A água do solo pode afetar significativamente o movimento e a disponibilidade dos nutrientes. Assim, podem ocorrer interações entre vários cátions, conduzindo a substituições com subsequente aumento ou diminuição na sua disponibilidade (BERKOWITZ, 1988; PATTERSON, 1995). No geral, a disponibilidade de água e nutrientes é positivamente correlacionada.

No caso da água, existem três fatores que governam sua disponibilidade para o crescimento da planta: o suprimento de água, a morfologia e desenvolvimento da raiz e a fisiologia associada ao uso eficiente de água pela planta (SCOTT & GEDDES, 1979; PATTERSON, 1995; RADOSEVICH, 1997).

O movimento da água ocorre em resposta a diferenças no potencial de água. O movimento ocorre de um potencial maior para um potencial menor, representando integração entre a demanda atmosférica, o potencial de água no solo e a distribuição de raízes (SCOTT & GEDDES, 1979). O montante desse recurso capturado pelas plantas é função da sua disponibilidade no meio e da eficiência do vegetal na busca do recurso.

As principais determinantes da eficiência na captura dos recursos hídricos são: tamanho e distribuição em relação à disponibilidade e atividade dos órgãos de fixação (SCOTT & GEDDES, 1979). Nesse sentido, o tamanho do sistema radicular normalmente sofre redução quando a planta cresce em competição com plantas vizinhas.

A competição por água é relativamente pouco estudada devido à dificuldade de se adequar metodologias para quantificá-la. Contudo a maioria dos autores admite que possa ter uma grande importância em situações em que a disponibilidade hídrica é limitada.

Para melhor entender a competição por água, é importante que se conheça, mesmo de forma aproximada, a magnitude do consumo de água pelas plantas daninhas em condições de campo. William (1973) citado por Durigan (1984), relata que a maioria das plantas C3 e C4 consomem, respectivamente, entre 700 – 1000 g e 250 – 500 g de água para a produção de uma unidade de matéria seca. Um acúmulo de matéria seca de mato

de 100 g/m^2 , valor este facilmente ultrapassável por ocasião da colheita de culturas anuais se o controle de plantas daninhas for deficiente, implicaria em um consumo de água de $70 - 100 \text{ l/m}^2$ e $25 - 50 \text{ l/m}^2$, respectivamente, se ocorressem somente plantas C3 e C4 na comunidade infestante. Na ausência de controle, são comuns acúmulos de matéria seca de mato superior a 500 g de matéria seca/ m^2 , implicando em consumo de água cinco vezes superiores aos mencionados, e de grande significado prático.

Contudo, Domingues (1981), Velini (1983) e Souza (1992), trabalhando com arroz, nos dois primeiros casos, e com cevada no último, observaram que, em períodos de acentuada deficiência hídrica foram verificados maiores teores de água no solo e nas plantas cultivadas, quando estas foram mantidas na presença das plantas daninhas. Souza (1992) verificou, inclusive, aumentos de produtividade da cultura da cevada quando esta foi mantida na presença da comunidade infestante durante períodos de elevada restrição hídrica.

As justificativas para menores perdas de água nas parcelas com plantas daninhas variam nos três trabalhos, mas é provável que o efeito mais importante seja a redução da movimentação de ar em função da presença do mato, permitindo a formação de uma camada com elevada quantidade de água envolvendo a cultura, as plantas daninhas e cobrindo o solo, reduzindo a evapotranspiração.

Verifica-se, portanto, que as informações e as possíveis linhas de raciocínio referentes à competição por água podem apresentar-se altamente conflitantes, de forma que é praticamente impossível concluir seguramente sobre a importância e sobre os efeitos da mesma em condições de campo. Deve-se esperar, contudo, que os efeitos sejam extremamente variáveis em função da cultura considerada, das espécies de plantas daninhas presentes na comunidade infestante e também das características do meio.

2.3.2 Luz

A cultura do milho responde, com altos rendimentos, à crescente intensidade luminosa, já que é uma planta "C4", o que lhe confere alta produtividade biológica, apesar de apresentar auto-sombreamento das folhas inferiores ocasionado pela arquitetura da planta, o que contribui para diminuir sua eficiência.

Em uma comunidade composta pela cultura mais as plantas invasoras, o sombreamento das folhas, tanto por parte da própria cultura, quanto por causa das plantas daninhas, causa redução da densidade de fluxo de fótons disponível, tendo como resultado, diminuição das taxas fotossintéticas (RAJCAN, 2001).

O milho tem se mostrado um bom competidor pelo fluxo de fótons incidente. Uma importante característica da cultura do milho é que a maior parte da luz capturada é principalmente pelas folhas mais altas, portanto as mais novas e eficientes na fotossíntese (TETIO-KAGHO E GARDNER, 1988) e menos de 10% da incidência do fluxo de fótons atinge mais que 1 metro dentro do dossel (TOLLENAAR, 1994 a).

Assim a competição direta por fluxo de fótons entre plantas daninhas e o milho é relativamente fraca. Tollenar (1994 b), observou que apenas 13% do fluxo médio de fótons incidente na fileira de milho, no florescimento, foram interceptados pelas plantas daninhas. Mesmo em situação onde não há a presença de plantas daninhas, as folhas inferiores são sombreadas pelas folhas superiores, apresentando taxas diferenciadas de fotossíntese entre elas. Nesse contexto, o principal concorrente do milho para o recurso luminoso é a própria cultura.

Segundo Tollenar e Aguilera (1992), o milho exhibe estratégias posteriores quando se desenvolve em elevadas densidades de plantio tais como diminuição no ângulo de inserção da folha (tornando-a mais ereta em relação ao colmo), e senescência das folhas mais próximas ao solo devido a translocação de nutrientes para folhas mais novas (da extremidade superior, mais iluminadas, portanto).

A redução de 30 a 40% da intensidade luminosa na cultura do milho, ocasiona um atraso na maturação dos grãos, principalmente em híbridos normais, que se mostram mais sensíveis à carência de luz. A maior sensibilidade à variação de luminosidade é verificada no início da fase reprodutiva, ou seja, no período corresponde aos primeiros 10-15 dias após o florescimento. Nessa fase, a redução da disponibilidade de radiação luminosa ocasiona a diminuição da densidade (massa específica) ou peso de grãos (FANCELLI E DOURADO-NETO, 1997).

As plantas daninhas normalmente apresentam uma desvantagem inicial em termos de competição por luz, na medida em que apresentam sementes pequenas e conseqüentemente, plântulas pequenas, ou seja, nos momentos iniciais, as plantas cultivadas

normalmente apresentam-se mais altas do que as daninhas, facilitando a interceptação de luz pelas culturas (BALLARÉ 2000). No entanto a maioria das espécies de plantas daninhas apresentam grande capacidade de estiolamento quando sombreadas, fazendo com que rapidamente evoluam de uma situação de desvantagem para uma nova situação em que posicionem suas folhas no mesmo nível ou acima das folhas da cultura. Tal capacidade de modificação da arquitetura geralmente não ocorre ou é menos intensa em plantas cultivadas.

Coble (1985) observou que, a losna do campo (*Ambrosia artemisiaefolia*) evolui de uma situação de grande desvantagem em termos de competição por luz com a cultura da soja, seis semanas após a emergência da leguminosa, para uma situação em que as duas espécies interceptam aproximadamente 50% da radiação, seis semanas mais tarde.

A interceptação de luz pela cultura apresenta também efeitos indiretos sobre as plantas daninhas um deles refere-se ao balanço entre os comprimentos de onda correspondente ao vermelho e vermelho distante, condicionando a dormência das sementes de algumas espécies (VELINI, 1989).

Outro efeito indireto refere-se à redução da quantidade de energia que atinge o solo, fazendo com que ele seja menos aquecido durante o dia e, por conseqüência, sejam menores as amplitudes térmicas em sua superfície. A redução da amplitude térmica induz também a dormência das sementes de algumas espécies de plantas daninhas, sobretudo de gramíneas.

2.3.3. Nutrientes

A cultura do milho é muito exigente em fertilidade do solo. O milho responde progressivamente a altas adubações, desde que os demais fatores estejam em níveis ótimos, sendo que o nitrogênio é o nutriente ao qual o milho apresenta melhor resposta de aumento de rendimento de grãos. Trabalhos com genótipos, densidades de planta e níveis de nitrogênio evidenciam que à medida que se eleva a densidade de plantas, são necessárias maiores doses de nitrogênio. Por outro lado, com baixa disponibilidade deste nutriente, na qual se espera menor rendimento de grãos, a densidade ótima recomendada deve ser reduzida (MUNDSTOCK, 1977a; PEIXOTO, 1996).

As necessidades nutricionais do milho, assim como de qualquer planta, são determinadas pelas quantidades totais de nutrientes absorvidos, que variam em função da produção obtida. As plantas de milho extraem os nutrientes do solo na seguinte ordem N e K > CI > Mg > Ca e P > S > Fe > Zn e Mn > B > C > Mo (ANDRADE, HAAG E OLIVEIRA., 1975).

Nas primeiras semanas de crescimento, a planta de milho quase não retira nutriente do solo, sendo que as reservas contidas nas sementes são suficientes para atender as exigências da planta (STIPP E YAMADA, 1988). Com o decorrer do tempo, as plantas tornam-se cada vez mais dependentes dos nutrientes contidos no solo, os quais, em virtude de suas funções específicas na fisiologia da planta, apresentam fases preferenciais e de picos de absorção, fases estas em que a cultura se encontra mais sensível ao processo competitivo com as plantas daninhas e com a própria cultura (SOUZA, 1994).

Segundo Stipp e Yamada (1988), os períodos de exigência máxima dos três macronutrientes secundários ocorrem de 40 a 60 dias após a emergência para cálcio e magnésio, e para enxofre, de 50 a 70 dias após a emergência. Para o fósforo (P), a absorção se dá até próximo do florescimento, enquanto para o magnésio (Mg) a curva de absorção é de modo quase linear até o final do ciclo da planta.

A taxa de acúmulo de potássio nos primeiros 30-40 dias de desenvolvimento é elevada, com absorção inclusive superior à do nitrogênio, sugerindo, de acordo com Gamboa (1980), uma maior necessidade de potássio em relação ao nitrogênio e ao fósforo, como um elemento de "arranque". Verifica-se, também, que praticamente todo o potássio é acumulado nos primeiros 75 dias após a germinação, com o ponto de máximo acúmulo ocorrendo ao redor de 60 dias (BÜL, 1993).

Segundo Andrade Haag e Oliveira (1975), o acúmulo de manganês e zinco ocorre por volta de 80 dias, enquanto para o ferro e o cobre, se dá aos 100 dias.

Apesar da adubação principalmente nitrogenada, proporcionar os maiores acréscimos de produção de grão na cultura do milho, a intensidade da resposta aos fertilizantes varia amplamente de uma região para outra, em virtude de vários fatores, entre eles a concorrência das plantas daninhas. Assim, em algumas ocasiões, não se tem verificado acréscimo na produção de grãos com a utilização desse nutriente (PEREIRA, 1997).

A capacidade de extração de alguns nutrientes por algumas espécies daninhas já se encontra determinada. Alkamper (1976), citado por Moody (1981), afirma que os teores de nitrogênio encontrados em plantas daninhas oscilam entre 1,0 e 3,8%, sendo normalmente superiores aos encontrados em plantas cultivadas. Os teores de fósforo geralmente são próximos a 0,5%, e similares aos encontrados em culturas. Teores de potássio oscilam entre 1,5 e 5% e também são superiores aos encontrados em plantas cultivadas.

Verifica-se que na ausência de controle, as plantas daninhas podem extrair quantidades de nitrogênio e potássio superiores às doses em que estes nutrientes são aplicados na maioria das culturas e, portanto a competição por tais fatores de crescimento deve apresentar efeitos tanto drásticos quanto óbvios, sobre a produtividade das plantas cultivadas (VELINI, 1997).

O autor ainda afirma que a elevação de doses dos nutrientes deve ser limitada pela quantidade dos mesmos que a cultura consegue absorver e utilizar adequadamente. A comunidade infestante é composta por várias espécies, sendo algumas de ciclo bastante curto, atingindo picos de extração de nutrientes antes das plantas cultivadas; a utilização de doses excessivas tende a beneficiar sobremaneira tais plantas daninhas de ciclo curto, sendo que a cultura, por sua vez, não terá a sua disposição a quantidade inicial utilizada do nutriente e talvez disponha de quantidades também menores de outros nutrientes.

Entre os mecanismos de interação radicular, a competição via difusão tem recebido mais atenção. As raízes de plantas vizinhas diminuem a absorção de nutrientes quando as zonas de depleção se justapõem (GREEN, 1988). Para determinada distância entre raízes, o grau de competição aumenta com o aumento da difusão efetiva, resultando em maior potencial de competição por nitrato do que por K ou por íons relativamente imóveis, como P.

O conceito de justaposição das zonas de depleção é menos aplicável para água e nutrientes dissolvidos, como o N, que são primariamente supridos para as raízes por fluxo de massa. Para esses nutrientes, a competição depende tanto da absorção de nutrientes quanto de água (VOGT, 1995).

Em trabalho realizado com a cultura da soja, *Xanthium strumarium* foi mais competitivo do que a cultura abaixo da superfície do solo, acarretando redução superior a 1,5 vezes na massa de raízes da soja em relação às plantas que cresceram sem interferência (BOZSA & OLIVER, 1990). Na avaliação da massa seca das raízes, o sistema radicular de

Xanthium mostrou-se mais fino do que o da soja, o que lhe proporcionou grande área superficial por unidade de massa seca. Os autores salientaram ainda que raízes com pequeno diâmetro e com presença de pêlos radiculares apresentam maior potencial de extração/fixação por unidade de área superficial do que raízes com diâmetro maior. Observação semelhante foi relatada por Martin & Snaydon (1982) com plantas de cevada, evidenciando assim a adaptabilidade das plantas daninhas frente à competição imposta pela cultura, resposta esta não observada na cultura.

O rápido crescimento das raízes pode conferir significativa vantagem competitiva em casos nos quais predominem as interações abaixo do solo (MARTIN & SNAYDON, 1982; EXLEY & SNAYDON, 1992; SEIBERT & PEARCE, 1993). Os nutrientes consumidos no início da estação de crescimento e, em consequência, privados de uso pelas plantas vizinhas, podem ser posteriormente redistribuídos dentro da planta. Alguns cereais podem acumular mais de 90% do seu conteúdo final de nutrientes quando eles atingirem apenas 25% do seu tamanho final (BERKOWITZ, 1988).

Com efeito, existem vários trabalhos de pesquisa em que os autores procuram minimizar os efeitos da matocompetição, elevando as doses em que um ou mais nutrientes são aplicados, de forma que estejam disponíveis quantidades de nutrientes suficientes para suprir a planta cultivada e também as plantas daninhas. Deve-se destacar que a prática da adubação no sulco de semeadura facilita o acesso e utilização do fertilizante por parte da cultura e com isso diminui os efeitos da comunidade infestante (VELINI, 1997).

2.3.4 Espaço

Teoricamente, o melhor arranjo é aquele que proporciona distribuição mais uniforme de plantas por área, possibilitando melhor utilização de luz, água e nutrientes. As plantas podem ser distribuídas de várias formas, sendo que as variações na distância entre elas na linha e nas entre linhas determinam os diferentes arranjos na lavoura.

Os principais fatores que influenciam a escolha do arranjo de plantas de milho são: cultivar, objetivo do produtor, nível tecnológico, época de semeadura e duração da estação de crescimento na região de cultivo. Híbridos mais precoces (ciclo mais curto) requerem maior densidade de plantas em relação aos de ciclo normal para atingir seu potencial

de rendimento (MUNDSTOCK, 1977a; SILVA, 1992; TOLLENAAR, 1992). Isso se deve ao fato de os híbridos mais precoces ou superprecoces geralmente apresentarem menor estatura, folhas menores, menor área foliar por planta e menor sombreamento do dossel da cultura (MUNDSTOCK, 1977a; SANGOI, 2000). Estas características morfológicas possibilitam a adoção de menor espaçamento entre plantas na linha e, conseqüentemente, de maior densidade de plantas. Esses híbridos normalmente requerem maior densidade de plantas para a maximização do rendimento de grãos, por necessitarem de mais indivíduos por área para gerar índice de área foliar capaz de potencializar a interceptação da radiação solar (SANGOI, 2000).

As diferenças na resposta à densidade entre cultivares precoces e tardias são mais acentuadas quando o nível de produtividade é elevado. Com tetos de produtividade baixos, há pouco efeito do ciclo do genótipo na definição da densidade de plantas ótima. Com relação à redução no espaçamento entre linhas, os maiores benefícios em termos de rendimento de grãos são obtidos quando o teto de produtividade é superior a 6t/ha e a densidade utilizada é maior que 4 plantas/m² (MUNDSTOCK, 1977b).

O incremento no rendimento de grãos resultante da utilização de menores espaçamentos é devido à melhor distribuição de plantas na lavoura, que evita a excessiva concorrência por luz dentro da fila, a qual ocorre somente quando a densidade de plantas é alta. Além disso a redução no espaçamento entre linhas é mais efetiva, quando utilizados híbridos de menor porte, pois esses demoram para fechar o espaço entre linhas e, muitas vezes, nem conseguem sombrear toda a área (MUNDSTOCK, 1977b, ARGENTA, 2000).

Outro fator que afeta a escolha do arranjo de plantas é a forma de uso de milho na propriedade. Para produção de grãos, o arranjo de plantas recomendado depende do tipo de cultivar e das condições de manejo (PROGRAMA..., 1999).

Para obtenção de altos rendimentos de grãos, a densidade geralmente utilizada varia de 5 a 7 plantas/m², com espaçamento entre linhas de 0,7 a 1,0m. Para produção de silagem, tanto de planta inteira como de grãos úmidos, o arranjo de plantas é o mesmo utilizado para produção de grãos. Para milho pipoca, a densidade recomendada é de 6,5 a 8,0 plantas/m², com espaçamento entre linhas de 0,75 a 0,90. O emprego de maior densidade de plantas na produção de milho pipoca deve-se ao tipo de planta com menor estatura e poucas

folhas e à necessidade de obtenção de grãos de maior qualidade, para melhorar o índice de expansão (PROGRAMA..., 1999).

Para produção de milho doce e milho verde, recomenda-se densidade de plantas entre 3,5 a 4,0 plantas/m² (PROGRAMA..., 1999), pois é importante que as espigas tenham tamanho grande, para aumentar o rendimento industrial e atender às exigências dos consumidores do produto *in natura*.

O aproveitamento do espectro solar pode ser incrementado pela melhor distribuição espacial de plantas na área, mediante combinações adequadas entre o espaçamento das linhas e o número de plantas, e evitar efeitos externos como o ataque de pragas sobre a área foliar, doenças e a competição das plantas daninhas.

Para o milho manifestar sua elevada capacidade de produção de biomassa, será necessário que a planta apresente adequada estrutura de interceptação da radiação disponível, que somente poderá ser obtida quando forem evidenciados pelo menos 90% de sua área foliar máxima. Assim, quanto mais cedo tal condição for atingida, maior será a taxa de crescimento e a garantia de velocidade metabólica satisfatória. Os valores ótimos de interceptação da radiação incidente (90-95% da área foliar máxima) para a cultura de milho são dados em função da disponibilidade de água, nutrientes, temperatura, da população de plantas, e sobretudo da distribuição espacial das plantas na área (FANCELLI E DOURADONETO, 1997).

Para a escolha do estande adequado, deve-se ter parâmetros como: expectativa de produção/área e a interferência que uma planta de milho causará na outra, principalmente as plantas adjacentes localizadas na mesma linha de plantio, região onde se espera a maior competição intra-específica por espaço. Contudo, nota-se uma tendência de se adotar maiores densidades combinadas com menores espaçamentos, visando apenas maximizar a produtividade, tendência esta que vêm acarretando problemas não observados anteriormente em espaçamentos maiores, como o acamamento de plantas (o que impossibilita a colheita mecânica) além de maior incidência de doenças. (PROGRAMA..., 1999).

A competição por espaço é de difícil quantificação e mesmo compreensão. Contudo deve-se admitir que a mesma ocorra sempre que uma planta for forçada a assumir uma arquitetura que não lhe é característica, mudando o posicionamento de

seus órgãos, porque os espaços que elas deveriam ocupar já se encontram ocupados por outras plantas (VELINI, 1997).

A escolha adequada do espaçamento e densidade de plantas na implantação garante condição de vantagem inicial para a cultura em relação às plantas daninhas, além de otimizar a produtividade por área. Para se obter o limite máximo de plantas por unidade de área, outro parâmetro de elevada importância que deve ser levado em consideração, é o acamamento das plantas de milho, uma vez que a competição intra-específica influencia a arquitetura final da planta, obtendo-se assim plantas maiores e com base (primário entre-nó acima do solo) mais finas, portanto mais sujeitas ao acamamento, principalmente por ação de vento (PROGRAMA..., 1999).

2.4 Recomendação de Espaçamento

A recomendação de arranjo de plantas em milho foi alterada ao longo do tempo, junto com as modificações de ordem genética, fisiológica, bioquímica e anatômica introduzidas na planta e a evolução do manejo cultural.

Incrementos lineares no rendimento de grãos ocorreram na região do milho, nos EUA, nos últimos 70 anos, devido ao início de comercialização de híbridos duplos na década de 30 e dos híbridos simples em meados da década de 60 (RUSSEL, 1991). No Brasil as grandes alterações no arranjo de plantas de milho ocorreram a partir da década de 40, devido à utilização de híbridos duplos (PATERNIANI, 1993). A utilização de híbridos permitiu maior uso de fertilizantes, controle mais eficiente de plantas daninhas, avanços no manejo da cultura e aumento da densidade de plantas (DUVICK & CASSMAN, 1999). Segundo CARDWELL (1982), somente a elevação na densidade de plantas foi responsável pelo incremento de 21% no rendimento de grãos de milho no período de 1930-1979 na região de Minnesota (EUA).

A alteração na densidade de plantas é uma das práticas culturais que mais afeta o rendimento de grãos de milho, que é a espécie da família das Poaceas mais sensível a sua variação (ALMEIDA & SANGOI, 1996). Isso porque os híbridos modernos não perfilham e, usualmente, produzem somente uma espiga por planta e, portanto, não possuem a

capacidade de compensar eventuais falhas na emergência como as demais espécies desta família.

Sob altas densidades, aumenta a competição inter-planta por luz, água e nutrientes (SANGOI, 2000) o que afeta o rendimento final porque estimula a dominância apical, induz a esterilidade, decresce o número de espigas produzidas por planta e o número de grãos por espiga (SANGOI & SALVADOR, 1998). Portanto, o rendimento de grãos de milho aumenta com o incremento na densidade de planta até atingir um nível ótimo, que é determinado pelo genótipo e pelas condições do ambiente e diminui com posteriores aumentos na densidade.

Em trabalhos desenvolvidos na região sul do Brasil para determinar a densidade ótima de plantas em híbridos de milho com elevado potencial de rendimento de grão (MUNDSTOCK, 1977a, SILVA, 1999 e ALMEIDA, 2000), os máximos rendimento de grãos foram obtidos com densidades iguais ou superiores a 8 plantas/m², (tendo como limite superior 12 plantas/m²) evidenciando que a recomendação de densidade de até 7 plantas/m² pode ser ampliada para 8 plantas/m², em ambientes favoráveis para obtenção de altos tetos de rendimento de grãos e com híbridos tolerantes a acamamento (ALMEIDA, 2000).

Além de densidade, outra forma de se manipular o arranjo de plantas em milho é através do espaçamento entre linhas. O espaçamento entre linhas recomendado no RS varia de 0,7 a 1,0m (PROGRAMA..., 1999). O espaçamento tradicional de um metro entre linhas é originário do uso de animais nas lavouras para realização de tratos culturais (MUNDSTOCK, 1977b). Com a introdução do uso de herbicidas no controle de plantas daninhas, a adoção do espaçamento amplo tem sido questionada.

Menores espaçamentos entre linhas permitem melhor distribuição espacial das plantas, aumentando a sua eficiência na interceptação de luz (FLÉNET *et al.*, 1996). Muitas vezes, isto se reflete em incrementos do rendimento de grãos (KARLEN & CAMP, 1985; PARVEZ *et al.*, 1989; MURPHY *et al.*, 1996; ARGENTA *et al.*, 2000), devido ao aumento da produção fotossintética líquida (BULLOCK *et al.*, 1988).

O incremento do rendimento de grãos com redução do espaçamento entre linhas é atribuído à maior eficiência na interceptação de radiação e ao decréscimo de competição entre plantas na linha por luz, água e nutrientes, devido a sua distribuição mais equidistante das plantas.

Os incrementos potenciais no rendimento de grãos de milho obtidos com o uso de espaçamentos menores (0,5 e 0,7m) do que os convencionalmente utilizados (0,8-1,0m) variam de 5 a 10% (MUNDSTOCK, 1977b). ARGENTA (2000) verificaram que o efeito da redução do espaçamento entre linhas sobre o rendimento de grãos dependeu do híbrido utilizado e da densidade de plantas. Em um dos experimentos, o rendimento de grãos aumentou linearmente com redução do espaçamento de 1,0m para 0,4m para o híbrido Cargill 901 (incremento de 716kg/ha para cada 20cm de redução no espaçamento), na densidade de 5 plantas/m². Para o outro híbrido (XL 212), não houve resposta à alteração no espaçamento entre linhas.

Mesmo que, em algumas situações, a redução do espaçamento entre linhas não resulte em aumento do rendimento de grãos do milho, a sua adoção pode ser justificada pelo aumento da competitividade com plantas daninhas, devido à maior quantidade de luz que é interceptada pelo dossel da cultura (TEASDALE, 1995), pela utilização mais eficiente de máquinas, principalmente de semeadoras, pois possibilita a semeadura do milho no mesmo espaçamento da soja e também maior velocidade de semeadura em relação ao espaçamento tradicional. Por outro lado, o uso de espaçamentos mais estreitos pode dificultar a realização de tratos culturais em pós-mergência. A colheita, que se constituía em outra limitação, está sendo minimizada devido ao surgimento de plataformas que possibilitam colheita com espaçamento menor entre linhas.

A realização deste trabalho justifica-se pela reduzida quantidade de informações sobre períodos de interferência e controle das plantas daninhas na cultura do milho implantada em diferentes espaçamentos.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local e Época

O experimento foi desenvolvido na Fazenda Experimental Lageado, pertencente à Faculdade de Ciências Agrônômicas (FCA) da UNESP, no município de Botucatu – SP, para a condução e avaliação do mesmo foi usada a estrutura do Departamento de Produção Vegetal e a implantação no campo se deu na área 17 da Fazenda Experimental.

O município de Botucatu encontra-se nas coordenadas geográficas de 22°51' 03'' de latitude Sul e 48°25'37'' de longitude Oeste, com altitude de 786m. De acordo com a classificação climática de Köppen, o clima da região é do tipo Cfa – moderado chuvoso, apresentando quatro a seis meses consecutivos com temperaturas médias do ar superiores a 10,0 °C. A temperatura média do ar é de 22,8°C no mês mais quente e de 16,7°C no mês mais frio sendo a média anual de 20,6°C. A precipitação pluviométrica anual média é de 1518,8 mm, com valores médios de 229,5 mm e 37,5 mm para os meses de maior e menor precipitação, respectivamente (MARTINS, 1989).

O experimento foi conduzido de novembro de 2003 a junho de 2004, correspondendo à safra de verão.

3.2 Espécie Estudada

A espécie usada no estudo foi o milho *Zea mays* (L.). As sementes foram adquiridas da empresa Cargil® em agosto de 2003. A cultivar utilizada foi a C333, híbrido simples, cujo grão é classificado como semi flint laranjado. A escolha pelo híbrido simples se deu pelo fato de maior potencial produtivo do mesmo (12 toneladas/ha, segundo empresa Cargil®).

3.3 Metodologia

3.3.1 Preparo da Área

A área experimental encontrava-se em pousio, a vegetação espontânea da área foi tratada quarenta dias antes do preparo do solo com 6 litros (p.c)/hectare de glifosato (Round up®).

O preparo do solo foi realizado de forma convencional, devido à indisponibilidade de máquinas e implementos para instalação em plantio direto. Foi realizado aração e duas gradagens para nivelamento do terreno, sendo a última delas realizada imediatamente antes da semeadura.

3.3.2 Adubação

A adubação, realizada no sulco de plantio, teve como base à análise química do solo, cujos resultados são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Resultados das análises químicas de fertilidade do solo da área utilizada.

pH	M.O g/dm ³	Presina mg/dm ³	mmol/dm ³			V (%)
			K	Ca	Mg	
5,6	3,2	22	1,5	14	11	66

A adubação constituiu-se da aplicação de 178 kg/hectare da fórmula 8 – 28 - 16 (em ambos espaçamentos). E posteriormente (quando a cultura se encontrava com 10 folhas expostas), foi aplicado, em cobertura, na linha de sementeira, 330 kg/hectare de uréia.

3.3.3 Aplicação dos Tratamentos

A sementeira foi realizada no dia 13 de novembro e 2003, foram colocadas 8 sementes /metro linear de sulco no espaçamento de 0,90 m e 4 sementes /metro linear de sulco no espaçamento de 0,45 m, tais valores foram obtidos levando-se em conta o poder germinativo (especificação do distribuidor), e expectativa de estande final de 65.000 plantas /hectare em ambos espaçamentos.

Os tratamentos experimentais (Tabela. 2) foram constituídos de doze períodos crescentes e decrescentes de convivência ou controle das plantas daninhas na cultura, considerados a partir da emergência da cultura do milho, em dois espaçamentos (0,9 e 0,45m). Os tratamentos foram separados em dois grupos: M (Mato), para os períodos iniciais de convivência com as plantas daninhas; e L (Limpo), para os períodos iniciais de controle. Os períodos de convivência ou controle avaliados foram de 0-7, 0-14, 0-21, 0-28, 0-35, 0-42, 0-56, 0-70, 0-98, 0 –126.

Tabela. 2 Descrição dos tratamentos do ensaio de matocompetição em milho

GRUPO	TRAT.	Sem Controle (DIAS)	Com Controle (DIAS)	GRUPO	TRAT.	Sem Controle (DIAS)	Com Controle (DIAS)
GRUPO MATO	T1	0	0 - 126	GRUPO LIMPO	T12	0 - 126	0
	T2	0 - 7	7 - 126		T13	7 - 126	0 - 7
	T3	0 - 14	14 - 126		T14	14 - 126	0 - 14
	T4	0 - 21	21 - 126		T15	21 - 126	0 - 21
	T5	0 - 28	28 - 126		T16	28 - 126	0 - 28
	T6	0 - 35	35 - 126		T17	35 - 126	0 - 35
	T7	0 - 42	42 - 126		T18	42 - 126	0 - 42
	T8	0 - 56	56 - 126		T19	56 - 126	0 - 56
	T9	0 - 70	70 - 126		T20	70 - 126	0 - 70
	T10	0 - 98	98 - 126		T21	98 - 126	0 - 98
	T11	0 - 126	0		T22	0	0 - 126

3.3.4 Processamento

A cultura foi colhida manualmente, e a parcela experimental útil foi composta por 6 linhas (no espaçamento de 0,90 m, o que representa 5,40 m) por 3 metros de comprimento (portanto 16,2 m²) e de 12 linhas (espaçamento de 0,45, o que representa 5,40 m) por 3 metros de comprimento (portanto 16,20 m²).

Avaliou-se as seguintes características: área foliar; acúmulo de biomassa do milho; diâmetro de colmo, altura de plantas, área foliar, produtividade, índice de espiga e aspecto sanitário. Os dados referentes à comunidade infestante foram obtidos através de avaliações por notas, tendo como referência as parcelas destinadas à comunidade infestante, sem a presença da cultura.

Para a determinação dos componentes da produtividade, levou-se em consideração o peso total, peso de grãos, peso e diâmetro de sabugo de 10 espigas de cada parcela experimental colhida antes da trilha. A trilha dessas espigas destinadas a mensuração dos parâmetros de produtividade foi realizada manualmente e o peso das 10 espigas acrescentados no peso final visando a estimativa da produtividade.

A determinação de matéria seca de parte aérea se deu em estufa com circulação forçada de ar a 65 °C até peso constante, e a massa seca de 100 grãos (referência para teor de água), foi obtida em estufa com circulação forçada de ar a 105 °C por 48 horas.

A área foliar foi determinada através da relação obtida através do uso de discos de área conhecida, cujo peso dos mesmos foram aferidos em balança de alta precisão do laboratório de Matologia, pertencente à Faculdade de Ciências Agrônomicas da Unesp de Botucatu,

3.3.5 Análise Estatística

Os dados obtidos foram submetidos à comparação de médias pelo teste de T ao nível de 5% de probabilidade, visando à determinação do período inicial de interferências e período no qual as interferências impostas pelas plantas daninhas não são mais observadas. O experimento foi conduzido através de parcelas subdivididas em blocos ao acaso.

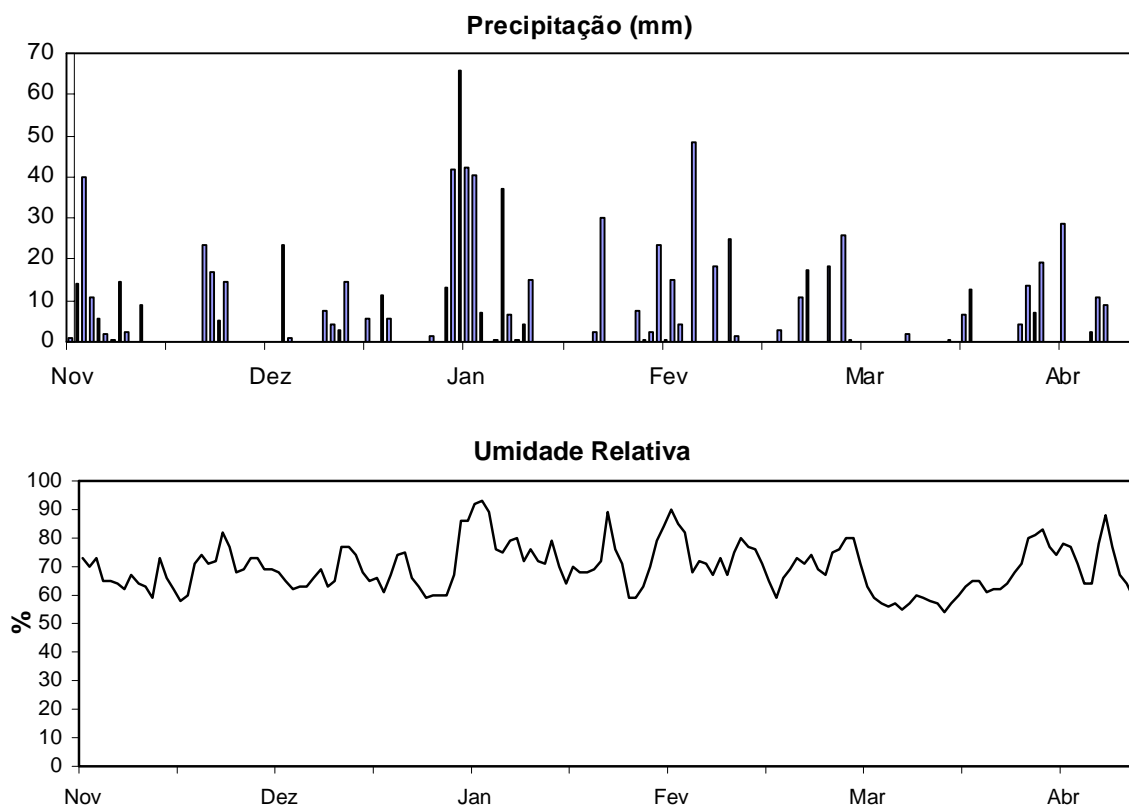
3.3.6 Tratamentos Fitossanitários

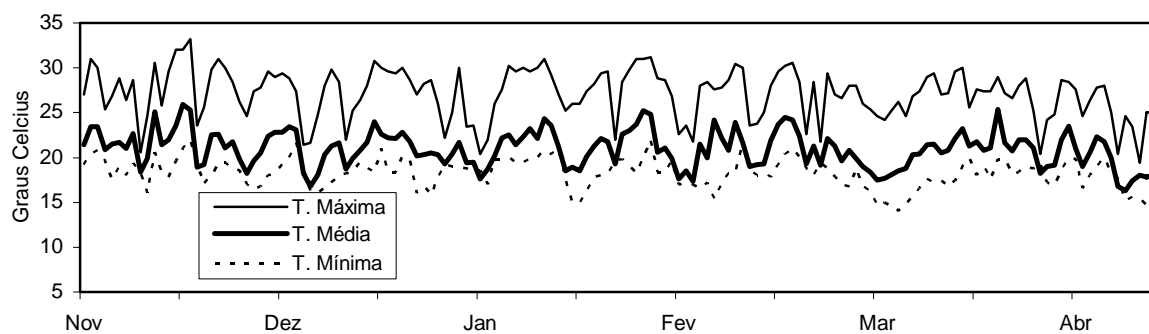
Foi aplicado com pulverizador costal, de modo preventivo, o inseticida deltamethrin (Decis®) (500 ml P.C/ha), quando a cultura se encontrava com oito folhas totalmente expostas.

As bordas e corredores do experimento foram mantidos livres da interferência de plantas daninhas através de capinas manuais, as quais foram realizadas ao longo do experimento.

3.3.7 Dados Meteorológicos

As condições meteorológicas observadas durante a condução do experimento estão representadas pela figura abaixo.





As condições meteorológicas (precipitação e temperatura principalmente), não foram fatores limitantes na determinação da produtividade final da cultura. Não houve presença de chuvas durante o processo de colheita.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

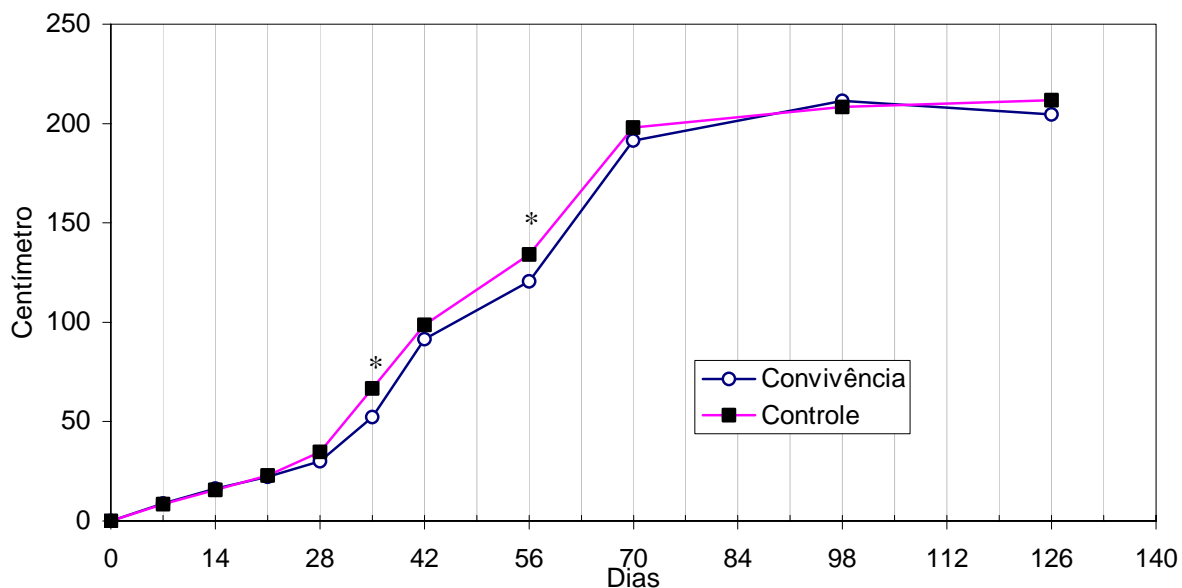
4.1 Dados Obtidos ao Final dos Períodos de Convivência ou Controle

4.1.1 Altura

Nas Tabelas 3 a 8 são apresentados algumas características da planta de milho desenvolvendo-se na presença e na ausência das plantas daninhas, em função da época de avaliação e do espaçamento adotado. Os dados referentes à altura de plantas, expressa em centímetros; acúmulo total de massa seca da planta (gramas) e diâmetro do caule (centímetros) estão apresentados nas figuras 1 a 4 respectivamente.

O comportamento da altura, (representada pelo comprimento do colo até a inserção da última folha totalmente estendida) (Figura1) foi relativamente uniforme, fato este não observado nas outras características avaliadas ao final de cada período como: acúmulo de massa seca, diâmetro de caule e área foliar. Com relação ao acúmulo de matéria seca e área foliar, Hall (1992) concluiu serem estas características da planta de milho bastante influenciadas pela presença das plantas daninhas, o autor afirma também que a matointerferência acelera o processo de senescência das folhas localizadas mais próximas ao solo.

a) Espaçamento 0,90m



(b) Espaçamento: 0,45m

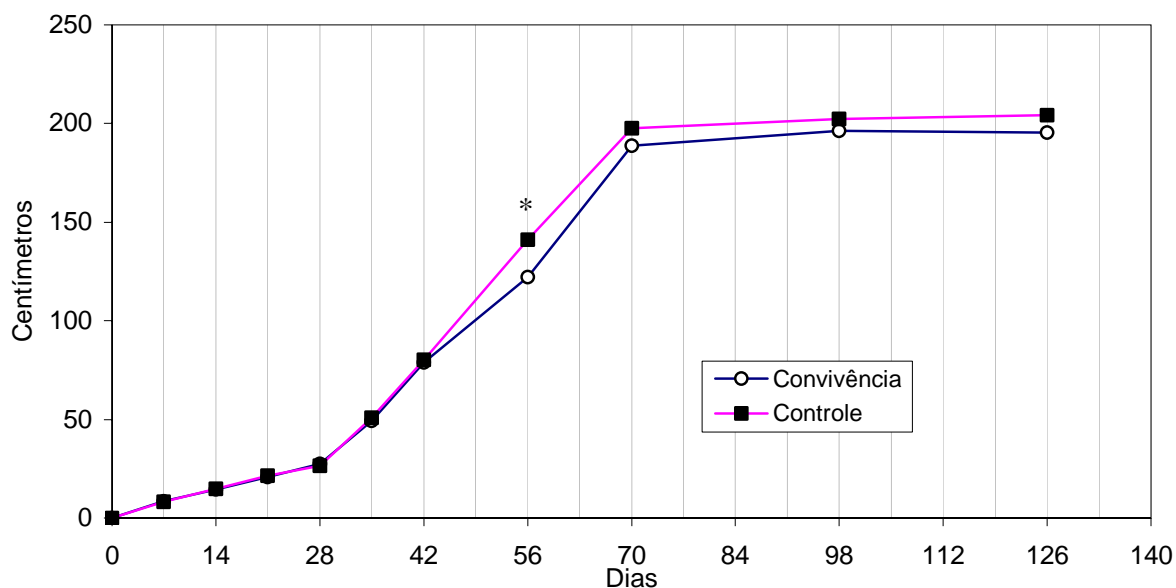


Figura 1. Altura da planta de milho, no espaçamento de 0,90 m (a) e de 0,45 (b), em diferentes períodos de convivência ou controle de plantas daninhas. Avaliações realizadas aos 0, 7, 14, 28, 35, 42, 56, 70, 98 e 126 dias após a emergência da cultura.

Na Tabela 3 são apresentados os dados médios e os resultados da análise estatística dos dados de altura obtidos nas leituras correspondentes a cada período de convivência ou controle dentro do espaçamento de 0,90. Pode-se observar que o convívio ou o controle de plantas daninhas não influenciou no desenvolvimento da altura de plantas de milho independente do espaçamento (Tabela 3).

Tabela 3. Alturas médias de plantas de milho (cm) submetidas ao controle (Limpo) ou convivência (Mato) de plantas daninhas, nos espaçamentos de 0,90 e 0,45 m.

Períodos	0,90				0,45			
	Limpo	Mato	F contraste	Signif.	Limpo	Mato	F contraste	Signif.
7	0,0 a	0,0 a	0,00	ns	0,0 a	0,0 a	0,00	ns
14	8,6 a	8,9 a	0,00	ns	8,6 a	8,5 a	0,01	ns
21	15,8 a	16,4 a	0,02	ns	15,8 a	14,4 a	0,01	ns
28	22,8 a	22,1 a	0,02	ns	22,8 a	20,8 a	0,02	ns
35	34,7 b	30,1 a	0,92	ns	34,7 a	27,6 a	0,05	ns
42	66,7 a	52,2 b	9,06	**	66,7 a	49,2 a	0,13	ns
56	98,7 b	91,6 a	2,15	ns	98,7 a	78,9 a	0,07	ns
70	134,2 a	120,5 b	8,08	**	134,2 a	122,2 b	15,51	**
98	198,0 a	191,3 a	1,95	ns	198,0 a	188,9 a	3,26	ns
126	208,4 a	211,5 a	0,41	ns	208,4 a	196,3 a	1,56	ns
Valores F								
Blocos								3,43
Espaçamento								18,90
Condição								18,08
Período								2332,76
ESPAÇAMENTO x CONDIÇÃO								0,06
ESPAÇAMENTO x PERÍODO								2,87
CONDIÇÃO x PERÍODO								2,30
ESPAÇAMENTO x CONDIÇÃO x PERÍODO								0,82
DMS								7,92
C.V Parcelas (%)								20,72
C.V. Sub-parcelas (%)								7,86

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem pelo teste de F, ao nível de 5% ou 1% de probabilidade (*) Limites unilaterais de F ao nível de 5% de probabilidade (**) Limites unilaterais de F ao nível de 1% de probabilidade

Os efeitos sobre a altura foram pouco intensos, contudo, para o espaçamento de 0,90m nos sete períodos iguais ou superiores a 28 dias de convivência ou

controle, houve a superioridade dos valores na condição “sem plantas daninhas”. A probabilidade de que este comportamento tenha ocorrido por acaso é de apenas 1/64 (1,56%). Para o espaçamento de 0,45 m, houve superioridade da condição “sem plantas daninhas” nos quatro períodos finais. A probabilidade de que este comportamento deva-se ao acaso é de apenas 1/16 (6,25%). Desse modo, com elevados níveis de confiança, pode-se concluir que a matointerferência reduziu a altura média final de plantas de milho quando houve a convivência da cultura com as plantas daninhas por períodos iguais ou superiores a 28 e 42 dias, respectivamente para os espaçamentos de 0,90 m e 0,45 m.

4.1.2 Diâmetro de Colmo

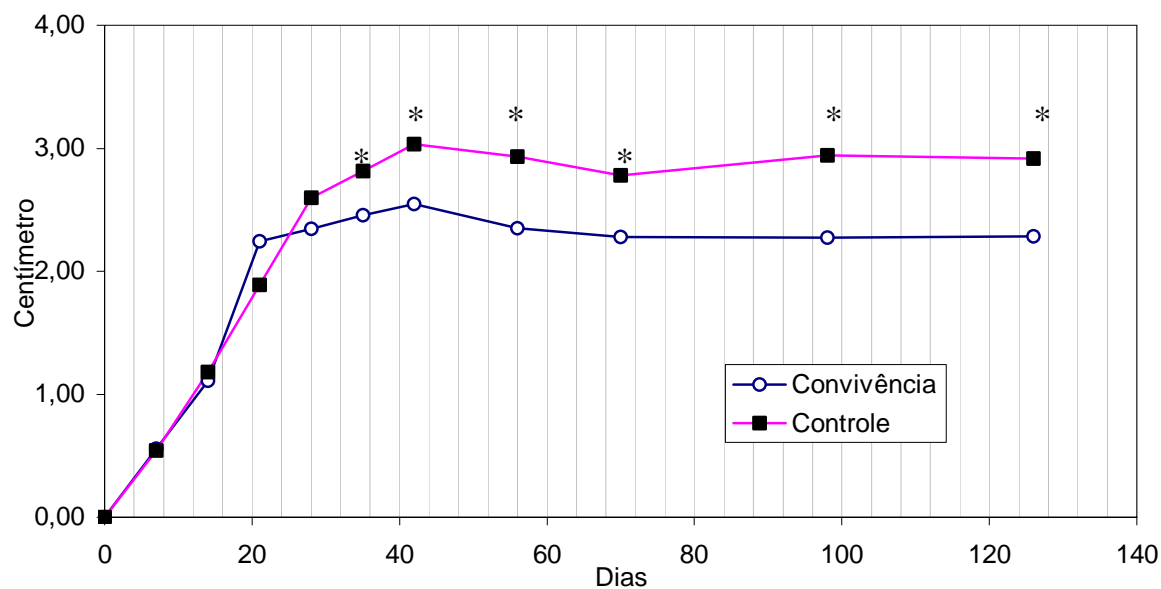
Além de servir de base de sustentação para todo o peso da planta e produção, o diâmetro do caule é um parâmetro morfológico importante na mecanização. Um diâmetro mínimo garante o não acamamento de plantas durante a colheita mecânica (movimentação da colhedora), além de evitar o tombamento de plantas por ação do vento.

Conforme Figura 2, observa-se que a convivência ou controle de plantas daninhas, em ambos os espaçamentos, interferiu significativamente no diâmetro do caule no primeiro entrenó, próximo ao solo.

O diâmetro médio de caule médio observado no experimento, em todos os tratamentos aplicados, foi suficiente para suportar o peso da espiga (produção) e garantir que não ocorresse acamamento de plantas. Observou-se, ainda, que os tratamentos referentes ao espaçamento de 0,90 apresentaram, visualmente, maiores quantidades de raízes adventícias de sustentação quando comparados aos tratamentos de 0,45m. Essas observações, sugerem que a competição na linha de plantio no espaçamento de 0,90 foi mais acentuada ao longo do tempo.

Não somente em milho, como em soja e outras culturas, o diâmetro do colo mostrou-se relativamente pouco sensível a matointerferência (Velini, 1989).

(a) Espaçamento 0,90m



(b) Espaçamento: 0,45m

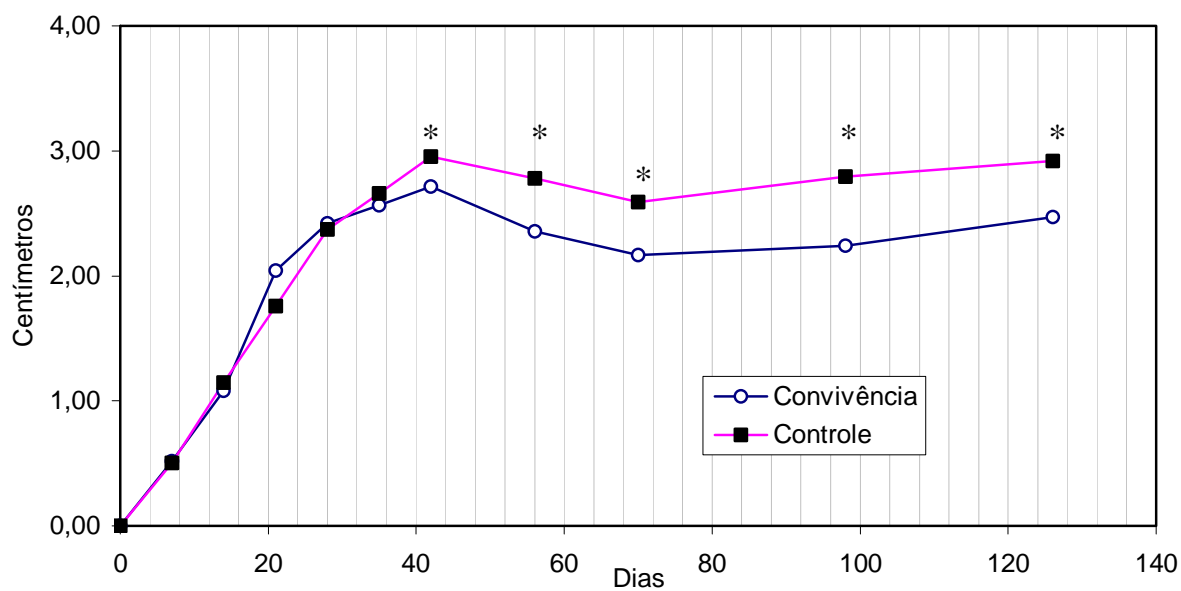


Figura 2. Diâmetro de colmo (primeiro entrenó, próximo ao solo) de milho, no espaçamento de 0,90 m (a) e de 0,45 (b), em diferentes períodos de convivência ou controle de plantas daninhas. Avaliações realizadas aos 0, 7, 14, 28, 35, 42, 56, 70, 98 e 126 dias após a emergência da cultura.

Na Tabela 4 são apresentados os dados médios de diâmetro de colmo, obtidos nas leituras correspondentes a cada período de convivência ou controle no espaçamento de 0,90 e 0,45. Pode-se observar que o convívio ou o controle de plantas daninhas influenciou significativamente o desenvolvimento do diâmetro de colmo de milho junto ao solo a partir dos 42 dias de convivência (no espaçamento de 0,90) e a diferença foi mantida até o final do ciclo da planta.

Tabela 4. Diâmetros médios de colmo de plantas de milho (cm) submetidas ao controle (Limp) ou convivência (Mato) de plantas daninhas, nos espaçamentos de 0,90 e 0,45 m.

Períodos	0,90				0,45			
	Limp	Mato	F contraste	Signif.	Limp	Mato	F contraste	Signif.
7	0,0 a	0,0 a	0,00	ns	0,0 a	0,0 a	0,00	ns
14	0,5 a	0,6 a	0,07	ns	0,5 a	0,5 a	0,02	ns
21	1,2 a	1,1 a	1,04	ns	1,1 a	1,1 a	0,44	ns
28	1,9 a	2,2 a	2,49	ns	1,8 a	2,0 b	8,41	**
35	2,6 a	2,3 a	3,17	ns	2,4 a	2,4 a	0,23	ns
42	2,8 a	2,5 b	6,35	**	2,7 a	2,6 a	0,93	ns
56	3,0 a	2,5 b	10,61	**	3,0 a	2,7 b	5,97	*
70	2,8 a	2,4 b	22,88	**	2,8 a	2,4 b	18,71	**
98	2,8 a	2,3 b	38,55	**	2,6 a	2,2 b	18,86	**
126	2,9 a	2,3 b	51,24	**	2,8 a	2,2 b	30,39	**
Valores F								
Blocos								
Espaçamento								
Condição								
Período								
ESPAÇAMENTO x CONDIÇÃO								
ESPAÇAMENTO x PERÍODO								
CONDIÇÃO x PERÍODO								
ESPAÇAMENTO x CONDIÇÃO x PERÍODO								
DMS								
C.V. Parcelas (%)								
C.V. Sub-parcelas (%)								

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem pelo teste de F, ao nível de 5% ou 1% de probabilidade (*) Limites unilaterais de F ao nível de 5% de probabilidade (**) Limites unilaterais de F ao nível de 1% de probabilidade

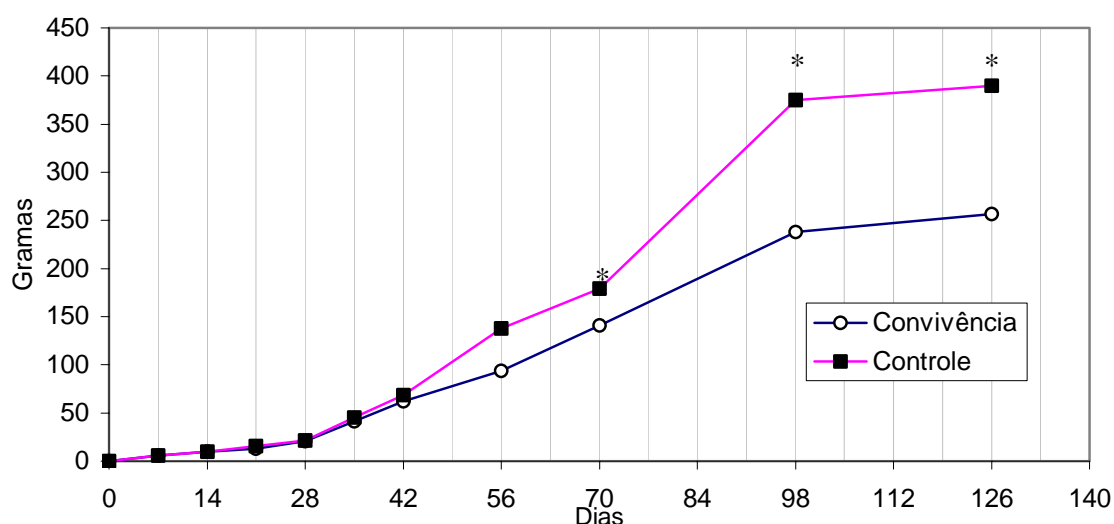
Já no espaçamento de 0,45 a diferença foi observada a partir dos 58 dias e mantida até o final do ciclo o que sugere que no espaçamento mais reduzido a influência negativa da presença de plantas daninhas ocorre mais tarde quando comparada com o espaçamento de 0,90.

Os diâmetros de colmo das plantas de milho submetidas ao convívio ou controle de plantas daninhas, apresentaram diferenças mais acentuadas no espaçamento de 0,90. Tal comportamento se dá, provavelmente pela menor capacidade de supressão (por sombreamento) das plantas de milho sobre as plantas daninhas e ao mesmo tempo pelo fato de as plantas de milho na fileira de plantio estarem mais próximas umas das outras no espaçamento de 0,90 o que estimularia o estiolamento (por competição intra-específica) e por consequência o afinamento do colmo.

4.1.3 Acúmulo de Matéria Seca Total

Os dados referentes aos acúmulos médios de matéria seca total das plantas de milho, quando submetidas ao convívio ou controle de plantas daninhas estão apresentados na Figura 3 e Tabela 5.

(a) Espaçamento 0,90m



(continua...)

(b) Espaçamento 0,45 m

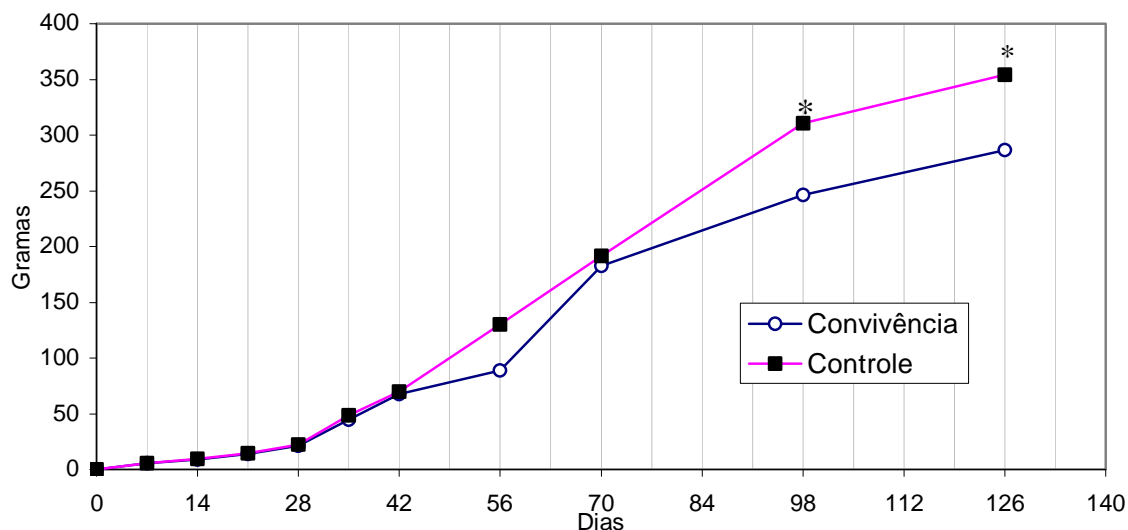


Figura 3. Acúmulos médios de matéria seca total de milho, no espaçamento de 0,90 m (a) e de 0,45 (b), em diferentes períodos de convivência ou controle de plantas daninhas. Avaliações realizadas aos 0, 7, 14, 28, 35, 42, 56, 70, 98 e 126 dias após a emergência da cultura.

Na Tabela 5 estão apresentados os dados referentes ao acúmulo médio total de massa seca de plantas de milho e os resultados da análise estatística referente aos dados apresentados.

Tabela 5. Acúmulos médios de matéria seca total de plantas de milho (gramas) submetidas ao controle (Limp) ou convivência (Mato) de plantas daninhas, nos espaçamentos de 0,90 e 0,45 m.

Períodos	0,90				0,45			
	Limpo	Mato	F contraste	Signif.	Limpo	Mato	F contraste	Signif.
7	0,00 a	0,00 a	0,00 a	ns	0,00 a	0,00 a	0,00	ns
14	5,74 a	5,82 a	0,00 a	ns	5,66 a	5,70 a	0,00	ns
21	9,91 a	9,40 a	0,00 a	ns	9,24 a	8,76 a	0,00	ns
28	15,65 a	12,99 a	0,06 a	ns	14,72 a	13,89 a	0,01	ns
35	21,39 a	20,53 a	0,01 a	ns	22,49 a	21,33 a	0,01	ns
42	45,06 a	41,63 a	0,09 a	ns	48,66 a	44,45 a	0,14	ns
56	68,73 a	61,97 a	0,36 a	ns	70,11 a	67,58 a	0,05	ns
70	137,6 a	94,07 b	14,74 b	**	130,1 a	88,78 b	13,33	**
98	179,0 a	140,9 b	11,30 b	**	191,5 a	182,4 b	0,64	**
126	374,8 a	238,1 b	145,32 b	**	310,5 a	246,4 b	31,99	**

(continua...)

Tabela 5. Acúmulos médios de matéria seca total de plantas de milho (gramas) submetidas ao controle (Limpo) ou convivência (Mato) de plantas daninhas, nos espaçamentos de 0,90 e 0,45 m. (continuação)

Valores F	
Blocos	2,51
Espaçamento	0,01
Condição	106,72
Período	841,12
ESPAÇAMENTO x CONDIÇÃO	11,94
ESPAÇAMENTO x PERÍODO	2,52
CONDIÇÃO x PERÍODO	24,29
ESPAÇAMENTO x CONDIÇÃO x PERÍODO	3,23
DMS	37,41
C.V Parcelas (%)	14,94
C.V. Sub-parcelas (%)	16,58

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem pelo teste de F, ao nível de 5% ou 1% de probabilidade (*) Limites unilaterais de F ao nível de 5% de probabilidade (**) Limites unilaterais de F ao nível de 1% de probabilidade

As diferenças significativas nos acúmulos totais de matéria seca foram observadas no espaçamento de 0,90 a partir dos 70 dias após emergência da cultura, já no espaçamento de 0,45 as diferenças foram observadas a partir dos 98 dias de convivência e mantidas até o final do ciclo. Assim como no diâmetro de caule e outras características observadas esse comportamento sugere que as plantas quando instaladas em espaçamento de 0,45 toleram mais a presença de plantas daninhas quando comparadas com plantas em espaçamento de 0,90 (Figura 3).

4.1.4 Área Foliar

A quantificação da área foliar se mostrou inviável operacionalmente devido a dois fatores: tamanho da parcela (16,2 m²) e o método disponível para determinação de área foliar (peso de discos com área conhecida) mostrou-se sensível à perda de água das folhas da coleta ao processamento o que refletiu nos dados obtidos de área (subestimação dos dados referentes à área foliar obtidas quando cultura e plantas daninhas estavam em convivência).

4.2 Componentes da Produção e Produtividade

4.2.1 Produção por Área

A produção final é reflexo de vários fatores, dentre eles a presença ou ausência de plantas daninhas em convivência com a cultura durante o ciclo. Os dados referentes à produção em relação à área nos diferentes espaçamentos, estão apresentados na Figura 4 e Tabela 6.

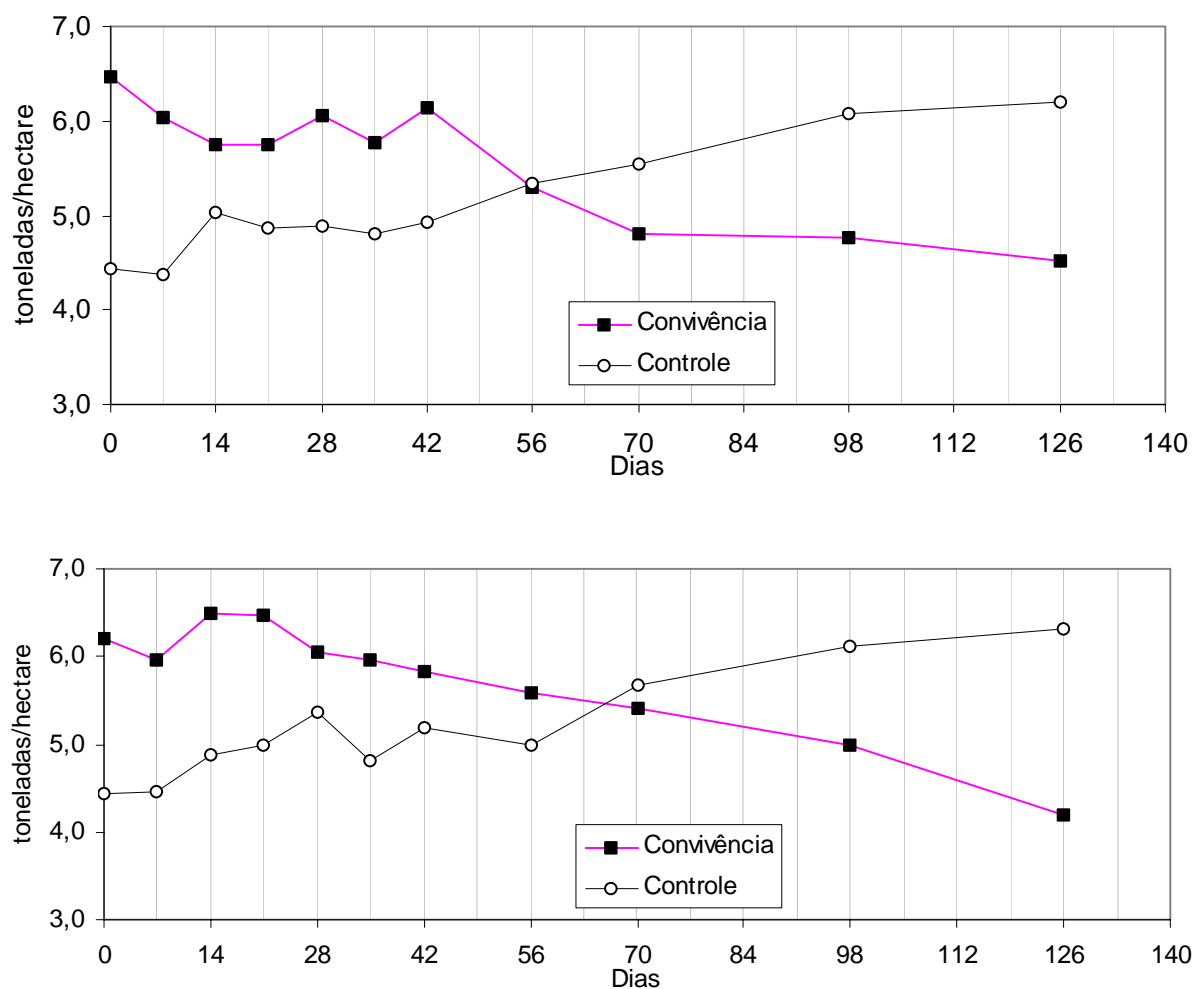


Figura 4. Produção média por área (t/ha) de milho, no espaçamento de 0,90 m (a) e de 0,45 (b), em diferentes períodos de convivência ou controle de plantas daninhas. Avaliação realizada por ocasião da colheita.

Tabela 6. Valores médios de produção por área (t/ha) de plantas de milho submetidas ao controle (Limpo) ou convivência (Mato) de plantas daninhas, nos espaçamentos de 0,90 e 0,45.

Espaçam.	Período	Condição	Produção (t/ha)	Espaçam.	Período	Condição	Produção (t/ha)
0,90	0	Mato	6,238	0,90	0	Limpo	4,431 **
0,90	7	Mato	6,028	0,90	7	Limpo	4,380 **
0,90	14	Mato	5,749	0,90	14	Limpo	5,025 **
0,90	21	Mato	5,753	0,90	21	Limpo	4,860 **
0,90	28	Mato	6,048	0,90	28	Limpo	4,890 **
0,90	35	Mato	5,774	0,90	35	Limpo	4,803 **
0,90	42	Mato	6,139	0,90	42	Limpo	4,932 **
0,90	56	Mato	5,295 **	0,90	56	Limpo	5,331 **
0,90	70	Mato	4,810 **	0,90	70	Limpo	5,540
0,90	98	Mato	4,767 **	0,90	98	Limpo	6,075
0,90	126	Mato	4,523 **	0,90	126	Limpo	6,210
PAI			42	PTPI			70
0,45	0	Mato	6,205	0,45	0	Limpo	4,448 **
0,45	7	Mato	5,964	0,45	7	Limpo	4,468 **
0,45	14	Mato	6,495	0,45	14	Limpo	4,888 **
0,45	21	Mato	6,471	0,45	21	Limpo	4,994 **
0,45	28	Mato	6,053	0,45	28	Limpo	5,354 **
0,45	35	Mato	5,960	0,45	35	Limpo	4,810 **
0,45	42	Mato	5,826	0,45	42	Limpo	5,195 **
0,45	56	Mato	5,592	0,45	56	Limpo	4,983 **
0,45	70	Mato	5,410	0,45	70	Limpo	5,680
0,45	98	Mato	4,997 **	0,45	98	Limpo	6,114
0,45	126	Mato	4,185 **	0,45	126	Limpo	6,310
PAI			70	PTPI			70
Valores F							
Blocos							2,16
Espaçamento							0,72
Condição							16,25
Período							0,48
ESPAÇAMENTO x CONDIÇÃO							0,31
ESPAÇAMENTO x PERÍODO							0,23
CONDIÇÃO x PERÍODO							10,01
ESPAÇAMENTO x CONDIÇÃO x PERÍODO							0,48
DMS							1,95
C.V. Parcelas (%)							19,17
C.V. Sub-parcelas (%)							13,72

(*) Limites unilaterais de F ao nível de 5% de probabilidade (**) Limites unilaterais de F ao nível de 1% de probabilidade

O PAI (Período Anterior às interferências) corresponde ao período após a implantação da cultura em que as plantas daninhas podem conviver com a mesma sem que isto implique em perdas na produtividade, e o PTPI (Período total de prevenção às interferências) que corresponde ao intervalo de tempo entre a implantação da cultura e o momento em que as práticas de controle deixam de ser necessárias (VELINI, 1997), no caso específico deste estudo, que não cause reduções significativas, detectadas pelo teste de F.

Como observado na Tabela 7, o PAI e o PTPI foi de 42 e 70 dias (para espaçamento de 0,90) e de 70 e 70 dias (para espaçamento de 0,45). O fato do PAI e PTPI da característica produção por área ser igual ao PTPI, no caso do espaçamento de 0,45 indica uma maior capacidade de supressão de plantas daninhas por parte da cultura, uma vez que o dado aponta que é necessário para a não redução de produtividade a realização de um único controle de plantas daninhas aos 70 dias.

Já observando o espaçamento de 0,90 e de posse dos dados de PAI e PTPI (42 e 70 dias respectivamente), pode-se concluir que é necessário manter a cultura livre da influência de plantas daninhas pelo período que corresponde do 42^o ao 70^o dia após a emergência da cultura. Na Figura 5 estão representados graficamente os valores médios de produção por área de plantas de milho submetidas ao convívio ou controle de plantas daninhas.

4.2.2 Demais Componentes da Produção e Produtividade

Para determinar quais componentes da produção são afetados de modo mais intenso pelos tratamentos, foram feitas análises de correlação entre os valores desta característica e com as produtividades obtidas. Os resultados são apresentados na Tabela 7.

Considerando as informações de produtividade apresentadas, conclui-se pela predominância dos efeitos da matointerferência. Os efeitos de espaçamento sobre a produtividade não foram significativos.

Tabela 7. Correlação entre os parâmetros de produção e produtividade

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1											
2	0,321	1										
3	0,263	0,876	1									
4	0,246	0,659	0,219	1								
5	0,248	0,641	0,230	0,945	1							
6	0,022	0,104	-0,015	0,234	-0,097	1						
7	0,011	0,029	0,089	-0,088	-0,116	0,075	1					
8	0,202	-0,109	-0,103	-0,046	-0,037	-0,033	-0,210	1				
9	0,212	-0,100	-0,072	-0,080	-0,082	-0,006	0,150	0,935	1			
10	0,268	0,864	0,776	0,544	0,528	0,094	0,023	-0,158	-0,152	1		
11	0,001	0,248	0,211	0,173	0,158	0,059	-0,017	-0,171	-0,179	0,187	1	
12	0,158	0,644	0,614	0,339	0,361	-0,043	0,087	-0,217	-0,192	0,538	0,348	1

Característica **1** – Produtividade por área; **2** – Peso de grãos/espiga; **3** – Total de grãos/espiga; **4** – Peso fresco de 100 grãos; **5** – Peso seco de 100 grãos; **6** – umidade de grãos; **7** – Umidade de grãos; **8** – Número de plantas/hectare; **9** – Número de espigas/hectare; **10** – Comprimento de espigas; **11** – Diâmetro de espiga; **12** – Diâmetro de sabugo.

Valores de R.

A análise das informações indica o predomínio dos efeitos da matointerferência sobre as características que compõem o peso total de grãos por espiga. Esta característica foi a que melhor se correlacionou com a produtividade.

Quanto aos componentes do próprio peso total de grãos por espiga, a melhor correlação ocorreu com o comprimento de espigas. Níveis menores de correlação foram verificados para o peso seco médio de 100 grãos, peso fresco médio de 100 grãos e o diâmetro de sabugo. O próprio comportamento da espiga apresenta correlação positiva significativa com o diâmetro de sabugo e o diâmetro de espiga. O alto nível de correlação entre os pesos frescos e secos médios de 100 grãos indica uma pequena interferência dos tratamentos sobre o teor de umidade dos grãos. O segundo componente principal da produtividade é o número de espigas/ha. Tal característica apresentou um nível de correlação com produtividade inferior ao observado para o peso total de grãos por espiga. Ainda assim o efeito foi significativo. A análise dos resultados indica que o número de espigas/ha foi prioritariamente definido pelo número de plantas/ha e secundariamente pelo número médio de espigas por planta. Desse modo considerando-se que os tratamentos pouco interferiram no

índice de sobrevivência das plantas no campo e que houve efeitos mínimos dessa característica sobre a produtividade.

4.2. 3 Avaliações da Comunidade Infestante

As espécies de plantas daninhas que ocorreram na área experimental foram: *Brachiaria plantaginea*, *Commelina benghalensis*, *Amaranthus retroflexus*, *Emilia sonchifolia*, *Bidens pilosa* e *Richardia brasiliensi*.

Algumas destas espécies, já foram destacadas na cultura do milho, como a *Richardia brasiliensis* citada por Lorenzi (1980) e Ramos & Pitelli (1994), *Portulaca oleracea* e *Commelina benghalensis* por Ramos & Pitelli (1994), *Emilia sonchifolia* por Lorenzi (1980). Segundo Almeida (1982), a *Brachiaria plantaginea* é a espécie de planta daninha mais citada na literatura como de ocorrência comum na cultura do milho e no Brasil.

Considerando todos os dados em conjunto, verifica-se que a realização de capinas (quantas forem necessárias) para manter a cultura livre da presença de plantas daninhas por pelo menos 14 dias, mostrou-se suficiente para que fossem mantidos níveis mínimos de infestação (reinfestação) ao longo de todo o ciclo. Possivelmente, a maior determinante dessa capacidade de suprimir o estabelecimento de plantas daninhas seja a capacidade e a rapidez com que a cultura sombreia a área, criando dificuldades para a germinação de plantas daninhas (Redução da amplitude térmica, filtragem de determinados comprimentos de onda, manter ambiente propício para fungos e bactérias decompositoras de sementes).

Não foi possível a determinação da correlação entre quantidade de plantas daninhas e redução de produtividade, uma vez que essa relação não depende exclusivamente da quantidade de plantas daninhas, deve-se levar em consideração também espécie e tamanho das plantas daninhas, ou seja, uma população pequena, mas de porte grande de invasoras pode ter maior influência que uma grande população, mas com porte reduzido.

Outro aspecto relevante observado foi a maior ocorrência de doenças foliares de final de ciclo nas parcelas destinadas á convivência por períodos maiores que 70 dias, em ambos espaçamentos, contudo esses fitopatógenos não depreciaram a qualidade (aspecto visual) dos grãos obtidos nas referentes parcelas experimentais.

5. CONCLUSÃO

Para as condições em que foi realizado o experimento, são válidas as seguintes conclusões:

- a) A área foliar foi a característica das plantas de milho com maior sensibilidade à matointerferência.
- b) Na ausência de controle, as plantas daninhas reduziram a produtividade da cultura do milho em 28,07% e 31,00% para os espaçamentos de 0,90 e 0,45 m respectivamente.
- c) Dentre os componentes de produção relacionados ao peso de grãos, destacando-se o número de grãos por espiga e o comprimento médio das espigas, por espiga, foram os que melhor se correlacionaram com a produtividade.
- d) Para o espaçamento de 0,45 m, os valores de PAI e PTPI foram de 70 dias e 70 dias. Já para o espaçamento de 0,90 o PAI e PTPI foram de 42 dias e 70 dias respectivamente.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, F.S. **Plantas daninhas e seu controle**. Circ. IAPAR, n.68, p.139-83, 1991.

ALMEIDA, M.L., de, SANGOI, L. Aumento da densidade de plantas de milho para regiões de curta estação estival de crescimento. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v.2, n.2, p.179-183, 1996.

ALMEIDA, M.L., de, MEROTTO Jr., A., SANGOI, L., *et al.* Incremento na densidade de plantas: uma alternativa para aumentar o rendimento de grãos de milho em regiões de curta estação estival de crescimento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.30, n.1, p.23-29, 2000.

ANDRADE, A.G., HAAG, H.P., OLIVEIRA, G.D. Acumulação diferencial de nutrientes por cinco cultivares de milho (*Zea mays* L.). I. Acumulação de macronutrientes. **Anais...** Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz”, p.32: 173-83, 1975.

ARGENTA, G., SILVA, P.R.F. da, BORTOLINI, C.G., *et al.* Resposta de híbridos simples de milho à redução do espaçamento entre linhas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, 2000, no prelo.

BALLARÉ, C.L., CASAL J.J. Light signals perceived by crop and weed plants. Home Page: ELSEVIER. Disponível em: <<http://www.elsevier.com/locate/fer>>. Acesso em 15/10/2004.

BERKOWITZ, A.R. **Competition for resources in weed-crop mixtures.** In: ALTIERI, M.A., LIEBMAN, M. *Weed management in agroecosystems: ecological approaches.* Boca Raton : CRC, 1988. p.89-119.

BLANCO, H.G., SANTOS,C.A.L. Plantas daninhas predominantes em áreas cultivadas com o milho no Estado de São Paulo. São Paulo. **O Biológico**, v.54, p. 1-7, 1988.

BLANCO, H.G. A importância dos estudos ecológicos nos programas de controle de plantas daninhas. **O Biológico**, v.38, p. 343-350, 1972.

BLEASDALE, J.K.A. Studies on plant competition. In:HARPER, j.l. (Ed.) **The biology of weeds.** Oxford: Blackwell, 1960. p.133-43.

BOZSA, R.C., OLIVER, L.R. Competitive mechanisms of common cocklebur (*Xanthium strumarium*) and soybean (*Glycine max*) during seedling growth. **Weed Science**, Champaign, v.38, n.4-5, p.344-350, 1990.

CARDWELL, V.B. Fifty years of Minnesota corn production: sources of yield increase. **Agronomy Journal**, Madison, v.74, p.984-990, 1982.

COBLE, H. D. **Multi-species number thresholds for soybeans.** (Abst.) Proc. *Weed Sci. Soc.* 1985. Am. p. 59

DOMINGUES, E. P. **Efeitos do espaçamento e fertilização nitrogenada em cobertura sobre as relações competitivas entre a cultura do arroz de sequeiro (*Oryza sativa L.*) e a comunidade infestante.** Jaboticabal, FCAV/UNESP, 1981. 75 p. (Trabalho de graduação).

DURIGAN, J.C. Noções de matologia. In: SEMANA DO HERBICIDA, 6., 1984, Bandeirantes, **Anais...** Bandeirantes: Fundação Faculdade de Agronomia "Luiz Meneghel",1984.

DUVICK, D.N., CASSMAN, K.G. Post-green revolution in yield potential of temperate maize in the north-central united states. **Crop Science**, Madison, v.39, p.1622-1630, 1999.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Recomendações técnicas para o cultivo do milho. Brasília, 1993. p. 129-142.

EXLEY, D.M., SNAYDON, R.W. Effects of nitrogen fertilizer and emergence date on root and shoot competition between wheat and blackgrass. **Weed Research**, Oxford, v.32, n.3, p.175-182, 1992.

FANCELLI, A. L.; DOURADO-NETO, D. (Ed.). Fenologia do milho. In: _____. **Tecnologia da produção milho**. Piracicaba: [s.n.], 1997. p. 131-139.

FLÉNET, F., KINIRY, J.R., BOARD, J.E., *et al.* Row spacing effects on light extinction coefficients of corn, sorghum, soybean, and sunflower. **Agronomy Journal**, Madison, v.88, n.2, p.185-190, 1996.

GAMBOA, A. **La fertilización del maíz**. Berna, Instituto Internacional de la Potassa, 1980. 72p. (boletim IIP, 5).

GREEN, J.D., MURRAY, D.S., STONE, J.F. Soil water relations of silverleaf nightshade (*Solanum elaeagnifolium*) with cotton (*Gossypium hirsutum*). **Weed Science**, Champaign, v.36, n.6, p.740-746, 1988.

HALL, M.R., SWANTON, C.J., ANDERSON, G.W. The critical period os weed controle in grain corn. **Weed Science**. v. 40, p.441-447, 1992

HOLM, L.G., PLUCKNETT, D.L., PACHO, J.V., HERBERGER, J.P. **The world's worst weeds-Distribution and Biology**. Malabar: Krieger, 1991. 609 p.

Home Page: FAOSTAT Agriculture Data, December, 7, 1999. <http://apps.fao.org/cgi-bin/nph-db.pl?subset=agriculture>.

INSTITUTO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produção Agrícola municipal. <http://www.ibge.gov.br/>. [cited Dez 14 1999]. Available from Internet: <http://www.ibge.gov.br/>.

KAWANO, K., H. GONZALEZ, AND M. LUCENA.. Intraspecific competition, competition with weeds, and spacing response in rice. **Crop Science**, v.14, p.841–845. 1974

KARLEN, D.L., CAMP, C.R. Row spacing, plant population, and water management effects on corn in the Atlantic coastal plain. **Agronomy Journal**, Madison, v.77, n.3, p.393-398, 1985.

LORENZI, H. Plantas daninhas na cultura do milho. **Divulgação Agronômica**. v.47. p.1-9. 1980.

LORENZI, H. Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas, tóxicas e medicinais. 2 ed. Nova Odessa: Plantarum, 1991. 440 p.

MARTIN, M.P.L.D., SNAYDON, R.W. **Root and shoot interactions between barley and field beans when intercropped**. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v.19, n.1, p.263-272, 1982.

MARTINS, D. O clima da região de Botucatu. In: ENCONTRO DE ESTUDOS SOBRE A AGROPECUÁRIA NA REGIÃO DE BOTUCATU, 1989. Botucatu. **Anais...** Botucatu: FCA-UNESP, p. 8-19, 1989.

MARTINS D. Efeito de períodos de controle e de convivência das plantas daninhas na cultura do milho, variedade OCEPAR-202. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS

PLANTAS DANINHAS, 20, 1995, Florianópolis. **Resumos...** Florianópolis: SBCPD, 1995. p. 151.

McLACHLAN, S.M., TOLLENAR, M., SWANTON, C.J., WEISE, S.F., 1993. Effect of corn-induced shading on dry matter accumulation, distribution and architecture of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*L). **Weed Science**. 41, 568-573.

MOODY, K. **Weed control in rice**. Lecture note no. 3. In: 5th Southeast Asian Regional Center for tropical Biology (BIOTROP). *Weed Science Training Course*, 14 november – 23 december 1977, Rubber Reserch institute, Kuala Lumpur, Malaysi. pp. 374-424,1977.

MOODY, K. Weed fertilizer interactions in rice. Manila: IRRI, 1981. **Research Paper Series**, 1981. 35p.

MUNDSTOCK, C.M. **Densidade de sementeira no milho para o Rio Grande do Sul**. Porto Alegre : UFRGS/ASCAR, 1977a. 35p.

MUNDSTOCK, C.M. Milho: distribuição da distância entre linhas. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, n.299, p.28-29, 1977b.

PARVEZ, A.Q., GARDNER, F.P., BOOTE, K.J. Determinate and indeterminate type soybean cultivar responses to pattern, density, and planting date. **Crop Science**, Madison, v.29, n.1, p.150-157, 1989.

PATERNIANI, E. Métodos tradicionais de melhoramento do milho. In: BÜLL, L.T., CANTARELLA, H. **Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba : POTAFOS, 1993. p.23-44.

PATTERSON, D.T. Effects of environmental stress on weed/crop interactions. **Weed Science**, Champaign, v.43, n.3, p.483-490, 1995.

PEIXOTO, C.M. **Resposta de genótipos de milho à densidade de plantas, em dois níveis de manejo**. Porto Alegre, 1996, 118p. **Dissertação** (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1996.

PITELLI, R.A. Interferência das plantas daninhas nas culturas agrícolas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.11, n.129, p.16-27, 1985.

PITELLI, R.A. Efeitos de períodos e convivência e de controle das plantas daninhas no crescimento, nutrição mineral e produtividade da cultura da cebola (*Allium cepa* L.). Jaboticabal, FCAV/UNESP, 1987. **Tese de Livre-Docência**, 140 p.

PITELLI, R.A., DURIGAN, J.C. Terminologia para período de controle e de convivência das plantas daninhas em culturas anuais e bianuais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 15., 1984, Belo Horizonte, *Resumos*. P.37

PROGRAMA MULTIINSTITUCIONAL DE DIFUSÃO DE TECNOLOGIA EM MILHO DO RIO GRANDE DO SUL. **Recomendações técnicas para a cultura do milho no estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre : FEPAGRO; EMATER/RS; FECOAGRO/RS, 1999. 146p. (Boletim Técnico, 6).

RADOSEVICH, S., HOLT, J., GHERSA, C. W. **Weed ecology: implications for management**. New York : John Willey, 1997. Cap.6: Physiological aspects of competition: p.217- 301.

RAJCAN, I., SWANTON, C.J. Understanding maize-weed competition: resource competition, light quality and the whole plant. Home Page: ELSEVIER. Disponível em: <<http://www.elsevier.com/locate/fer>>. Acesso em 15/10/2004.

RAMOS, L.R.M. Efeito de períodos de convivência da comunidade infestante sobre o crescimento, nutrição mineral e produtividade da cultura do milho (*Zea mays* L.), Jaboticabal,

1992. 100p. **Tese** (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, universidade Estadual Paulista.

RAMOS, L.R.M., PITELLI, R.A. Efeito de diferentes períodos de controle d comunidade infestante sobre a produtividade da cultura do milho (*Zea mays* L.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.29, p. 1523-31, 1994.

RUSSELL, W.A. Agronomic performance of maize cultivars representing different eras of maize breeding. **Maydica**, Bergamo, v.29, p.375-390, 1984.

SALES, J.L. Determinação do período de interferência e integração de práticas culturais com herbicidas no controle de plantas daninhas na cultura do milho (*Zea mays* L.). Piracicaba, 1991. 151 p. **Tese** (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.

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

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

SANTOS, J.A.C., ARAÚJO, J.B.M. Estudo relativos à aplicação de herbicidas na cultura do milho. **O Biológico**, São Paulo, v.37, p.35-8, 1990.

SCOTT, H.D., GEDDES, R.D. Plant water stress of soybean (*Glycine max*) and common cocklebur (*Xanthium pensylvanicum*): a comparison under field conditions. **Weed Science**, Champaign, v.27, n.3, p.285-289, 1979.

SEIBERT, A.C., PEARCE, R.B. Growth analysis of weed and crop species with reference to seed weight. **Weed Science**, Champaign, v.41, n.1, p.52-56, 1993.

SILVA, A.A. **Controle de plantas daninhas**. Brasília, DF : ABEAS, 2000. 260p. (Módulo 3).

SILVA, P.R.F. da. ARGENTA, G., REZERA, F., *et al.* Resposta de híbridos de milho à densidade de plantas, em três épocas de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.4, p.585-595, 1999.

SOUZA, J.R.P. Efeitos de diferentes períodos de controle da comunidade infestante sobre o desenvolvimento e produtividade da cultura da cevada (*Hordeum vulgare* L.). Botucatu; FCA/UNESP, 1992. 86 p. **Dissertação** (Mestrado em Agronomia).

SOUZA, L. C. F. Época de gradagem em relação a semeadura e sistemas de controle de plantas daninhas no desempenho da cultura do milho (*Zea mays* L.). 1994. 115 p. **Tese** (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

SOUZA, J.R.P. Efeitos de períodos de controle das plantas daninhas sobre o crescimento e produtividade de quatro híbridos de milho (*Zea mays* L.) Botucatu, 1996. 89p. **Tese** (Doutorado em Agronomia) – faculdade de Ciências Agronômicas – Universidade Estadual Paulista.

STANIFORTH, D.W. Competitive effects of three foxtail species on soybeans. **Weed Sciences**, v.13(3): 191-93, 1965.

STIPP, S.R. & YAMADA, T. Nutrição e adubação do milho. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, 44: 3-6, 1988.

TEASDALE, J.R. Influence of narrow row/high population corn on weed control and light transmittance. **Weed Technology**, Lawrence, v.9, n.1, p.113-118, 1995.

TETIO-KAGHO, F., GARDNER, F.P. Responses of maize to plant population density. II. Reproductive development, yield and yield adjustments. **Agronomy Journal**, Madison, v.80, n.5, p.935-940, 1988.

TOLLENAAR, M. Is low plant density a stress in maize? **Maydica**, Bergamo, v.37, n.2, p.305-311, 1992.

TOLLENAR, M., AGUILERA, A., 1992. Radiation use efficiency of an old and new maize hybrid. **Agron. J.** v.84, 536-541.

TOLLENAR, M., DIBO, A.A., AGUILERA, A., WEISE, S.F., SWANTON, C.J., 1994a. Effect of crop density on weed interference in maize. **Agron. J.** v.86, 591-595.

TOLLENAR, M., NISSANKA, S.P., AGUILERA, A., WEISE, S.F., SWANTON, C.J., 1994b. Effect of weed interference and soil nitrogen on four maize hybrid. **Agron. J.** v.86, 596 – 601.

VELINI, E.D. **Mato-interferência em arroz de sequeiro (*Oryza sativa* L.): efeitos do espaçamento, densidade populacional, doses de adubação fosfatada e períodos de controle de plantas daninhas**. Jaboticabal, FCAV/UNESP, 1983. 82p. (Trabalho de Graduação).

VELINI, E.D. Interferências entre plantas daninhas e cultivadas In: SIMPÓSIO SOBRE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 1., 1997, Dourados-MS. **Resumos...** Dourados: EMBRAPA-CPAO, p 29-41.

VELINI, E.D., PITELLI, P.A. Danos característicos de agressividade e grau de interferência das comunidades infestantes sobre as culturas. In: COOPERATIVA AGRÍCOLA DE IRRIGAÇÃO DO VALE DO GOROTUBA. Controle de ervas daninhas em áreas irrigadas. Janaína: COVAG, 1987. p.280-306.

VELINI, E.D. Estudo e desenvolvimento de métodos experimentais e amostrais adaptados à matologia. Jaboticabal, 1994. 250 p. **Tese** (doutorado em Agronomia) – faculdade de Ciências Agrárias e veterinária – Universidade Estadual paulista.

VOGT, K.A., VOGT, D.J., ASBJORNSEN, H. Roots, nutrients and their relationship to spatial patterns. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.168/169, n.1, p.113-123, 1995.

YANG, C.M., LU, H.S., CHANG, F.C. Influence os weed interference on the growth and yield of no-tillage corn (*Zea mays* L.). **J. Agric..Res. China**, v.42, p. 146-53, 1993.