

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

“Manejo do solo e do nitrogênio em milho cultivado em dois espaçamentos entrelinhas”

***FLÁVIO HIROSHI KANEKO***

***Orientador: Prof. Dr. Orivaldo Arf***

Ilha Solteira – SP

Setembro - 2009



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
Campus de Ilha Solteira

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

“Manejo do solo e do nitrogênio em milho cultivado em dois  
espaçamentos entrelinhas”

***FLÁVIO HIROSHI KANEKO***

***Orientador: Prof. Dr. Orivaldo Arf***

Dissertação apresentada à Faculdade de  
Engenharia - UNESP – Campus de Ilha Solteira,  
para obtenção do título de Mestre em  
Agronomia.

Especialidade: Sistemas de Produção

Ilha Solteira – SP

Setembro – 2009

## FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação  
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação da UNESP - Ilha Solteira.

K163m Kaneko, Flávio Hiroshi.  
Manejo do solo e do nitrogênio em milho cultivado em dois espaçamentos  
entrelinhas / Flávio Hiroshi Kaneko. -- Ilha Solteira : [s.n.], 2009.  
74 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade  
de Engenharia de Ilha Solteira. Especialidade: Sistemas de Produção, 2009

Orientador: Orivaldo Arf  
Bibliografia: p. 63-68

1. Milho. 2. Solos - Manejo. 3. Milho - Espaçamento. 4. Adubação.  
5. Plantio direto. 6. Custos de produção.

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

**TÍTULO:** MANEJO DO SOLO E DO NITROGÊNIO EM MILHO CULTIVADO EM DOIS ESPAÇAMENTOS ENTRELINHAS

**AUTOR:** FLAVIO HIROSHI KANEKO

**ORIENTADOR:** Prof. Dr. ORIVALDO ARF

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE em AGRONOMIA ,  
Área: SISTEMAS DE PRODUÇÃO, pela Comissão Examinadora:



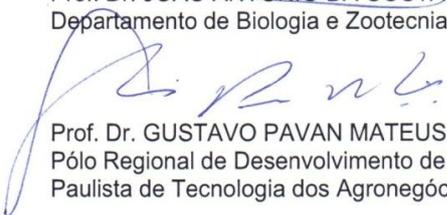
Prof. Dr. ORIVALDO ARF

Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira



Prof. Dr. JOAO ANTONIO DA COSTA ANDRADE

Departamento de Biologia e Zootecnia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira



Prof. Dr. GUSTAVO PAVAN MATEUS

Pólo Regional de Desenvolvimento de Agronegócios Regional Extremo Oeste / APTA - Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios

Data da realização: 14 de setembro de 2009.

# MANEJO DO SOLO E DO NITROGÊNIO EM MILHO CULTIVADO EM DOIS ESPAÇAMENTOS ENTRELINHAS.

## RESUMO

O objetivo do trabalho foi determinar o efeito do manejo do solo, do nitrogênio e do espaçamento entrelinhas na cultura do milho. O mesmo foi desenvolvido na Fazenda experimental da UNESP – Campus de Ilha Solteira, em Latossolo Vermelho Distrófico. O delineamento experimental foi em parcelas subdividas. Os tratamentos foram constituídos pela combinação de 3 manejos do solo (grade pesada + grade niveladora, escarificador + grade niveladora e plantio direto), 5 épocas de aplicação do nitrogênio : testemunha (sem N); 120 kg ha<sup>-1</sup> na semeadura (S); 120 kg ha<sup>-1</sup> em V<sub>6</sub> ; 30 kg ha<sup>-1</sup> (S) e 90 kg ha<sup>-1</sup> em V<sub>6</sub>; 30 kg ha<sup>-1</sup> (S) + 45 kg ha<sup>-1</sup> em V<sub>4</sub> + 45 kg ha<sup>-1</sup> em V<sub>8</sub>) e 2 espaçamentos entrelinhas (0,45 e 0,90 m) com população fixa. Concluiu-se que o sistema plantio direto promoveu maior produtividade de grãos e maior lucratividade; a aplicação precoce de todo o N promoveu produtividade de grãos semelhante aos manejos com parcelamento; o espaçamento entrelinhas não influenciou a produtividade de grãos.

**Termos para indexação:** *Zea mays* L., preparo do solo, arranjo de plantas, adubação, plantio direto, custo de produção.

# SOIL AND NITROGEN MANAGEMENT IN MAIZE CULTIVATED IN TWO ROW SPACING

## ABSTRACT

Agronomic practices that help the farmer to raise the yield and reduce costs must be studied to ensure the sustainability of agriculture. Thinking about it, an experiment was conducted to study the effect of soil management, nitrogen fertilization and of the row spacing in maize crop. It was developed in Distrophic Red Latossol. The experimental design was randomized in split plot. The treatments were constituted by the combination of 3 soil management (plow harrow + "floating harrows", chisel + "floating harrows" and no tillage), 5 times of nitrogen management (control without N, 120 kg ha<sup>-1</sup> at sowing (S), 120 kg ha<sup>-1</sup> in the V<sub>6</sub> stage, 30 kg ha<sup>-1</sup> (S) + 90 kg ha<sup>-1</sup> in V<sub>6</sub>, 30 kg ha<sup>-1</sup> (S) + 45 kg ha<sup>-1</sup> in the V<sub>4</sub> + 45 kg ha<sup>-1</sup> in V<sub>8</sub> and 2 row spacing (0,45 and 0,90 m) with the same plants population. It was concluded that the no tillage system promotes higher grain yield and greater profitability; the nitrogen management (all at sowing) promoted grain yield similar the treatments that the N was divided; and the row spacing didn't influenced the grain yield.

**Key words:** *Zea mays* L., soil management, plants arrangement, fertilization, no tillage, yield cost.

## **DEDICATÓRIA**

Dedico esta dissertação aos meus pais, Seiki Kaneko e Rosalina de Fátima da Silva Kaneko pelo amor, carinho, apoio e compreensão para que eu pudesse chegar até aqui. E aos meus avôs, José Tertuliano da Silva (in memoriam) e Harukichi Kaneko (in memoriam) que com certeza influenciaram para que eu seguisse carreira na área da agricultura

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por me manter vivo e com saúde para que eu pudesse me dedicar ao curso.

Aos meus pais pelo amor, apoio moral e financeiro.

A minha família pelo incentivo e apoio.

A pós graduação em agronomia, especialidade em Sistemas de produção da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” campus de Ilha Solteira pela qualidade do curso e pela estrutura física.

Ao meu orientador, professor Dr. Orivaldo Arf, pela amizade, apoio, compreensão e ensinamentos para a minha formação pessoal e profissional.

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP, por conceder a bolsa de mestrado.

Ao professor Dr. João Antônio da Costa Andrade e ao Dr. Gustavo Pavan Mateus pela amizade e por fazer parte da banca examinadora para a defesa do mestrado.

Aos professores, Dr. Edson Lazarini e Dr. Marcelo Andreotti pelas sugestões feitas a este trabalho no exame de qualificação.

Aos professores Drs.: Orivaldo Arf, Edson Lazarini, Marcelo Andreotti, Fernando Tadeu, Malcolm, Valter Valério, Maria Aparecida Tarsitano, Marlene Cristina, João Andrade, Francisco Maximo e Bolonhezi pelos ensinamentos que muito contribuiu com a minha formação crítica e profissional.

Aos companheiros: Carlos Alessandro, Leandro, Júlio, Luiz Gustavo, Cristiano, Marcelo Valentini Arf, João Paulo, Claudinei, José Alexandre, Jean, Professora Regininha, Ana Eliza, Roberta, Juliana (Juzinha), Juliana, Aline e Carolina.

Aos companheiros de república: Douglas, Leandro, Rafael, Andrews e Gabriel pela sincera amizade e companheirismo.

Aos funcionários da fazenda de ensino, pesquisa e extensão (FEPE) pela amizade, ensinamento e auxílio na condução do trabalho no campo.

**A TODOS QUE ACREDITARAM E CONFIARAM EM MIM.**

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
<b>1</b> INTRODUÇÃO.....	<b>10</b>
<b>2</b> REVISÃO DE LITERATURA.....	<b>12</b>
<b>2.1</b> Manejo do solo.....	<b>12</b>
<b>2.2</b> Manejo do nitrogênio.....	<b>14</b>
<b>2.3</b> Espaçamento entrelinhas.....	<b>16</b>
<b>2.4</b> Custo de produção.....	<b>18</b>
<b>3</b> MATERIAL E MÉTODOS.....	<b>20</b>
<b>3.1</b> Localização.....	<b>20</b>
<b>3.2</b> Delineamento experimental e tratamentos empregados.....	<b>21</b>
<b>3.3</b> Condução do experimento e caracterização química do solo.....	<b>21</b>
<b>3.4</b> Características avaliadas.....	<b>23</b>
<b>3.5</b> Determinação do custo de produção e rentabilidade.....	<b>24</b>
<b>4</b> RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	<b>26</b>
<b>4.1</b> Características agronômicas.....	<b>26</b>
<b>4.1.1</b> População final de plantas.....	<b>26</b>
<b>4.1.2</b> Altura de planta e de inserção de espiga.....	<b>29</b>
<b>4.1.3</b> Massa seca das plantas e teor de N nas folhas.....	<b>32</b>
<b>4.1.4</b> Massa de sabugo e número de fileiras de grão por espiga.....	<b>35</b>
<b>4.1.5</b> Número de grãos por fileira e massa de 100 grãos.....	<b>38</b>
<b>4.1.6</b> Massa de grãos por espiga e produtividade de grãos.....	<b>40</b>
<b>4.2</b> Custo de produção e rentabilidade.....	<b>45</b>
<b>5</b> CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	<b>61</b>
<b>6</b> CONCLUSÕES.....	<b>62</b>
<b>7</b> REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	<b>63</b>
<b>8</b> ANEXOS.....	<b>69</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O milho assume grande importância para o agronegócio mundial por ser considerado o principal insumo na fabricação de ração animal. Além disso, atualmente sua produção vem aumentando para ser utilizado como matéria prima para a fabricação de etanol nos Estados Unidos da América.

De acordo com dados da Food and Agricultural Organization (FAO), citados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2009), o Brasil é o terceiro maior produtor mundial de milho com 34,9 milhões de toneladas de grãos produzidos, perdendo apenas para a China (135 milhões) e para os Estados Unidos (282 milhões); a produção mundial total deste cereal no ano de 2005 foi de 701,4 milhões de toneladas de grãos.

Dados da CONAB (2009) mostram que na safra 2007/08 a cultura do milho ocupou uma área de próximo de 14.800.000 hectares em todo território Brasileiro e a previsão para a safra 2008/09 está estimada ao redor de 14.200.000 hectares, com uma produtividade média em torno de 3,6 toneladas por hectare. Esta baixa produtividade média refere-se ao fato do baixo nível tecnológico de investimento por parte dos agricultores de determinadas regiões associado com condições edafoclimáticas desfavoráveis ao cultivo. Na região Centro-Sul do país, a área cultivada na safra 2007/08 foi de 11.211.000 hectares, a estimativa para a safra 2008/09 é de uma área de 10.500.000 hectares com a produtividade média em torno de 4,4 toneladas por ha.

Como alternativa importante para os sistemas de produção, o sistema plantio direto assume grande importância por constituir uma maneira racional de cultivo, uma vez que atenuam problemas com erosão, desestruturação do solo, perdas de nutrientes e desequilíbrio da macro e micro fauna.

Nos últimos anos, a área ocupada com o sistema de plantio direto assumiu notável importância, sendo que na safra 2004/05 chegou próximo de 96 milhões de hectares no mundo e 25,5 milhões de hectares no Brasil na safra 2005/06 (FEBRAPDP, 2009).

A adubação nitrogenada tem um papel importante, por ser o N o nutriente absorvido em maior quantidade pelo milho e, principalmente, pela dificuldade de avaliar sua disponibilidade no solo, devido às múltiplas reações a que ele está sujeito, mediadas por microorganismos e afetadas por fatores climáticos de difícil previsão (CANTARELLA e DUARTE, 2004).

Figueiredo et al. (2005) avaliaram o efeito de oito tipos de sistemas de manejo do solo na absorção de nitrogênio pelo milho em Latossolo Vermelho no cerrado de Brasília-DF, e verificaram que os sistemas de manejo (instalados em 1979) influenciaram a dinâmica de absorção de nitrogênio pela planta, sendo que sob o sistema plantio direto e cultivo mínimo com escarificador houve maior eficiência de recuperação no nitrogênio oriundo do fertilizante além de maiores teores de N nos grãos quando comparado aos manejos com arados de disco e aivecas.

Dentre os diversos fatores que influenciam no rendimento, a busca por um melhor arranjo na distribuição das plantas é de grande importância (PENARIOL et al., 2002). De acordo com Sangoi (2000), na cultura do milho, plantas espaçadas equidistantemente competem minimamente por nutrientes, luz e outros fatores. Essa melhor distribuição pode ser conseguida por alterações no espaçamento e na densidade de semeadura. Com isso a competição com as plantas daninhas pode ficar favorável à cultura, pois ocorre um sombreamento mais rápido do solo. A distribuição do adubo na semeadura também não será tão concentrada, evitando possíveis efeitos salinos nas lavouras de alta tecnologia, onde as doses são normalmente altas.

Assim, é muito importante que se estudem em conjunto as inovações tecnológicas que vêm ocorrendo no campo, a fim de que técnicos e produtores tenham mais parâmetros para planejar e tomar decisões para a condução da lavoura.

Este trabalho teve como objetivo determinar o efeito do manejo do solo, manejo do nitrogênio e do espaçamento entrelinhas na cultura do milho.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Manejo do solo

Nas regiões tropicais e subtropicais, os sistemas de produção que envolve a pulverização da camada superficial do solo pelo preparo, promovem a decomposição e a queima acelerada dos componentes orgânicos tornando-os mais sujeitos às variações rápidas que afetam negativamente o desenvolvimento da planta (ARF et al., 2007). Os solos sob cultivo devem ser manejados de forma que alterem o mínimo possível as suas características físicas originais, especialmente àquelas que afetam a infiltração e a retenção de água bem como a agregação e a porosidade (CASTRO, 1987).

No processo de produção agrícola há necessidade de que o solo esteja em condições físicas, químicas e biológicas adequadas para o desenvolvimento das plantas cultivadas. O preparo do solo visa alterar o estado físico, químico e biológico do solo de forma a garantir melhores condições para o desenvolvimento das plantas, todavia sob a ação de agentes naturais tais como chuvas e ventos, o solo pode perder parte dos seus nutrientes por erosão quando não é manejado corretamente (DERPSCH, 1985).

De acordo com Braunak e Dexter (1989), citados por Gabriel Filho et al. (2000), o preparo do solo consiste no revolvimento de camadas superficiais com o intuito de incorporar corretivos e fertilizantes e aumentar os espaços porosos, e com isso aumentar a permeabilidade e o armazenamento de ar e água, facilitando o crescimento das raízes das plantas. O revolvimento do solo promove o corte e o enterrio das plantas daninhas e auxilia no controle de pragas e patógenos de solo (GADANHA JUNIOR et al., 1991).

Gabriel Filho et al. (2000) citam que o revolvimento do solo é realizado basicamente com arações e gradagens, cujo arado efetua o corte, elevação, inversão e queda com um efeito de esboroamento de fatias do solo denominadas de leivas. A grade complementa este trabalho diminuindo o tamanho dos torrões e nivelando o terreno. Entretanto com o revolvimento do solo altera-se a agregação das partículas do solo, principalmente da argila, que retém os

nutrientes necessários às plantas, facilitando o seu arrasto pela ação das chuvas e dos ventos, causando a erosão.

O uso indiscriminado de implementos para o revolvimento do solo pode levar à compactação do mesmo. A compactação afeta a aeração por causa das modificações na estrutura do solo e na drenagem da água. O efeito imediato é a redução no volume de macroporos dificultando a aeração e conseqüentemente o desenvolvimento radicular (PEDROSO e CORSINI, 1983). De acordo com Fornasieri Filho e Fornasieri (1993), o preparo sucessivo do solo com grade aradora, além de ocasionar excessiva desintegração física e preparo superficial, pode levar à formação de “sola de grade”.

O sistema plantio direto consitui-se uma prática eficiente no controle da erosão e propicia maior disponibilidade de água e nutrientes para as plantas, melhora as condições físicas do solo com o aumento da matéria orgânica e conseqüentemente melhora as suas condições químicas (BALBINO et al.,1996).

Pelo menor custo de operação, pelas melhorias do ponto de vista físico-químico e biológico do solo, além da fixação de carbono no solo (diminuindo problemas de aquecimento global pelo efeito estufa), o sistema plantio direto vêm sendo cada vez mais estabelecido no Brasil, principalmente com grandes culturas tais como milho, soja e feijão. Esse sistema tem como base três pilares de sustentação: revolvimento do solo somente na linha de semeadura, manutenção da palhada e rotação de culturas (KANEKO, 2007).

Resultados encontrados por Arf et al. (2007) mostram que o plantio direto proporciona maior população de plantas e maior produtividade que o preparo convencional com grade pesada e o preparo com arado de aivecas. Santos et al. (2006), estudaram o efeito do preparo do solo e da rotação de culturas na soja, observaram que o plantio direto e o cultivo mínimo obtiveram maior produtividade e maior massa de 1000 grãos e maior estatura de plantas de soja, quando comparados com o preparo convencional com arado de discos e aivecas.

Santos et al. (2003) obtiveram maior produtividade de grãos de milho no sistema plantio direto, quando comparados com cultivo mínimo e preparos convencionais com arados de disco e aivecas. Gabriel Filho et al. (2000) estudaram o efeito do preparo do solo na cultura da mandioca e concluíram que o preparo convencional com arado de discos pode ser substituído pelo cultivo mínimo haja vista que a produtividade e o esforço para o arranquio da mandioca não se alteraram quando não se revolveu o solo.

## 2.2 Manejo do Nitrogênio

De acordo com Malavolta (2006), o nitrogênio é responsável por 5% da matéria orgânica do solo; cerca de 98% está na forma orgânica e apenas 2% encontra-se na forma mineral (amônio, nitrato e nitrito). Além disso, o N é o maior responsável pela vegetação que se reflete no índice de área foliar (IAF). Quando utilizado em equilíbrio e na quantidade correta, o N prolonga o vigor da planta; retarda a maturação; reduz o teor de lignina e retarda a senescência. Porém o excesso deste nutriente pode trazer malefícios como o acúmulo de substrato para patógenos no apoplasto e nas células; exsudação de açúcares e aminoácidos pelas folhas e raízes favorecendo a multiplicação de patógenos e menor síntese de fitoalexinas.

De acordo com Cantarella e Duarte (2004), o nitrogênio além de ser o nutriente exigido em maior quantidade, é o que tem o manejo e a recomendação de adubação mais complexa. Além disso, é necessário dar ênfase a este nutriente pelo aumento do custo dos adubos nitrogenados e também pelos possíveis efeitos negativos do excesso de nitrato nos mananciais. Soma-se a isso ainda o fato de alguns híbridos modernos apresentarem padrões de absorção e translocação de nitrogênio diferentes dos cultivares tradicionais, sendo necessário o conhecimento dessas particularidades para as recomendações de adubação nitrogenada para a cultura.

Dentre os componentes de produção, destacam-se aqueles relacionados à espiga: número de espigas por área, número de fileiras de grãos por espiga, comprimento das fileiras e massa dos grãos. O número de espigas por área está diretamente ligado à população final de plantas. O excesso de nutrientes (principalmente nitrogênio e potássio) na linha de semeadura pode reduzir a população de plantas, diminuindo assim esse componente de produção

Fancelli e Dourado Neto (1997) relatam que quando a planta de milho se encontra com 4 folhas totalmente desenvolvidas ocorre o desenvolvimento do sistema radicular, este por sua vez está associado ao desenvolvimento da parte aérea. Assim a relação parte aérea/raízes varia em função da fenologia e das condições ambientais, sendo que o nitrogênio determina o aumento desta relação quando outros fatores como água não estiverem escassos. Segundo os mesmos autores, quando o milho atinge o estágio entre seis à oito folhas completamente desenvolvidas, o sistema radicular encontra-se bem distribuído, o que favorece ao fornecimento do nitrogênio em cobertura; a partir da fase de oito folhas completamente desenvolvidas ocorre a definição do número de fileiras da espiga, bem como o crescimento dos colmos em diâmetro e comprimento, para o milho o colmo não funciona apenas como suporte de folhas e inflorescências, mas também como uma estrutura

relacionada ao armazenamento de fotoassimilados que serão utilizados na formação dos grãos. Assim, fatores que afetam o crescimento na planta neste estágio podem afetar o comprimento dos internódios e a diminuição da capacidade de armazenamento de açúcares e fotoassimilados, bem como o número de grãos por espiga.

No Brasil, existe o conceito generalizado entre técnicos e produtores de que, aumentando-se o número de parcelamento da adubação nitrogenada, aumenta-se a eficiência do uso do nitrogênio e reduzem-se as perdas, principalmente por lixiviação. Como consequência e devido às facilidades que os sistemas de irrigação oferecem para aplicação de fertilizantes via água, é comum o parcelamento do fertilizante nitrogenado em quatro ou até seis ou oito vezes durante o ciclo da cultura. Entretanto, experimentos conduzidos evidenciaram que a aplicação parcelada de nitrogênio em duas, três ou mais vezes para a cultura do milho, com doses variando de 60 a 120 kg ha<sup>-1</sup>, em solos de textura média e argilosa, não refletiram em maiores produtividades em relação a uma única aplicação na fase inicial de maior exigência da cultura, ou seja, 30 a 35 dias após a semeadura. É importante salientar que as informações apresentadas anteriormente foram obtidas em solos de textura argilosa a média, com teores de argila variando de 30 a 60 %, não sendo, portanto, válidas para solos arenosos (80 a 90 % de areia), cujo manejo do nitrogênio irá necessariamente requerer cuidados especiais (COELHO et al., 2007).

A alternativa de aplicar todo o N de uma só vez tem despertado grande interesse, pois apresenta algumas vantagens operacionais, como maior flexibilidade no período de execução da adubação e racionalização do uso de máquinas e mão-de-obra. Entretanto, devido à extrema complexidade da dinâmica do nitrogênio no solo, a qual é fortemente influenciada pelas variáveis ambientais, os resultados de experimentos de campo não são consistentes o bastante para que se possa generalizar a recomendação dessa prática. Por outro lado, a aplicação de N em cobertura quase sempre assegura incrementos significativos no rendimento de milho, independente de a precipitação pluvial ser normal ou excessiva, principalmente no período inicial de desenvolvimento da cultura (COELHO et al., 2008).

Ceretta et al. (2002) estudaram formas de parcelamento da adubação nitrogenada para o milho (aplicação em pré-semeadura, após o manejo da aveia preta, semeadura e em cobertura) em sucessão à aveia preta, e indicaram que a aplicação em pré-semeadura do milho, de parte ou de todo o nitrogênio que seria aplicado em cobertura não conferiu produtividade de grãos diferente da aplicação na semeadura e em cobertura, porém com precipitações pluviométricas acima da normal, podem ocorrer quedas de produtividade. Por esta razão, os autores recomendam a adubação nitrogenada parcelada para o milho.

Arf et al. (2007) avaliaram o efeito da adubação nitrogenada em diferentes manejos do solo e verificaram que a adubação nitrogenada incrementou a produtividade em 29% em relação à testemunha (sem N), porém a forma de aplicação do nitrogênio (toda na semeadura, toda em cobertura, parcelada na semeadura e em cobertura) não influenciou a produtividade do milho, independentemente do manejo do solo utilizado.

Deparis et al. (2007) concluíram que doses de N acima de 80 kg ha<sup>-1</sup> resultaram em menor eficiência do uso de fertilizantes nitrogenados bem como em diminuição da eficiência de absorção de N.

Pöttker e Wiethölter (2004) estudaram épocas e métodos de aplicação do nitrogênio na cultura do milho em sistema plantio direto e concluíram que a aplicação de N na semeadura e em cobertura proporcionou produtividade de grão estatisticamente semelhante às aplicações efetuadas em pré-semeadura e na semeadura; em safra com elevada precipitação nos estádios iniciais de desenvolvimento do milho, a aplicação de N na semeadura e em cobertura ocasionou produtividade superior à aplicação em pré-semeadura e na semeadura. Além disso, a incorporação do N ao solo aumentou a produtividade em cerca de 5%.

Santos et al. (2007) avaliaram o manejo do nitrogênio em função do espaçamento entre fileiras na cultura do milho e concluíram que a aplicação do nitrogênio, parcelada ou toda no plantio eleva a altura das plantas das cultivares, independente do espaçamento. Além disso, não houve diferenças na produtividade de grãos das cultivares estudadas com a aplicação de 120 kg ha<sup>-1</sup> na semeadura ou parcelada (30 kg ha<sup>-1</sup> na semeadura + 90 kg ha<sup>-1</sup> de N na 4ª folha totalmente expandida) em um solo com textura em torno de 70% de argila.

### **2.3 - Espaçamento entrelinhas**

No Brasil, o espaçamento entrelinhas para a cultura do milho, tem variado de 0,70 a 1,00 metro, mas verifica-se uma tendência de se utilizar cada vez mais os espaçamentos reduzidos, pelas seguintes razões: aumento no rendimento de grãos devido a melhor distribuição das plantas na área, aumentando a eficiência na utilização da radiação fotossinteticamente ativa, água, nutrientes, melhor controle de plantas daninhas, em função do fechamento mais rápido dos espaços entre plantas e menor entrada de luz e redução da erosão, pela cobertura antecipada da superfície do solo. Entretanto o processo de redução de espaçamento requer também um acompanhamento das indústrias de máquinas agrícolas, que devem ter colhedoras com plataformas capazes de colher o milho em espaçamentos menores que 0,70 m. A redução do espaçamento implica em alguns cuidados como: a escolha da cultivar mais apropriada (menor porte, menor ciclo e arquitetura mais ereta), ambiente de

cultivo (maior disponibilidade de água e nutrientes e temperaturas mais amenas) e equipamentos de semeadura e colheita. Antes de tomar a decisão de reduzir o espaçamento, o produtor deve fazer uma análise prévia se de fato é o espaçamento o causador da baixa produtividade de sua lavoura. Visando o aumento da produtividade, existe uma tendência de reduzir o espaçamento e aumentar a população de plantas por área para a maioria dos híbridos modernos (PEREIRA FILHO e CRUZ, 2008).

A elevação da produtividade de grãos com a redução do espaçamento entrelinhas é atribuída à melhor eficiência na interceptação de radiação e ao decréscimo de competição entre plantas de milho por luz, água e nutrientes, em virtude da distribuição mais equidistante das plantas (JOHNSON et al., 1998).

A adoção de espaçamento de plantas apropriado à cultura também evita a formação de microclimas favoráveis às doenças, pois promove boas condições de arejamento e luminosidade. Com isto não só aumenta a disponibilidade de nutrientes, água e luz para as plantas, como também o patógeno não encontra condições ótimas para suas atividades, especialmente a umidade (BEDENDO, 1995).

De acordo com Kasperbauer e Karlen (1994), com a disposição mais uniforme entre plantas em espaçamentos menores, ocorre maior absorção de luz na faixa do vermelho (V) e maior reflexão de luz na faixa do vermelho extremo (VE). Esta característica é especialmente importante para o milho em densidades elevadas, pois, nestes casos, as plantas recebem mais luz VE refletida, aumentando a relação VE/V. Esta variação na qualidade de luz recebida determina algumas modificações no desenvolvimento das plantas como: maior alongação do colmo, folhas mais compridas e finas e elevada perda de raízes.

Kaneko e Andrade (2006) estudaram o efeito do espaçamento (0,40; 0,60 e 0,80 m), da densidade de plantas (60, 70, 80, 90 e 100 mil plantas por hectare) em dois híbridos de milho de porte baixo na safrinha, e concluíram que o espaçamento não influenciou os componentes de produção do milho bem como a produtividade, porém a menor população de plantas foi mais favorável à produtividade em ambos os cultivares.

David et al. (2004) avaliaram a resposta de um híbrido de milho para a produção de silagem, e verificaram que a redução no espaçamento entrelinhas não alterou as características da planta bem como seu teor de massa seca.

Strieder et al. (2004) observaram o desempenho de dois híbridos de diferentes portes em relação ao espaçamento, e do nível tecnológico utilizado e concluíram que em condição de média tecnologia (sem irrigação e adubação com N, sendo 10 kg ha<sup>-1</sup> na semeadura e 60 kg ha<sup>-1</sup> em cobertura) a produtividade não foi influenciada pela redução do espaçamento. Além

disso, a maior massa de grãos se deu no espaçamento maior (0,80 m). Entretanto quando em alta tecnologia (com irrigação e adubação com N sendo 20 kg ha<sup>-1</sup> na semeadura e 90 kg ha<sup>-1</sup> em cobertura) incrementou em 10% a produtividade de grãos.

Santos et al. (2007) verificaram que a redução do espaçamento de 1,00 para 0,50 m aumentou a produtividade de grãos em 8%. Já para Deparis et al. (2007) a redução no espaçamento com população de plantas constante, aumentou a massa seca das plantas, porém não alterou a produtividade.

## **2.4 – Custos de Produção**

A aplicação de determinada tecnologia influi diretamente nos custos de produção e determina também a produtividade da lavoura. Dessa forma, é necessário o acompanhamento dos custos que envolvem o sistema de produção, pois, num levantamento das despesas, é possível identificar tanto elementos responsáveis pelo bom desempenho da lavoura, como os possíveis pontos de estrangulamento do empreendimento agrícola. O produtor deve combinar os fatores de produção visando minimizar os custos e, de forma eficiente, tornar sua lavoura rentável. Para que o produtor tenha esse entendimento, é preciso que ele conheça e saiba distinguir como se compõem os custos de produção (VASCONCELOS et al., 2002).

De acordo com Reis et al. (1999), o custo de produção tem como principal finalidade servir para análise da rentabilidade dos recursos empregados numa atividade produtiva, útil no processo de tomada de decisão do produtor. Teoricamente, custos de produção são definidos como a soma dos valores de todos os recursos (mão-de-obra, insumos, gastos com combustíveis nas operações mecanizadas, serviços terceirizados, transporte interno, depreciação do maquinário, depreciação das benfeitorias, encargos sociais, seguro agrícola e assistência técnica) utilizados na produção do milho ou outra atividade, em certo período de tempo.

Tsunechiro (2008) avaliou o custo de produção e rentabilidade para a cultura do milho cultivado em sistema plantio direto na safra 2003/04 para a região de Assis-SP, e concluiu que o custo operacional total (COT) da cultura do milho foi de R\$ 1.229,86/ha e de R\$ 12,30 por saca de 60 kg (sc) para uma produtividade de 6000 kg ha<sup>-1</sup>. A margem bruta (relação entre receita líquida e custo operacional total) foi de 46,4% para o milho e o ponto de nivelamento, ou seja, a produção mínima que cobre o custo operacional total (considerando-se os preços dos grãos) foi de 68 sacas por hectare.

Kaneko et al. (2007) estudaram a viabilidade da cultura do milho para a região noroeste paulista na safra 2006/07 e verificaram COT para uma produtividade de 93 sc ha<sup>-1</sup>, de R\$ 1357,00 , sendo que as despesas com fertilizantes e operações mecanizadas foram as que mais oneraram o custo de produção com 20,23 e 18,57% do COT respectivamente, com receita bruta de R\$ 1767,00 para o preço de obtido de R\$ 19,00 por unidade, e produção de equilíbrio de 74 sc ha<sup>-1</sup>, obtendo um índice de lucratividade de 23,20%.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Localização

O experimento foi instalado no município de Selvíria - MS, na Fazenda de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Engenharia, Campus de Ilha Solteira - UNESP, com coordenadas geográficas próximas de 51°22' de longitude Oeste e 20°22' de latitude Sul, com altitude de 335 metros. O solo local é do tipo Latossolo Vermelho distrófico, textura argilosa e as características químicas do solo (0-0,20 m retiradas antes da instalação do experimento) estão apresentadas na Tabela 01. A área experimental faz parte de um experimento de longa duração sendo que os sistemas de manejo de solo foram implantados na safra 1997/98. Nos últimos 5 anos que antecederam a instalação deste experimento, a área foi ocupada com milho na safra de verão e em pousio na entressafra. Não foi utilizada leguminosas no período de inverno pelo fato de haver a presença de mofo branco (*Sclerotinia sclerotium*) na área.

Tabela 01: Características químicas do solo da área experimental na camada de 0 – 0,20m.

<b>P</b>	<b>M.O</b>	<b>pH</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>H+Al</b>	<b>Al</b>	<b>SB</b>	<b>T</b>	<b>V</b>	<b>m</b>	<b>S</b>
mg dm <sup>-3</sup>	g dm <sup>-3</sup>	CaCl <sub>2</sub>	-----mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----							%	%	mg dm <sup>-3</sup>
			---									
<b>21</b>	<b>18</b>	<b>5,3</b>	<b>2,7</b>	<b>27</b>	<b>16</b>	<b>21</b>	<b>0</b>	<b>46</b>	<b>67</b>	<b>68</b>	<b>0</b>	<b>2</b>

A distribuição de precipitação pluvial bem como a temperatura média durante a condução do experimento está apresentada na Figura 01. A cultura foi irrigada de acordo com as exigências hídricas da cultura com sistema de irrigação do tipo canhão autopropelido e o manejo da irrigação foi feito com os seguintes coeficientes da cultura ( $K_c$ ): 0,4 no período de estabelecimento da cultura; 0,8 no período vegetativo; 1,10 na época do florescimento; 0,8 no enchimento de grãos e 0,5 na maturação.

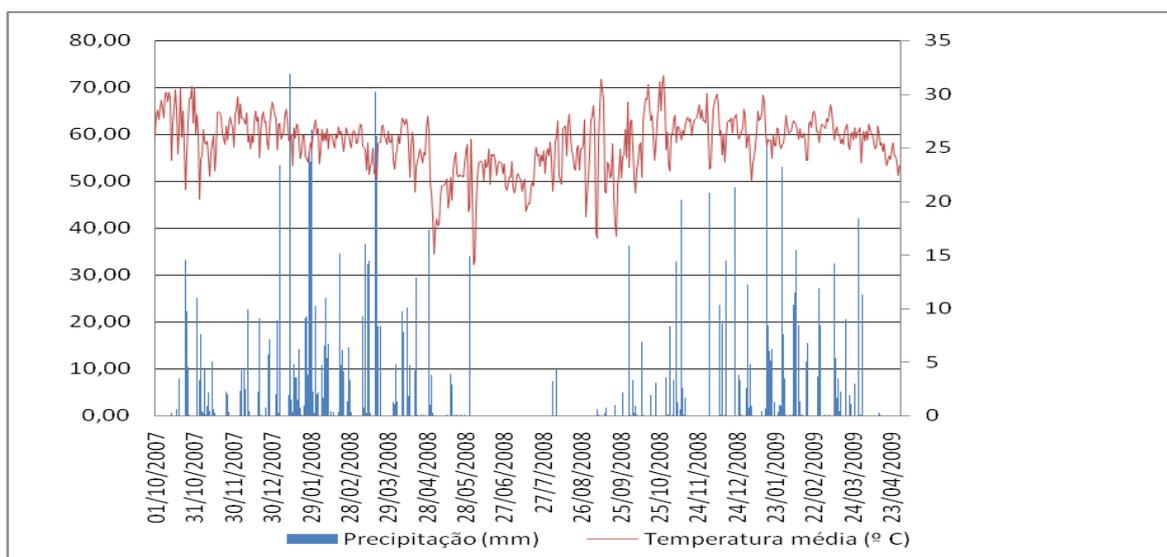


Figura 01: Distribuição da precipitação pluvial e temperatura média do ar durante o período de condução do experimento nos anos agrícolas 2007/08 e 2008/09. Selvíria - MS.

### 3.2 Delineamento experimental e tratamentos empregados.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados disposto em esquema fatorial 3x5x2 com 30 tratamentos e 4 repetições. Os tratamentos foram constituídos pela combinação de 3 manejos do solo (preparo com grade pesada + gradagem niveladora; preparo com escarificador + gradagem niveladora e sistema plantio direto), 5 épocas de aplicação do nitrogênio (testemunha Sem N, 120 kg ha<sup>-1</sup> na semeadura, 120 kg ha<sup>-1</sup> no estágio V<sub>6</sub> (6 folhas totalmente expandidas), 30 kg ha<sup>-1</sup> na semeadura e 90 kg ha<sup>-1</sup> no estágio V<sub>6</sub>, 30 kg ha<sup>-1</sup> na semeadura + 45 kg ha<sup>-1</sup> no estágio V<sub>4</sub> (4 folhas totalmente expandidas) + 45 kg ha<sup>-1</sup> no estágio V<sub>8</sub> (8 folhas totalmente expandidas) e de 2 espaçamentos entrelinhas (0,45 e 0,90 m). A identificação dos estádios fenológicos foi realizada de acordo com Ritchie et al. (2003).

As parcelas foram constituídas de 6 linhas com 6 metros de comprimento, sendo utilizadas 2 linhas centrais como área útil nos dois espaçamentos entrelinhas.

### 3.3 Condução do experimento e caracterização química do solo.

O experimento foi conduzido na mesma área durante as safras de verão 2007/08 e 2008/09. Antes da semeadura da cultura em ambos os anos, a área estava em pousio. As plantas daninhas que habitavam a área no momento da dessecação em ambas as safras eram: *Panicum maximum* (capim colônia), *Alternanthera tenella* (apaga fogo), *Ipomea spp.* (corda de viola), *Commelina benghalensis* L. (trapoeraba), *Cenchrus echnatus* (carrapicho) e *Bidens*

*pilosa* L.(picão preto). No segundo ano de cultivo, havia palhada de milho do ano anterior assim como a presença de plantas tiguieras. A dessecação da área das parcelas no sistema plantio direto foi feita com 1500 g ha<sup>-1</sup> de de glifosato + 24 g ha<sup>-1</sup> de de carfentrazone-ethyl. A semeadura foi realizada mecanicamente sendo que no primeiro ano foi no dia 01/12/2007 e no segundo no dia 21/11/2008.

O manejo do solo com escarificador foi realizado com um implemento de 7 hastes à 35 cm de profundidade tracionado por um trator de 150 cv 4x2 TDA (tração dianteira auxiliar). O mesmo trator foi utilizado para tracionar a grade pesada 20x32". A gradagem niveladora foi feita com uma grade 36x20" utilizando um trator de 86 cv 4x2 TDA. A dessecação da área bem como as outras pulverizações, foi efetuada com um pulverizador com barra de 14 metros e tanque com capacidade para 600 litros de calda utilizando um trator de 75 cv. A semeadura foi realizada com uma semeadora pneumática de plantio direto com 4 linhas para o espaçamento de 0,90 m e 7 linhas para o espaçamento de 0,45 m, tracionada por um trator de 105 cv 4x2 TDA. A regulagem da semeadora em relação ao número de sementes foi feita visando uma população de 55.000 plantas por hectare.

O cultivar utilizado foi o AG 8088, híbrido simples de ciclo precoce da Agroceres. Na semeadura as sementes foram tratadas em ambas as safras com 52,5 g ha<sup>-1</sup> de imidacloprid + 157,5 g de thiodicarb por 100 kg de sementes, visando o controle de lagartas do solo, cupins e percevejos. O controle de plantas daninhas nas duas safras foi realizado em pré-emergência com a aplicação de 1665 g ha<sup>-1</sup> de metolachlor +2305 g ha<sup>-1</sup> de atrazina. O controle de lagartas do cartucho foi realizado em ambas as safras com 3 aplicações de 129 g ha<sup>-1</sup> de metomil + 48 g ha<sup>-1</sup> de triflumuron.

Na adubação de semeadura, nos dois anos de cultivo, utilizou-se a mistura de 350 kg ha<sup>-1</sup> de superfosfato simples com 100 kg ha<sup>-1</sup> de cloreto de potássio. A adubação nitrogenada nos tratamentos que receberam 30 e 120 kg ha<sup>-1</sup> de N no momento da semeadura, foi feita após a passagem da semeadora ao lado da linha de semeadura sendo em seguida efetuada a aplicação de aproximadamente 15 mm de água para incorporação do fertilizante, sendo a uréia a fonte do adubo nitrogenado.

As adubações nitrogenadas de cobertura tiveram a uréia como fonte e foram realizadas em filetes ao lado de cima da linha da cultura seguidas da aplicação de 15mm de água para incorporar o fertilizante ao solo e diminuir possíveis perdas com volatilização.

### **3.4 Características Avaliadas**

**Dias para o florescimento feminino:** Sendo o número de dias, a partir da emergência, para que 50% das plantas da área útil da parcela estivessem com estigmas soltos (pelo menos 3 cm de comprimento).

**Número de plantas em pé:** quantidade de plantas que estavam em pé na área útil da parcela, no momento da colheita. Plantas que estavam acamadas em razão do vento, mas que não estavam com as espigas em contato com solo, de forma a ser possível colher mecanicamente com colhedora automotriz foram consideradas plantas em pé.

**População final de plantas:** Contaram-se as plantas de duas linhas centrais de 6 metros de comprimento (coincidindo com a contagem da população inicial) na ocasião da colheita.

**Altura de plantas:** medida em metros, do nível do solo até a inserção do limbo da folha bandeira, utilizaram-se cinco plantas da área útil da parcela.

**Altura de inserção de espigas:** medida em metros, do nível do solo até a inserção da espiga superior, utilizaram-se cinco plantas da área útil da parcela.

**Massa seca das plantas:** por ocasião do florescimento pleno das plantas, coletaram-se 5 plantas em local pré-determinado na área útil de cada parcela, em seguida levaram-se ao laboratório onde foram acondicionadas em sacos de papel devidamente identificados e colocados em estufa de ventilação forçada à temperatura média de 60 a 70°C, até atingirem massa constante.

**Teor de N nas folhas:** na ocasião do florescimento feminino, retiraram o limbo da folha abaixo e oposta à espiga (MALAVOLTA, 2006). Após secagem em estufa com circulação forçada de ar 60-70°C, por 72 horas, moeram-se as folhas em moinho tipo Wiley e em seguida submetidas à digestão sulfúrica, conforme metodologia proposta por Malavolta et al. (1997).

**Massa do sabugo:** na ocasião da colheita retiraram-se 5 espigas por parcela em local pré-estabelecido para a determinação.

**Número de fileiras por espiga:** na ocasião da colheita retiraram-se 5 espigas por parcela em local pré-estabelecido para a sua determinação.

**Número de grãos por fileira:** realizou-se a contagem do número de grãos presentes em uma fileira por espiga, na amostra retirada para fazer a determinação anterior.

**Massa de grãos por espiga:** Na amostra de 5 espigas para determinação das características anteriores, debulharam-se as espigas e pesaram-se apenas os grãos.

**Massa de 100 grãos:** Retiraram-se amostras de grãos de cada tratamento e em seguida efetuaram-se a contagem e pesagem de cem grãos.

**Produtividade:** As espigas foram retiradas da área útil de cada parcela e submetidas à trilha mecânica. Em seguida realizou-se a pesagem e os dados foram transformados em kg ha<sup>-1</sup> com umidade de 13% - base úmida.

### 3.5 Determinação do custo de produção e rentabilidade

Para o cálculo de custo de produção foi utilizada a estrutura do custo operacional total de produção utilizada pelo Instituto de Economia Agrícola (IEA), proposta por Matsunaga et al. (1976). O custo operacional efetivo (COE) é composto das despesas com operações mecanizadas, operações manuais e materiais consumidos. Se acrescentar ao COE as despesas com encargos financeiros, outras despesas e depreciações têm-se o custo operacional total (COT).

Os custos foram obtidos com base nos seguintes itens: para as operações manuais foi realizado um levantamento das necessidades de mão-de-obra nas diversas fases do ciclo produtivo do milho, relacionando-se para cada operação realizada, o número de homens/dia (HD) para executá-la, em seguida foi multiplicado o coeficiente técnico de mão-de-obra pelo valor médio da região; os gastos com materiais foram obtidos mediante o produto entre a quantidade dos materiais usados e os seus respectivos preços de mercado; para outras despesas foi considerada a taxa de 5% do total das despesas com operações mecanizadas, manuais e insumos; as despesas com operações e materiais, representadas pelo Custo Operacional Efetivo, foram calculadas sobre 50% deste valor, a uma taxa de 6,75% ao ano; a depreciação dos bens de capital fixo foi calculada pelo método linear, isto é, pela diferença entre o valor inicial e o valor residual final do bem de capital dividido pela vida útil do mesmo.

Para determinar a lucratividade dos tratamentos envolvidos, segundo Martin et al. (1997) foram calculadas:

- A receita bruta (em R\$), como o produto da quantidade produzida (em número de sacos de 60 kg) pelo preço médio de venda (em R\$).
- O lucro operacional, como a diferença entre a receita bruta e o custo operacional total.
- O índice de lucratividade, entendido como igual à proporção da receita bruta que se constitui em recursos disponíveis, após a cobertura do custo operacional total de produção. Obtido pela relação entre o lucro operacional e o COT, expresso em porcentagem.

- O preço de equilíbrio dado um determinado nível de custo operacional total de produção, como o preço mínimo a obter para se cobrir este custo, dada a produtividade média do produtor.
- A produtividade de equilíbrio dado um determinado nível de custo operacional total de produção, como a produtividade mínima para se cobrir este custo, dado o valor médio pago ao produtor.

Os preços médios foram coletados na região no mês de maio de 2009 e apresentados em reais (R\$) e também convertidos para dólar (US\$).

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 Características agronômicas**

Na safra 2007/08 a emergência das plantas ocorreu aos 7 dias após a semeadura, o florescimento feminino aos 53 dias após a emergência e o ciclo total da cultura da emergência até a colheita foi de 120 dias com umidade média dos grãos de 19% (base úmida). Na safra 2008/09 a emergência das plantas ocorreu aos 12 dias após a semeadura, o florescimento feminino ocorreu 59 dias após a emergência e o ciclo total da cultura da emergência até a colheita foi de 124 dias com umidade média de grãos de 16% (base úmida). Todas as plantas da área útil da parcela foram consideradas plantas em pé, conforme os critérios já estabelecidos.

Não houve efeito significativo para a interação manejo do solo x manejo no nitrogênio x espaçamento entrelinhas.

#### **4.1.1 População final de plantas**

Os dados referentes à população final de plantas estão apresentados na Tabela 02. Observa-se que houve interação significativa entre manejo do solo e espaçamento entrelinhas em ambos os anos agrícolas e entre espaçamento e manejo do N para a safra 2008/09.

Tabela 02: População final de plantas por hectare no milho cultivado em Selvíria-MS, safra 2007/08 e 2008/09.

Tratamentos	População final (pl ha <sup>-1</sup> )	
	2007/08	2008/09
<b>Manejo do solo</b>		
Plantio direto	53.278	55.772
Grade pesada + niveladora	50.083	50.093
Escarificador + niveladora	51.084	50.092
<b>Manejo do nitrogênio</b>		
Sem N	52.037	51.080
120 N na Semeadura (S)	53.333	52.211
30 N (S) + 90 N (V <sub>6</sub> )	51.851	52.726
120 N V <sub>6</sub>	51.990	51.880
30 N (S) + 45 N (V <sub>4</sub> ) + 45 N (V <sub>8</sub> )	52.129	52.829
<b>Espaçamento</b>		
0,45 m	55.741	57.613
0,90 m	48.796	46.358
<b>Teste F</b>		
Manejo do solo (M)	20,20**	29,41**
Manejo do Nitrogênio (N)	0,50 <sup>n.s</sup>	1,21 <sup>n.s</sup>
Espaçamento (E)	83,3**	259,96**
M*N	1,38 <sup>n.s</sup>	0,61 <sup>n.s</sup>
M*E	12,14**	10,52**
N*E	0,61 <sup>n.s</sup>	3,47**
M*N*E	0,46 <sup>n.s</sup>	0,55 <sup>n.s</sup>
<b>D.M.S</b>		
Manejo do solo (M)	2.222,70	2.038,20
Manejo do Nitrogênio (N)	3.352,50	3.675,70
Espaçamento (E)	1.512,40	1.387,50
<b>C.V(%)</b>		
	<b>7,97</b>	<b>7,35</b>

\*\*\* Significativo à 5% e 1% respectivamente pelo teste F, <sup>n.s</sup> não significativo. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si à 5% pelo teste de Tukey.

Na Tabela 03 encontram-se os resultados referentes à interação entre espaçamento e manejo do solo para a população final de plantas nas safras 2007/08 e 2008/09. De maneira geral, observa-se que o espaçamento de 0,45 m proporcionou maior população final de plantas independente do manejo do solo utilizado nos dois anos de cultivo. Em ambas as safras, quando se fez o uso do espaçamento de 0,90 m a maior população final de plantas foi obtida no sistema plantio direto. Arf et al. (2007) também constataram, em duas safras, que o

sistema plantio direto proporcionou maior população final de plantas trabalhando com o espaçamento de 0,90 m. Os autores citaram que é possível que o maior atrito entre a roda motriz da semeadora, no sistema plantio direto tenha permitido melhor funcionamento do sistema, aumentando assim o número de sementes por metro e conseqüentemente a população de plantas. Também Binotti et al. (2007), trabalhando com modalidades de preparo de solo iguais a deste trabalho, na mesma região, encontraram efeito positivo do sistema plantio direto na população final de plantas do feijoeiro de inverno.

Tabela 03: Desdobramento da interação entre espaçamento e manejo do solo para população final de plantas no milho cultivado em Selvíria-MS, safras 2007/08 e 2008/09.

Espaçamento	Manejo do solo					
	P. direto		Grade pesada + niveladora		Escarificador + niveladora	
	2007/08	2008/09	2007/08	2008/09	2007/08	2008/09
0,45 m	56.667	59.407 a	53.889 a	56.914 a	56.667 a	56.790 a
0,90 m	54.611A	52.407 b A	46.278 b B	43.272 b B	45.500 b B	43.395 b B
<b>DMS</b>	Espaçamento dentro de manejo do solo				<b>2007/08</b>	<b>2008/09</b>
	Manejo do solo dentro de espaçamento				2.619,53	2.403,20
					2.554,63	2.883,80

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si à 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

As médias do desdobramento da interação entre espaçamento entrelinhas e manejo do N estão apresentadas na Tabela 04. Independente do manejo do nitrogênio, a maior população final de plantas foi proporcionada pelo espaçamento de 0,45 m. Dentro do espaçamento de 0,45 m os tratamentos que receberam nitrogênio na semeadura proporcionaram maior população final de plantas. Diferentemente deste trabalho, Arf et al. (2007) não observaram efeito do manejo do nitrogênio no primeiro ano de cultivo para a população de plantas, porém no segundo ano o tratamento com aplicação de todo o N na semeadura propiciou a obtenção de menor população de plantas possivelmente em função da salinização do sulco de semeadura prejudicando parte das sementes, entretanto, o espaçamento utilizados pelos autores foi o de 0,90m, aumentando assim as chances das sementes serem prejudicadas pelo efeito salino dos fertilizantes, cujos danos é menor no espaçamento de 0,45 m levando em consideração a mesma quantidade de fertilizante aplicada por área.

Tabela 04: Desdobramento da interação significativa entre espaçamento e manejo do nitrogênio para população final de plantas no milho cultivado em Selvíria-MS, safra 2008/09.

Manejo do Nitrogênio	Espaçamento entrelinhas	
	0,45 m	0,90 m
Sem N	56.378 b A	45.782 B
120 N na Semeadura (S)	57.407 a b A	47.016 B
30 N (S) + 90 N (V <sub>6</sub> )	60.905 a A	44.547 B
120 N (V <sub>6</sub> )	55.967 b A	46.193 B
30 N (S) + 45 N (V <sub>4</sub> ) + 45 N (V <sub>8</sub> )	57.408 a BA	48.251 B
<b>DMS</b>	Espaçamento dentro de N	3.102,5
	N dentro de Espaçamento	4.349,6

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si à 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

#### 4.1.2 Altura de planta e de inserção de espiga

Os dados referentes à altura de planta e de inserção de espiga estão apresentados na Tabela 04.

Em relação ao manejo do solo o sistema plantio direto proporcionou maior valor para esta variável em ambas as safras (Tabelas 04 e 05). Possivelmente, o fato de haver mais plantas no plantio direto, fez com que as mesmas crescessem mais verticalmente em função da competição intra-específica em busca da radiação solar (DEMÉTRIO et al., 2008).

A adubação nitrogenada incrementou a altura das plantas na safra 2007/08, porém o modo como foi aplicado não interferiu significativamente. Von Pinho et al. (2008) estudando o desenvolvimento do milho na região sudeste de Tocantins em diferentes tipos de manejos do N nos espaçamentos de 0,45 e 0,90 m, constataram que não houve diferenças entre o manejo do N para a altura de plantas (com exceção para o tratamento que recebeu apenas 40 kg ha<sup>-1</sup> na semeadura) estando de acordo com os resultados obtidos na safra 2007/08 neste trabalho.

Tabela 05: Altura de planta e altura de inserção de espiga para o milho cultivado em Selvíria-MS, safra 2007/08 e 2008/09.

Tratamentos	Altura de planta (cm)		Altura de inserção da espiga (cm)	
	2007/08	2008/09	2007/08	2008/09
<b>Manejo do solo</b>				
Plantio direto	240,3 a	208,8	124,4 a	107,7 a
Grade pesada + niveladora	226,0 b	189,2	114,0 b	94,0 b
Escarificador + niveladora	223,3 b	190,3	113,9 b	93,2 b
<b>Manejo do Nitrogênio</b>				
Sem N	224,3 b	195,1	115,9	96,8 a b
120 N na Semeadura (S)	228,8 a b	199,3	116,9	101,5 a
30 N (S) + 90 N (V <sub>6</sub> )	231,2 a	193,7	118,5	99,4 a b
120 N (V <sub>6</sub> )	231,6 a	193,2	118,5	95,0 b
30 N (S) + 45 N (V <sub>4</sub> ) + 45 N (V <sub>8</sub> )	233,5 a	195,3	117,4	98,4 a b
<b>Espaçamento</b>				
0,45	230,48	195,4	118,8	97,9
0,90	229,26	196,8	117,0	98,6
<b>Teste F</b>				
Manejo do solo (M)	58,96 <sup>**</sup>	62,76 <sup>**</sup>	34,27 <sup>**</sup>	59,02 <sup>**</sup>
Manejo do Nitrogênio (N)	5,38 <sup>*</sup>	2,53 <sup>n.s</sup>	0,68 <sup>n.s</sup>	4,08 <sup>*</sup>
Espaçamento (E)	0,79 <sup>n.s</sup>	0,77 <sup>n.s</sup>	5,15 <sup>*</sup>	0,37 <sup>n.s</sup>
M*N	1,13 <sup>n.s</sup>	1,77 <sup>n.s</sup>	0,43 <sup>n.s</sup>	3,28 <sup>n.s</sup>
M*E	1,49 <sup>n.s</sup>	21,42 <sup>**</sup>	1,38 <sup>n.s</sup>	29,69 <sup>**</sup>
E*N	0,86 <sup>n.s</sup>	1,25 <sup>n.s</sup>	0,36 <sup>n.s</sup>	0,81 <sup>n.s</sup>
M*N*E	0,79 <sup>n.s</sup>	1,21 <sup>n.s</sup>	0,44 <sup>n.s</sup>	1,52 <sup>n.s</sup>
<b>D.M.S</b>				
Manejo do solo (M)	4,00	5,03	3,46	3,58
Manejo do Nitrogênio (N)	6,03	7,10	5,21	5,41
Espaçamento (E)	2,72	3,42	2,35	2,43
<b>C.V(%)</b>	<b>3,26</b>	<b>4,5</b>	<b>5,52</b>	<b>6,84</b>

\* \*\* Significativo à 5% e 1% respectivamente pelo teste F, <sup>n.s</sup> não significativo. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si à 5% pelo teste de Tukey.

Em relação ao espaçamento entrelinhas, não houve diferença significativa para a altura de plantas na safra 2007/08, porém na safra 2008/09, a altura de plantas foi maior no espaçamento de 0,90 m quando a cultura foi implantada no sistema plantio direto e com o manejo do escarificador + grade niveladora. Também Von Pinho et al. (2008) observaram maior altura de plantas no espaçamento de 0,90 m trabalhando com sistema plantio direto.

Tabela 06: Desdobramento da interação significativa entre espaçamento e manejo do solo para altura de planta no milho cultivado em Selvíria-MS, safra 2008/09.

Espaçamento	Manejo do solo		
	P. direto	Grade pesada + niveladora	Escarificador + niveladora
0,45 m	200,8 b A	192,0 B	184,9 b B
0,90 m	216,9 a A	188,7 B	193,5 a B
DMS	Espaçamento dentro de manejo do solo		5,9
	Manejo do solo dentro de espaçamento		6,7

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si à 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Para a altura de inserção de espiga, em ambos os anos agrícolas, observa-se que o sistema plantio direto proporcionou maior valor para esta variável (Tabelas 05 e 07) seguindo a mesma tendência da altura das plantas. Em relação ao manejo do nitrogênio, não houve diferenças significativas na safra 2007/08, porém no ano seguinte, verifica-se que de maneira geral os tratamentos que receberam o N precocemente obtiveram maiores valores para a altura de inserção de espiga. Ademais, em relação ao espaçamento, a altura de inserção de espiga obteve maior valor no espaçamento de 0,45 m quando o manejo foi feito com escarificador + niveladora e com sistema plantio direto. Para o espaçamento de 0,90 m, o plantio direto favoreceu ao aumento desta variável.

Tabela 07: Interação significativa entre espaçamento e manejo do solo para altura de inserção de espiga no milho cultivado em Selvíria-MS, safra 2008/09.

Espaçamento	Manejo do solo		
	P. direto	Grade pesada + niveladora	Escarificador + niveladora
0,45 m	100,9 b A	95,2 B	97,6 a B A
0,90 m	114,5 a A	92,7 B	88,7 b B
DMS	Espaçamento dentro de manejo do solo		5,1
	Manejo do solo dentro de espaçamento		4,2

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si à 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

### 4.3 Massa seca das plantas e teor de N nas folhas

Em relação à massa seca das plantas (Tabela 08), houve interações significativas entre manejo do solo e espaçamento entrelinhas (safras 2007/08 e 2008/09) e também entre manejo do nitrogênio e espaçamento para a safra 2007/08.

Tabela 08: Massa seca das plantas e teor de N nas folhas para o milho cultivado em Selvíria-MS, safra 2007/08 e 2008/09.

Tratamentos	Produção de massa seca (g pl <sup>-1</sup> )		Teor de N nas folhas (g kg <sup>-1</sup> )	
	2007/08	2008/09	2007/08	2008/09
<b>Manejo do solo</b>				
Plantio direto	124,2	107,3	26,60 b	27,51 b
Grade pesada + niveladora	115,7	111,2	27,07 b a	29,40 a
Escarificador + niveladora	113,8	106,0	28,70 a	27,72 b
<b>Manejo do Nitrogênio</b>				
Sem N	96,5	94,8	24,50 b	27,23 b
120 N na Semeadura (S)	121,1	119,5	28,00 a	28,00 a b
30 N (S) + 90 N (V <sub>6</sub> )	125,9	105,1	28,35 a	28,77 a b
120 N (V <sub>6</sub> )	114,0	114,6	27,23 a b	27,58 a b
30 N (S) + 45 N (V <sub>4</sub> ) + 45 N (V <sub>8</sub> )	132,1	106,8	29,12 a	29,54 a
<b>Espaçamento</b>				
0,45 m	115,4	101,2	27,38	28,14
0,90 m	120,4	115,2	27,53	28,28
<b>Teste F</b>				
Manejo do solo (M)	5,71 *	0,60 <sup>n.s</sup>	4,27 *	4,12 *
Manejo do Nitrogênio (N)	20,86 *	4,47 **	6,79 **	2,15 *
Espaçamento (E)	3,47 <sup>n.s</sup>	12,16 **	0,06 <sup>n.s</sup>	0,10 <sup>n.s</sup>
M*N	1,45 <sup>n.s</sup>	1,27 <sup>n.s</sup>	1,48 <sup>n.s</sup>	1,21 <sup>n.s</sup>
M*E	10,08 *	5,84 **	0,83 <sup>n.s</sup>	0,58 <sup>n.s</sup>
E*N	2,95 *	0,26 <sup>n.s</sup>	1,81 <sup>n.s</sup>	1,93 <sup>n.s</sup>
M*N*E	0,86 <sup>n.s</sup>	1,09 <sup>n.s</sup>	0,43 <sup>n.s</sup>	0,41 <sup>n.s</sup>
<b>D.M.S</b>				
Manejo do solo (M)	7,82	11,71	1,82	1,40
Manejo do Nitrogênio (N)	11,80	17,65	2,74	2,14
Espaçamento (E)	9,25	7,96	1,23	0,90
<b>C.V.(%)</b>	<b>12,45</b>	<b>20,29</b>	<b>10,65</b>	<b>9,01</b>

\*. \*\* Significativo à 5% e 1% respectivamente pelo teste F, <sup>n.s</sup> não significativo. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si à 5% pelo teste de Tukey.

O desdobramento das interações significativas entre manejo do solo e espaçamento para massa seca das plantas nas safras 2007/08 e 2008/09 encontram-se na Tabela 09. No caso do manejo do solo com grade pesada + grade niveladora, houve interferência positiva do espaçamento de 0,90 m nos dois anos de cultivo; em relação aos outros tipos de manejo do solo, os espaçamentos não influenciaram nos resultados. Na safra 2008/09, no espaçamento de 0,90 m, o manejo do solo com grade pesada + grade niveladora proporcionou maior massa seca das plantas, diferindo significativamente do manejo com escarificador + grade niveladora. Sendo a população de plantas menor no espaçamento de 0,90 m e no manejo com grade pesada + grade niveladora é provável que haja incremento significativo na massa seca das plantas de milho por ser menor a competição entre as plantas por nutrientes, água e luz. Carvalho et al. (2004) não observaram diferenças entre o plantio direto e manejo com grade pesada + grade niveladora para a massa seca das plantas de milho cultivado no verão das safras 1997/98 e 1998/99 no espaçamento de 0,90 m com 60.000 plantas por hectare trabalhando também em Latossolo Vermelho argiloso em baixa altitude, diferindo assim dos resultados obtidos neste trabalho.

Tabela 09. Desdobramento da interação significativa entre espaçamento entrelinhas e manejo do solo para a massa seca das plantas no milho cultivado em Selvíria-MS, safra 2008/09.

Espaçamento	Manejo do solo					
	P. direto		Grade pesada + niveladora		Escarificador + niveladora	
	2007/08	2008/09	2007/08	2008/09	2007/08	2008/09
0,45 m	125,0	102,8	104,7 b	94,7 b	111,2	105,9
0,90 m	123,4	111,9 B A	126,6 a	127,5 a A	116,4	106,1 B
					<b>2007/08</b>	<b>2008/09</b>
<b>DMS</b>	Espaçamento dentro de manejo do solo				9,25	13,80
	Manejo do solo dentro de espaçamento				-	16,55

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si à 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

O desdobramento da interação significativa entre espaçamento e manejo do nitrogênio para a massa seca das plantas no ano agrícola 2007/08 encontra-se na Tabela 10. De maneira geral, os tratamentos que receberam adubações nitrogenadas precocemente proporcionaram maior massa seca das plantas em ambos os espaçamentos. Provavelmente o nitrogênio aplicado no início, favoreceu o crescimento vegetativo das plantas, fazendo com que as mesmas acumulassem mais fotoassimilados nos tecidos de reserva. Resultado

semelhante foi obtido por Arf et al. (2007), onde os autores verificaram em um dos anos de cultivo que a aplicação precoce do N proporcionou maior valor para a massa seca das plantas de milho. No segundo ano de cultivo, a testemunha sem N proporcionou menor valor de massa seca das plantas, sendo que os demais tratamentos não diferenciaram significativamente entre si. De acordo com a Figura 01, verifica-se que no segundo ano de cultivo a precipitação foi menor que no primeiro. Sendo assim, é possível que tenha ocorrido menor aproveitamento do N aplicado ao solo, diminuindo a diferença entre os manejos do nitrogênio.

Tabela 10. Desdobramento da interação entre espaçamento e manejo do nitrogênio para a massa seca das plantas no milho cultivado em Selvíria-MS, safra 2007/08.

Manejo do Nitrogênio	Espaçamento entrelinhas	
	0,45 m	0,90 m
Sem N	91,3 c	101,7 c
120 N na Semeadura(s)	120,2 a b	122,0 a b
30 N (S) + 90 N (V <sub>6</sub> )	116,8 b	134,9 a
120 N (V <sub>6</sub> )	111,9 b	116,2 b c
30 N (S) + 45 N (V <sub>4</sub> ) + 45 N (V <sub>8</sub> )	136,9 a	127,3 a b
	Espaçamento dentro de N	-
<b>DMS</b>	N dentro de Espaçamento	16,74

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si à 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

O teor de N nas folhas foi influenciado significativamente nas duas safras pelo manejo do solo (Tabela 08). Na safra 2007/08 o manejo com escarificador + grade niveladora promoveram maior teor de N nas folhas. Na safra 2008/09 o maior valor para a esta variável foi encontrado no manejo com grade pesada + grade niveladora. É possível que a menor população de plantas nos tratamentos com manejo do solo com escarificador + grade niveladora e grade pesada + grade niveladora seja a explicação para o maior teor de N nas folhas encontrado nestes tratamentos. Outra hipótese seria a ocorrência de imobilização temporária do nitrogênio por microorganismos no sistema plantio direto, fazendo com que houvesse menor N disponível às plantas neste sistema de manejo do solo. Assis et al. (2003) citam em seu trabalho que durante o processo de imobilização, os microorganismos utilizam os nutrientes do solo, imobilizando-os em sua biomassa, tornando-os indisponíveis para as plantas, mesmo que temporariamente.

Quanto ao manejo do nitrogênio (Tabela 07), nas duas safras, houve diferença entre os diversos tratamentos e o menor valor para o teor de N nas folhas foi encontrado no tratamento testemunha (sem N). Os valores encontrados referentes ao teor de N nas folhas estão na maioria dentro do considerado adequado para a cultura de acordo com as recomendações de Cantarella et al. (1996) que é de 27 a 35 g kg<sup>-1</sup>. Possivelmente o suprimento de nitrogênio para as plantas por parte da reserva do solo (matéria orgânica) fez com que houvesse menor discrepância nos teores de N entre os tratamentos.

Também não houve efeito significativo do espaçamento entrelinhas nas duas safras em relação ao teor de N nas folhas (Tabela 08), discordando dos resultados obtidos por Amaral Filho et al. (2005) que estudaram o efeito do espaçamento, da densidade populacional e da adubação nitrogenada no milho em Latossolo Vermelho argiloso no município de Jaboticabal-SP e verificaram que o espaçamento de 0,80 m proporcionou maior valor para o teor de N nas folhas em relação ao espaçamento de 0,60 m.

#### **4.4 – Massa de sabugo e número de fileiras de grãos por espiga**

Os resultados encontrados referentes à massa de sabugo e ao número de fileiras por espiga encontram-se na Tabela 11. Em relação à massa de sabugo, verifica-se que houve efeito significativo da aplicação de N na safra 2007/08, uma vez que o tratamento testemunha (sem N) obteve menor valor para esta variável. Na safra 2008/09 não houve efeito significativo do manejo do nitrogênio.

Tabela 11: Massa de sabugo e número de fileiras por espiga para o milho cultivado em Selvíria-MS, safra 2007/08 e 2008/09.

Tratamentos	Massa de sabugo (g)		Número de fileiras por espiga	
	2007/08	2008/09	2007/08	2008/09
<b>Manejo do solo</b>				
Plantio direto	48,5	34,4	17,6	17,3
Grade pesada + niveladora	53,5	39,8	17,2	17,4
Escarificador + niveladora	56,5	38,3	17,2	17,3
<b>Manejo do nitrogênio</b>				
Sem N	46,8 b	35,3	17,4	17,4
120 N na Semeadura(s)	51,8 a b	40,6	17,3	17,4
30 N (S) + 90 N (V <sub>6</sub> )	52,6 a b	35,1	17,3	17,1
120 N (V <sub>6</sub> )	54,7 a b	38,3	17,3	17,4
30 N (S) + 45 N (V <sub>4</sub> ) + 45 N (V <sub>8</sub> )	58,3 a	38,2	17,5	17,2
<b>Espaçamento</b>				
0,45 m	49,4	35,2 b	17,4	17,2
0,90 m	56,3	39,8 a	17,3	17,4
<b>Teste F</b>				
Manejo do solo (M)	5,32 <sup>**</sup>	2,68 <sup>n.s</sup>	2,37 <sup>n.s</sup>	0,16 <sup>n.s</sup>
Manejo do Nitrogênio (N)	3,56 <sup>**</sup>	1,05 <sup>n.s</sup>	0,68 <sup>n.s</sup>	0,65 <sup>n.s</sup>
Espaçamento (E)	12,09 <sup>**</sup>	5,28 <sup>*</sup>	0,01 <sup>n.s</sup>	1,01 <sup>n.s</sup>
M*N	0,89 <sup>n.s</sup>	1,36 <sup>n.s</sup>	1,07 <sup>n.s</sup>	1,69 <sup>n.s</sup>
M*E	4,06 <sup>*</sup>	2,41 <sup>n.s</sup>	0,97 <sup>n.s</sup>	3,49 <sup>*</sup>
N*E	2,32 <sup>n.s</sup>	0,52 <sup>n.s</sup>	0,38 <sup>n.s</sup>	0,67 <sup>n.s</sup>
M*N*E	1,73 <sup>n.s</sup>	0,51 <sup>n.s</sup>	0,78 <sup>n.s</sup>	0,80 <sup>n.s</sup>
<b>D.M.S</b>				
Manejo do solo (M)	5,87	5,86	0,49	0,44
Manejo do Nitrogênio (N)	8,85	8,83	0,74	0,66
Espaçamento (E)	3,99	3,98	0,12	0,30
<b>C.V(%)</b>	<b>20,83</b>	<b>29,27</b>	<b>5,30</b>	<b>4,71</b>

<sup>\*</sup>, <sup>\*\*</sup> Significativo à 5% e 1% respectivamente pelo teste F, <sup>n.s</sup> não significativo. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si à 5% pelo teste de Tukey

A interação entre espaçamento e manejo do solo encontra-se na Tabela 12. Observa-se que o valor da massa de sabugo é maior no espaçamento de 0,90 m quando se faz o manejo do solo com Grade pesada + niveladora e com escarificador + niveladora. Correlacionando os resultados obtidos na interação entre espaçamento e manejo do solo para população final de

plantas (Tabela 05) observa-se maior valor para a massa de sabugo nos tratamentos que apresentam menor população de plantas pela menor competição intra-específica.

Tabela 12. Interação entre espaçamento e manejo do solo em relação à massa de sabugo para o milho cultivado em Selvíria-MS, safra 2007/08.

Espaçamento	Manejo do solo		
	P. direto	Grade pesada + niveladora	Escarificador + niveladora
0,45 m	48,0	48,3 b	50,7 b
0,9 m	49,1	58,7 a	62,3 a
DMS	Espaçamento dentro de manejo do solo		6,92
	Manejo do solo dentro de espaçamento		-

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si à 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Para o número de fileiras por espiga, não houve efeito significativo de nenhum dos tratamentos avaliados isoladamente nas duas safras de cultivo. Contudo na safra 2008/09 houve interação manejo do solo e espaçamento para esta variável e as médias da interação encontram-se na Tabela 13. Observa-se que onde o manejo do solo foi realizado com grade pesada + niveladora, o espaçamento de 0,90 m promoveu maior número de fileiras por espiga. Entretanto este efeito não foi verificado nos outros tipos de manejo do solo. Fancelli e Dourado Neto (1997) citam que o número de fileiras por espiga é determinado a partir da fase V<sub>8</sub> da escala Ritchie (1993). Sendo assim, a partir dos dados obtidos neste trabalho é possível afirmar que independente do manejo do solo, do nitrogênio e do espaçamento, as plantas se desenvolveram de maneira semelhante em todos os tratamentos até a fase de determinação do número fileiras de grãos por espiga, com exceção do tratamento em que o milho foi cultivado em solo manejado com grade pesada + niveladora no espaçamento de 0,45 m no segundo ano de cultivo.

Tabela 13. Interação entre manejo do solo e espaçamento para número de fileiras por espiga no milho cultivado em Selvíria-MS, safra 2008/09.

Espaçamento	Manejo do solo		
	P. direto	Grade pesada + Niveladora	Escarificador + niveladora
0,45 m	17,35	17,00 b	17,35
0,9 m	17,3	17,70 a	17,3
	Espaçamento dentro de manejo do solo		0,51
<b>DMS</b>	Manejo do solo dentro de espaçamento		-

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si à 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

#### 4.5 – Número de grãos por fileira e massa de 100 grãos

Os resultados obtidos referentes ao número de grãos por fileira e a massa de 100 grãos encontram-se na Tabela 14. Em relação ao número de grãos por fileira, verifica-se que não houve efeito do manejo do solo nas duas safras. No entanto, o manejo do nitrogênio na safra 2007/08 afetou significativamente esta variável, sendo que a testemunha sem N obteve menor valor em relação aos outros tratamentos. Para o espaçamento entrelinhas, verifica-se nas duas safras que o espaçamento de 0,90 promoveu maior valor para a variável em questão. Ritchie et al. (2003) citam que a determinação do potencial número de grãos por espiga ocorre entre as fases  $V_{10}$  e  $V_{18}$ , sendo que nos cultivares mais precoces é mais curto este intervalo. Sendo assim, a condição ambiental para as plantas (individualmente) na fase de determinação desta variável, foi melhor no espaçamento de 0,90 m em função da menor competição intra-específica entre as plantas, em relação ao espaçamento de 0,45 m.

Tabela 14: Número de grãos por fileira e massa de 100 grãos no milho cultivado em Selvíria-MS, safra 2007/08 e 2008/09.

Tratamentos	Número de grãos por fileira		Massa de 100 grãos (g)	
	2007/08	2008/09	2007/08	2008/09
<b>Manejo do solo</b>				
Plantio direto	34,5	35,5	33,28	30,36 b
Grade pesada + niveladora	35,2	35,8	33,96	32,78 a
Escarificador + niveladora	35,3	36,0	33,39	32,64 a
<b>Manejo do nitrogênio</b>				
Sem N	33,5 b	34,8	31,80 c	30,13 b
120 N na Semeadura (S)	34,8 a b	36,3	34,38 a	32,15 a
30 N (S) + 90 N (V <sub>6</sub> )	35,3 a	35,8	33,93 a b	32,53 a
120 N (V <sub>6</sub> )	35,8 a	35,9	32,82 b c	31,94 a
30 N (S) + 45 N (V <sub>4</sub> ) + 45 N (V <sub>8</sub> )	35,5 a	36,2	34,78 a	32,89 a
<b>Espaçamento</b>				
0,45 m	34,6 b	35,4 b	33,25	31,47 b
0,9 m	35,4 a	36,1 a	33,83	32,38 a
<b>Teste F</b>				
Manejo do solo (M)	0,07 <sup>n.s</sup>	0,51 <sup>n.s</sup>	1,61 <sup>n.s</sup>	16,04**
Manejo do Nitrogênio (N)	6,82**	1,86 <sup>n.s</sup>	10,61**	5,95**
Espaçamento (E)	5,36*	4,19*	3,10 <sup>n.s</sup>	5,35*
M*N	1,26 <sup>n.s</sup>	0,67 <sup>n.s</sup>	1,33 <sup>n.s</sup>	1,44 <sup>n.s</sup>
M*E	0,94 <sup>n.s</sup>	1,01 <sup>n.s</sup>	1,72 <sup>n.s</sup>	0,25 <sup>n.s</sup>
N*E	0,27 <sup>n.s</sup>	0,49 <sup>n.s</sup>	0,65 <sup>n.s</sup>	0,31 <sup>n.s</sup>
M*N*E	1,64 <sup>n.s</sup>	0,86 <sup>n.s</sup>	1,99 <sup>n.s</sup>	1,65 <sup>n.s</sup>
<b>D.M.S</b>				
Manejo do solo (M)	0,9	1,15	0,98	1,14
Manejo do Nitrogênio (N)	1,36	1,74	1,47	1,73
Espaçamento (E)	0,62	0,78	0,66	0,78
<b>C.V(%)</b>	<b>4,85</b>	<b>6,04</b>	<b>5,46</b>	<b>6,72</b>

\*, \*\* Significativo à 5% e 1% respectivamente pelo teste de Tukey. <sup>n.s</sup> Não significativo.

A massa de 100 grãos (Tabela 14) não foi influenciada pelo manejo do solo na safra 2007/08, mas na safra 2008/09, os manejos com grade pesada + grade niveladora e com escarificador + grade niveladora promoveram maior valor para esta variável quando comparadas com o plantio direto, provavelmente em função da população de plantas encontradas no primeiro em relação ao último manejo do solo citados anteriormente. Carvalho et al. (2004) verificaram maior valor para a massa de 100 grãos no manejo solo com grade pesada quando comparado ao sistema plantio direto em um dos dois anos de cultivo, contrariando assim os resultados aqui apresentados. Segundo os autores, a decomposição mais

lenta dos resíduos culturais pode ter prejudicado o adequado suprimento em nutrientes às plantas, contribuindo para um menor valor dos componentes de produção neste ano agrícola.

Em relação ao manejo do nitrogênio, na safra 2007/08, os tratamentos que receberam adubação nitrogenada na semeadura, promoveram os maiores valores para a massa de 100 grãos diferindo significativamente do tratamento 120 N (V<sub>6</sub>) e do tratamento sem N. Supostamente a presença do N na fase mais precoce da cultura ajudou a planta a produzir mais fotoassimilados e conseqüentemente suprir mais adequadamente as espigas durante o enchimento dos grãos. Já na safra 2008/09, somente o tratamento sem N se diferenciou dos demais, apresentando menor valor para a massa de 100 grãos. O espaçamento entrelinhas, na primeira safra, não influenciou na determinação desta variável, contudo, na segunda safra, o espaçamento de 0,90 m proporcionou maior valor para a massa de 100 grãos quando comparado ao espaçamento de 0,45 m. Como a população final de plantas foi menor no espaçamento de 0,90 m, havia maior disponibilidade de nutrientes para suprir as exigências das plantas e com isso, os grãos presentes nas espigas destas, puderam se desenvolver mais quando comparada as plantas que estavam no espaçamento de 0,45 m.

Borgui e Crusciol (2007) avaliaram o desempenho do milho cultivado em dois espaçamentos (população de plantas constante de 55000 plantas por hectare) em sistemas de consórcio com forrageiras e verificaram que no tratamento em que não houve consórcio, a massa de 100 grãos apresentou maior valor no espaçamento de 0,45 m diferindo dos resultados obtidos neste trabalho. Demétrio et al. (2008) trabalhando em Latossolo Vermelho eutrófico textura argilosa na região de Jaboticabal-SP, estudaram o efeito do espaçamento (0,40; 0,60 e 0,80 m) e da população de plantas (30, 50, 70 e 90 mil plantas por hectare) em híbridos de milho de alta tecnologia e não verificaram efeito significativo do espaçamento entrelinhas para a massa de mil grãos.

#### **4.6 Massa de grãos por espiga e produtividade de grãos**

Os resultados referentes à massa de grãos por espiga e produtividade de grãos encontram-se na Tabela 15. Em relação à massa de grãos por espiga, na safra 2007/08, os tratamentos que receberam adubação nitrogenada não se diferenciaram significativamente entre si, porém foram superiores ao tratamento que não recebeu nitrogênio. Houve interação entre o manejo do solo e o espaçamento entrelinhas para esta variável neste ano agrícola e os dados referentes ao desdobramento se encontram na Tabela 20.

Tabela 15: Massa de grãos por espiga e produtividade de grãos no milho cultivado em Selvíria-MS, safra 2007/08 e 2008/09.

Tratamentos	Massa de grãos por espiga (g)		Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )	
	2007/2008	2008/2009	2007/08	2008/2009
<b>Manejo do solo</b>				
Plantio direto	186,3	169,6 b	7.964	7.672
Grade pesada + niveladora	186,8	180,8 a	6.781	7.418
Escarificador + niveladora	189,5	180,5 a	6.921	7.390
<b>Manejo do nitrogênio</b>				
Sem N	170,5 b	161,3 b	6.165	6.307 b
120 N na Semeadura (S)	194,2 a	177,1 a b	7.600	8.169 a
30 N (S) + 90 N (V <sub>6</sub> )	191,2 a	176,1 a b	7.287	8.020 a
120 N (V <sub>6</sub> )	185,9 a	181,9 a	7.162	7.391 a
30 N (S) + 45 N (V <sub>4</sub> ) + 45 N (V <sub>8</sub> )	195,8 a	188,4 a	7.862	7.575 a
<b>Espaçamento</b>				
0,45 m	184,6 b	172,5 b	7.117	8.101 a
0,90 m	190,5 a	181,4 a	7.314	6.885 b
<b>Teste F</b>				
Manejo do solo (M)	0,46 <sup>n.s</sup>	4,16*	42,74**	0,55 <sup>n.s</sup>
Manejo do Nitrogênio (N)	3,88*	6,20**	2,91 <sup>n.s</sup>	7,33**
Espaçamento (E)	4,10*	6,17*	25,19**	25,08**
M*N	1,65 <sup>n.s</sup>	1,13 <sup>n.s</sup>	2,22*	1,74 <sup>n.s</sup>
M*E	3,16*	1,29 <sup>n.s</sup>	8,51**	2,62 <sup>n.s</sup>
N*E	0,25 <sup>n.s</sup>	0,47 <sup>n.s</sup>	0,33 <sup>n.s</sup>	1,06 <sup>n.s</sup>
M*N*E	1,73 <sup>n.s</sup>	0,29 <sup>n.s</sup>	1,02 <sup>n.s</sup>	1,03 <sup>n.s</sup>
<b>D.M.S</b>				
Manejo do solo (M)	8,19	10,49	333,2	708,9
Manejo do Nitrogênio (N)	12,36	15,83	508,6	1069,3
Espaçamento (E)	5,58	7,14	229,5	482,4
<b>C.V(%)</b>	<b>8,20</b>	<b>11,12</b>	<b>8,76</b>	<b>17,74</b>

\*, \*\* Significativo à 5% e 1% respectivamente pelo teste de Tukey. <sup>n.s</sup> Não significativo.

Analisando a interação significativa entre manejo do solo e espaçamento para a massa de 100 grãos (Tabela 16), observa-se que no manejo do solo grade pesada + niveladora e escarificador + niveladora, o maior valor para massa de grãos por espiga foi encontrado no espaçamento de 0,90 m., provavelmente em função da menor competição entre as plantas neste espaçamento. Já no plantio direto não houve diferenças entre os dois espaçamentos entrelinhas para esta variável.

Tabela 16: Interação entre espaçamento entrelinhas e manejo do solo para a massa de grãos por espiga no milho cultivado em Selvíria-MS, safra 2007/08.

Espaçamento	Manejo do solo		
	P. direto	Grade pesada + niveladora	Escarificador + niveladora
0,45 m	184,2	182,0 b	183,4 b
0,90 m	188,4	191,8 a	195,6 a
<b>DMS</b>	Espaçamento dentro de manejo do solo		9,66
	Manejo do solo dentro de espaçamento		-

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si à 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Na safra 2008/09, verifica-se que houve efeito do manejo do solo para a massa de grãos por espiga. Os manejos com grade pesada + niveladora e escarificador + niveladora promoveram os maiores valores para esta variável, sendo a população de plantas menor nos tratamentos com manejo com grade pesada + niveladora e escarificador + niveladora (Tabela 02). É de se esperar que a massa de grãos por espiga seja maior, pela menor competição entre as plantas. Em relação ao manejo do nitrogênio, não houve diferenças entre os tratamentos que receberam N, mas no tratamento testemunha, o valor para a variável em questão, foi significativamente menor.

Analisando esta variável em relação ao espaçamento entrelinhas, na safra 2008/09, verifica-se que o espaçamento de 0,90 m promoveu maior massa de grãos por espiga quando comparado ao espaçamento de 0,45 m. Sendo a população final de plantas, maior para o espaçamento de 0,45 m é de se esperar que as espigas formadas neste espaçamento apresentem menor massa de grãos uma vez que os recursos necessários para a formação das espigas serem constantes e sendo assim necessário dividi-los entre um maior número de plantas.

Para a produtividade de grãos (Tabela 15), na safra 2007/08, houve interações significativas entre manejo do solo e manejo do nitrogênio e entre manejo do solo e espaçamentos entrelinhas. De maneira geral, verifica-se para a safra 2007/08 que o manejo do solo com sistema plantio direto proporcionou maior produtividade de grãos (Tabela 16 e 17) provavelmente em função da maior população de plantas presente neste sistema de manejo do solo. Santos et al. (2003) estudaram o efeito da rotação de cultura e do manejo do solo na cultura do milho em Latossolo Vermelho distrófico típico e concluíram após quatorze anos de estudo que o sistema plantio direto promoveu maior produtividade de grãos quando

comparado ao manejo com arados de disco e de aivecas, encontrando resultado semelhante a este trabalho; também Santos et al. (2006), que trabalhando com a cultura da soja, verificaram que o uso de sistemas de manejo conservacionistas de manejo de solo favorecem a produtividade da cultura. Na safra 2008/09 não houve diferença significativa entre os manejos do solo para a produtividade de grãos.

Os dados referentes ao desdobramento da interação entre manejo do solo e manejo do nitrogênio na safra 2007/08 encontram-se na Tabela 08. Quando se analisa o manejo do nitrogênio dentro do sistema plantio direto, observa-se que o tratamento 30 N (S) + 45 N (V<sub>4</sub>) + 45 N (V<sub>8</sub>) proporcionou significativamente maior produtividade quando comparada aos tratamentos 30 N (S) + 90 N (V<sub>6</sub>) e sem N, sendo que a menor produtividade foi obtida no tratamento testemunha. Analisando o efeito do manejo do nitrogênio dentro do manejo com grade pesada + grade niveladora, verifica-se que os tratamentos 30 N (S) + 45 N (V<sub>4</sub>) + 45 N (V<sub>8</sub>) e 120 N (S) apresentaram maiores valores de produtividade quando comparados aos tratamentos 120 N (V<sub>6</sub>) e Sem N, sendo este último significativamente inferior a todos os outros.

Tabela 17. Desdobramento da interação significativa entre manejo do solo e manejo do nitrogênio na produtividade de grãos no milho cultivado em Selvíria-MS, safra 2007/08.

Manejo do nitrogênio	Manejo do solo		
	P. direto	Grade pesada + niveladora	Escarificador + niveladora
Sem N	6.802 c A	5.492 c B	6.199 c B
120 N na Semeadura(s)	8.267 a b A	7.675 a A	6.880 a b c B
30 N (S) + 90 N (V <sub>6</sub> )	7.878 b A	6.904 a b B	7.080 a b B
120 N (V <sub>6</sub> )	8.095 a b A	6.635 b B	6.757 b c B
30 N (S) + 45 N (V <sub>4</sub> ) + 45 N (V <sub>8</sub> )	8.779 a A	7.098 a B	7.709 a B
DMS	Manejo do nitrogênio dentro de manejo do solo		869,7
	Manejo do solo dentro de manejo do nitrogênio		637

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si à 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Quando o manejo do solo foi realizado com escarificador + grade niveladora, o manejo do nitrogênio 30 N (S) + 45 N (V<sub>4</sub>) + 45 N (V<sub>8</sub>) foi significativamente superior aos tratamentos 120 N (V<sub>6</sub>) e sem N (Tabela 16). Estes resultados estão de maneira geral, de

acordo com Von Pinho et al. (2008) que trabalhando em Latossolo Vermelho distroférico, com boa quantidade de chuva durante o ciclo da cultura (600 mm) porém má distribuída, concluíram que o parcelamento da adubação nitrogenada em 40 (S) + 60 (4-5F) + 60 (7-8F) e 40 (S) + 120 (7-8F) favoreceu a produtividade de grãos. Na safra 2008/09, verificou-se diferenças significativas apenas em relação ao tratamento sem N (Tabela 14), sendo assim os tratamentos que receberam N não diferiram entre si. Provavelmente a menor precipitação nesta época (Figura 01) contribuiu para isso. Pöttker e Wiethölter (2004) estudando o efeito de épocas de aplicação de N em sistema plantio direto (10 dias após a dessecação da aveia, total na semeadura e na semeadura + cobertura) não observaram diferenças significativas quando a precipitação pluviométrica foi abaixo do normal.

Os dados referentes à interação entre manejo do solo e espaçamento para a produtividade de grãos na safra 2007/08 encontram-se na Tabela 18. Não houve diferença significativa entre os espaçamentos quando o milho foi cultivado em sistema plantio direto e no manejo com escarificador + grade niveladora. Porém quando a cultura se estabeleceu no manejo do solo com grade pesada + grade niveladora, o espaçamento de 0,90 m entrelinhas promoveu maior produtividade de grãos. De maneira geral, estes valores estão de acordo com Borgui e Crusciol (2007) que observaram na média de duas safras que a redução do espaçamento entrelinhas não alterou produtividade do milho. Na safra 2008/09, a maior produtividade foi obtida no espaçamento de 0,45m, concordando com os resultados de Demétrio et al. (2008). Os mesmos observaram que os híbridos de alta tecnologia avaliados obtiveram maior produtividade no menor espaçamento (0,40 m) (11,5 t ha<sup>-1</sup>) em relação aos espaçamentos de 0,60 m (10,9 t ha<sup>-1</sup>) e 0,90 m (10,3 t ha<sup>-1</sup>). Os autores atribuem esta maior produtividade no espaçamento de 0,40 m devido à maior eficiência na interceptação da radiação e ao decréscimo de competição por água, luz e nutrientes entre as plantas na linha de cultivo.

Tabela 18. Desdobramento da interação significativa entre manejo do solo e espaçamento para a produtividade de grãos no milho cultivado em Selvíria-MS, safra 2007/08.

Espaçamento	Manejo do solo		
	P. direto	Grade pesada + niveladora	Escarificador + niveladora
0,45 m	8.142 a A	6.358 b C	6.851 a B
0,90 m	7.786 a A	7.164 a B	6.951 a B
<b>DMS</b>	Espaçamento dentro de manejo do solo		392,29
	Manejo do solo dentro de espaçamento		402,89

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si à 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

## 4.2 Custo de produção e rentabilidade

Os valores pagos pelos insumos foram atualizados para o mês de maio de 2009 sendo obtidos em vendas da região. O preço do milho foi considerado o preço médio pago aos produtores da região no mês de maio de 2009, sendo R\$ 18,00 por saca de 60 kg de milho (sc).

As produtividades em sacas por hectare ( $sc\ ha^{-1}$ ) para a safra 2007/08 e 2008/09 da combinação dos tratamentos avaliados estão na Tabela 19.

Na safra 2007/08, a maior produtividade foi de  $146,5\ sc\ ha^{-1}$ , obtida no sistema plantio direto com o manejo  $30\ N\ (S)+45\ N(V_4)+45\ N(V_8)$  para o N, no espaçamento de 0,45 m. A menor produtividade para a mesma safra foi de  $81,6\ sc\ ha^{-1}$ , obtida no manejo com grade pesada + niveladora sem N e no espaçamento de 0,45 m. Já na safra 2008/09, a maior produtividade foi de  $171,6\ sc\ ha^{-1}$ , obtidas no manejo com grade pesada+niveladora com aplicação total de N na semeadura e espaçamento de 0,45 m. A menor produtividade para a safra 2008/09 foi de  $85,9\ sc\ ha^{-1}$ , obtidas no sistema plantio direto, sem adubação nitrogenada e espaçamento de 0,90 m.

Tabela 19: Produtividade em sacas por hectare das combinações dos tratamentos no milho cultivado em Selvíria-MS, safra 2007/08 e 2008/09.

Manejo do solo	Manejo do N	Espaçamento (m)	Produtividade	Produtividade	
			(sc ha <sup>-1</sup> ) (2007/08)	(sc ha <sup>-1</sup> ) (2008/09)	
Escarificador + niveladora	Sem N	0,90	99,2	96,2	
	120 N(S)		111,6	104,8	
	30 N (S)+90 N (V <sub>6</sub> )		125,4	118,2	
	120 N V <sub>(6)</sub>		115,6	109,2	
	30 N (S)+45 N(V <sub>4</sub> )+45 N(V <sub>8</sub> )		130,8	111,1	
	Sem N		107,4	122,1	
	120 N(S)	0,45	117,1	150,2	
	30 N (S)+90 N (V <sub>6</sub> )		110,6	154,9	
	120 N V <sub>(6)</sub>		109,7	122,1	
	30 N (S)+45 N(V <sub>4</sub> )+45 N(V <sub>8</sub> )		126,1	142,8	
	Sem N		0,90	101,5	95,3
	120 N(S)			135,8	120,5
30 N (S)+90 N (V <sub>6</sub> )	117,9	125,3			
120 N V <sub>(6)</sub>	116,8	120,6			
30 N (S)+45 N(V <sub>4</sub> )+45 N(V <sub>8</sub> )	124,9	101,1			
Sem N	0,45	81,6		129,8	
120 N(S)		120,0	171,5		
30 N (S)+90 N (V <sub>6</sub> )		112,3	123,8		
120 N V <sub>(6)</sub>		104,3	119,4		
30 N (S)+45 N(V <sub>4</sub> )+45 N(V <sub>8</sub> )		111,7	129,3		
Sem N		0,90	111,2	85,9	
120 N(S)	131,8		136,9		
30 N (S)+90 N (V <sub>6</sub> )	128,4		130,4		
120 N V <sub>(6)</sub>	131,3		130,8		
30 N (S)+45 N(V <sub>4</sub> )+45 N(V <sub>8</sub> )	146,1		135,2		
Sem N	0,45		115,5	101,5	
120 N(S)		143,7	133,2		
30 N (S)+90 N (V <sub>6</sub> )		134,2	149,3		
120 N V <sub>(6)</sub>		138,6	137,2		
30 N (S)+45 N(V <sub>4</sub> )+45 N(V <sub>8</sub> )		146,5	138,4		

Na Tabela 20, encontram-se os valores referentes às receitas brutas por hectare obtidas nas combinações dos tratamentos para o milho nas duas safras de cultivo. A receita bruta corresponde ao valor da produtividade multiplicado pelo preço pago (R\$ 18,00) por saca de 60 kg de milho. Sendo constante o preço do milho, as receitas brutas dos tratamentos seguem a mesma tendência das produtividades do milho nos respectivos tratamentos.

Tabela 20: Receitas brutas obtidas nas combinações dos tratamentos no milho cultivado em Selvíria-MS. Safra 2007/08 e 2008/09.

<b>Manejo do solo</b>	<b>Manejo do N</b>	<b>Espaçamento (m)</b>	<b>Receita Bruta (2007/08)</b>	<b>Receita Bruta (2008/09)</b>	
Escarificador + niveladora	Sem N	0,90	1785,48	1731,84	
	120 N(S)		2008,21	1886,18	
	30 N (S)+90 N (V <sub>6</sub> )		2257,57	2128,07	
	120 N V <sub>(6)</sub>		2080,52	1965,09	
	30 N (S)+45 N(V <sub>4</sub> )+45 N(V <sub>8</sub> )		2355,28	2000,26	
	Escarificador + niveladora	Sem N	0,45	1934,07	2198,36
		120 N(S)		2107,87	2702,93
		30 N (S)+90 N (V <sub>6</sub> )		1990,75	2789,00
		120 N V <sub>(6)</sub>		1973,76	2197,62
		30 N (S)+45 N(V <sub>4</sub> )+45 N(V <sub>8</sub> )		2269,94	2570,43
Sem N		0,90		1826,78	1714,69
120 N(S)	2445,27		2168,63		
30 N (S)+90 N (V <sub>6</sub> )	2122,03		2255,75		
120 N V <sub>(6)</sub>	2102,95		2170,65		
30 N (S)+45 N(V <sub>4</sub> )+45 N(V <sub>8</sub> )	2248,73		1819,63		
Grade pesada + niveladora	Sem N		0,45	1468,32	2335,51
	120 N(S)	2159,74		3086,31	
	30 N (S)+90 N (V <sub>6</sub> )	2020,63		2227,85	
	120 N V <sub>(6)</sub>	1877,85		2148,53	
	30 N (S)+45 N(V <sub>4</sub> )+45 N(V <sub>8</sub> )	2009,98		2327,22	
	Plantio direto	Sem N		0,90	2001,71
120 N(S)		2373,26	2464,67		
30 N (S)+90 N (V <sub>6</sub> )		2311,34	2348,09		
120 N V <sub>(6)</sub>		2363,04	2353,52		
30 N (S)+45 N(V <sub>4</sub> )+45 N(V <sub>8</sub> )		2630,12	2433,52		
Plantio direto		Sem N	0,45	2079,63	1826,65
		120 N(S)		2586,98	2396,73
		30 N (S)+90 N (V <sub>6</sub> )		2415,69	2688,22
		120 N V <sub>(6)</sub>		2494,08	2469,03
		30 N (S)+45 N(V <sub>4</sub> )+45 N(V <sub>8</sub> )		2637,37	2491,23

Os valores referentes ao custo operacional total (COT) dos tratamentos avaliados estão na Tabela 21. O maior valor para o COT refere-se ao tratamento com manejo do solo com escarificador + niveladora e aplicação de 30 kg ha<sup>-1</sup> de N na ocasião da semeadura e 45

kg ha<sup>-1</sup> em V<sub>4</sub> + 45 kg ha<sup>-1</sup> em V<sub>8</sub>, independente do espaçamento entrelinhas. O menor valor para o COT corresponde para o manejo do solo com grade pesada + niveladora sem aplicação de N, independente do espaçamento adotado.

Tabela 21: Custo operacional total (COT) obtidos nas combinações dos tratamentos no milho cultivado em Selvíria-MS, safra 2007/08 e 2008/09.

Manejo do solo	Manejo do N	Espaçamento (m)	COT	
			2007/08	2008/09
Escarificador + niveladora	Sem N	0,90	2081,99	2081,99
	120 N(S)		2397,78	2397,78
	30 N (S)+90 N (V <sub>6</sub> )		2397,78	2397,78
	120 N V <sub>(6)</sub>		2397,78	2397,78
	30 N (S)+45 N(V <sub>4</sub> )+45 N(V <sub>8</sub> )		2435,58	2435,58
	Sem N	0,45	2081,99	2081,99
	120 N(S)		2397,78	2397,78
	30 N (S)+90 N (V <sub>6</sub> )		2397,78	2397,78
	120 N V <sub>(6)</sub>		2397,78	2397,78
	30 N (S)+45 N(V <sub>4</sub> )+45 N(V <sub>8</sub> )		2435,58	2435,58
Grade pesada + niveladora	Sem N	0,90	1943,73	1943,73
	120 N(S)		2259,51	2259,51
	30 N (S)+90 N (V <sub>6</sub> )		2259,51	2259,51
	120 N V <sub>(6)</sub>		2259,51	2259,51
	30 N (S)+45 N(V <sub>4</sub> )+45 N(V <sub>8</sub> )		2288,64	2288,64
	Sem N	0,45	1943,73	1943,73
	120 N(S)		2259,51	2259,51
	30 N (S)+90 N (V <sub>6</sub> )		2259,51	2259,51
	120 N V <sub>(6)</sub>		2259,51	2259,51
	30 N (S)+45 N(V <sub>4</sub> )+45 N(V <sub>8</sub> )		2288,64	2288,64
Plantio direto	Sem N	0,90	1982,50	1982,50
	120 N(S)		2298,29	2298,29
	30 N (S)+90 N (V <sub>6</sub> )		2298,29	2298,29
	120 N V <sub>(6)</sub>		2298,29	2298,29
	30 N (S)+45 N(V <sub>4</sub> )+45 N(V <sub>8</sub> )		2336,09	2336,09
	Sem N	0,45	1982,50	1982,50
	120 N(S)		2298,29	2298,29
	30 N (S)+90 N (V <sub>6</sub> )		2298,29	2298,29
	120 N V <sub>(6)</sub>		2298,29	2298,29
	30 N (S)+45 N(V <sub>4</sub> )+45 N(V <sub>8</sub> )		2336,09	2336,09

Na Tabela 22 encontra-se a estrutura do custo operacional total (COT) na cultura do milho no município de Selvíria-MS, para o tratamento mais oneroso, sendo no caso formado pelo uso do escarificador + niveladora e manejo do N com sendo 30 N (S) + 30N (V<sub>4</sub>) + 30N

(V<sub>8</sub>), independentemente do espaçamento utilizado, haja vista que para ambos os espaçamentos as operações agrícolas e os insumos utilizados foram iguais para ambos.

Verifica-se que os gastos com materiais foram os que mais encareceram a produção do milho, sendo 58,73% do custo operacional total (COT). O custo com operações mecanizadas corresponderam a 30,91% do COT. É importante ressaltar, que a colheita do milho foi terceirizada e o valor pago corresponde a 7,5 sc por hectare (valor médio na região). Dentre os materiais, as despesas com fertilizantes (superfosfato simples e uréia) e sementes foram os mais onerosos correspondendo a 14,08; 10,53 e 9,85 % do COT respectivamente.

Tabela 22: Estimativa do custo operacional da cultura do milho, cultivada com manejo do solo com escarificador + grade niveladora e manejo do N sendo 30 N(S) + 45 N ( $V_4$ )+45( $V_8$ ) (tratamento mais oneroso) em Selvíria-MS.

DESCRIÇÃO	ESPECIF.	Nº vezes	Qtd.	V. unit.	Total (R\$)	Total (US\$)
<b>A. OPERAÇÕES MECANIZADAS</b>						
Pulverização	HM	5,00	0,15	40,00	30,00	14,29
Escarificação	HM	1,00	0,70	84,00	58,80	28,00
Gradagem niveladora	HM	1,00	0,50	50,00	25,00	11,90
Semeadura e adubação	HM	1,00	0,60	68,00	40,80	19,43
Adubação nitrogenada	HM	2,00	0,80	33,60	53,76	25,60
Irrigação	R\$/mm	1,00	150,00	2,73	409,50	195,00
Colheita	–	1,00	7,50	18,00	135,00	64,29
<b>Subtotal A</b>					<b>752,86</b>	<b>358,50</b>
<b>B - OPERAÇÕES MANUAIS</b>						
b1. Pré-semeadura	HD	3,00	0,10	40,00	12,00	5,71
b2. Semeadura	HD	3,00	0,10	40,00	12,00	5,71
b2. Tratos Culturais	HD	9,00	0,10	40,00	36,00	17,14
b3. Colheita	HD	1,00	0,10	40,00	4,00	1,90
<b>Subtotal B</b>					<b>64,00</b>	<b>30,48</b>
<b>C - MATERIAL</b>						
Superfosfato triplo	t	1,00	0,35	980,00	343,00	163,33
Cloreto de potássio	t	1,00	0,10	1.980,00	198,00	94,29
Uréia	t	1,00	0,27	950,00	256,50	122,14
Glifosato Nortox	l	1,00	5,00	19,80	99,00	47,14
Aurora	l	1,00	0,06	345,00	20,70	9,86
Cropstar	l	1,00	0,35	222,00	77,70	37,00
Sementes AG 8088	sc	1,00	1,00	240,00	240,00	114,29
Primestra Gold	l	1,00	4,00	20,00	80,00	38,10
Atrazina Siptran	l	1,00	2,00	9,50	19,00	9,05
Lannate	l	3,00	0,60	25,00	45,00	21,43
Certero	l	3,00	0,10	172,00	51,60	24,57
<b>Subtotal C</b>					<b>1.430,50</b>	<b>681,19</b>
Custo operacional efetivo (C.O.E)					<b>2.247,36</b>	<b>1.070,17</b>
Outras despesas					<b>112,37</b>	<b>53,51</b>
Juros de custeio					<b>75,85</b>	<b>36,12</b>
<b>Custo operacional total (C.O.T)</b>					<b>2.435,58</b>	<b>1.159,80</b>

Os valores referentes ao lucro operacional (L.O) (diferença entre receita bruta e o COT) encontram-se na Tabela 23. Na safra 2007/08, o lucro operacional foi negativo (houve

prejuízo) para todos os tratamentos em que houve o manejo do solo com escarificador + niveladora e para a maioria dos tratamentos com manejo do solo efetuado por “grade pesada” + niveladora. Por outro lado, houve efeito positivo do sistema plantio direto independente do espaçamento e do manejo do N adotado, havendo assim lucratividade com a cultura. Observa-se também que a combinação do sistema plantio direto com a aplicação de 30 kg ha<sup>-1</sup> de N na ocasião da semeadura e 45 kg ha<sup>-1</sup> em V<sub>4</sub> + 45 kg ha<sup>-1</sup> em V<sub>8</sub>, promoveu as maiores lucratividades tanto no espaçamento de 0,90 m quanto para o de 0,45 m na safra 2007/08. Na safra 2008/09, o maior lucro operacional foi de R\$ 826,80, obtido no manejo do solo com grade pesada + niveladora com aplicação total de N no espaçamento de 0,45 m. Contudo, para a mesma combinação de tratamentos na safra anterior houve prejuízo de R\$ 99,77. Os tratamentos envolvendo o sistema plantio direto, com exceção dos que não receberam aplicação de N, apresentaram novamente lucro operacional positivo, mostrando que este sistema depois de estabelecido promove lucratividade ao produtor rural.

Tabela 23: Lucro operacional (L.O) em R\$ por hectare, obtido na combinação dos tratamentos no milho cultivado em Selvíria-MS, safra 2007/08 e 2008/09.

Manejo do solo	Manejo do N	Espaçamento (m)	L.O	L.O
			2007/08	2008/09
Escarificador + niveladora	Sem N	0,90	-296,51	-350,15
	120 N(S)		-389,56	-511,60
	30 N (S)+90 N (V <sub>6</sub> )		-140,20	-269,70
	120 N V(6)		-317,25	-432,68
	30 N (S)+45 N(V <sub>4</sub> )+45 N(V <sub>8</sub> )		-80,30	-435,32
	Sem N	0,45	-147,92	116,37
	120 N(S)		-289,91	305,15
	30 N (S)+90 N (V <sub>6</sub> )		-407,02	391,22
	120 N V(6)		-424,02	-200,15
	30 N (S)+45 N(V <sub>4</sub> )+45 N(V <sub>8</sub> )		-165,64	134,86
Grade pesada + niveladora	Sem N	0,90	-116,95	-229,04
	120 N(S)		185,76	-90,88
	30 N (S)+90 N (V <sub>6</sub> )		-137,48	-3,76
	120 N V(6)		-156,56	-88,86
	30 N (S)+45 N(V <sub>4</sub> )+45 N(V <sub>8</sub> )		-39,92	-469,01
	Sem N	0,45	-475,40	391,78
	120 N(S)		-99,77	826,80
	30 N (S)+90 N (V <sub>6</sub> )		-238,88	-31,66
	120 N V(6)		-381,66	-110,98
	30 N (S)+45 N(V <sub>4</sub> )+45 N(V <sub>8</sub> )		-278,67	38,58
Plantio direto	Sem N	0,90	19,20	-436,97
	120 N(S)		74,97	166,39
	30 N (S)+90 N (V <sub>6</sub> )		13,06	49,80
	120 N V(6)		64,76	55,24
	30 N (S)+45 N(V <sub>4</sub> )+45 N(V <sub>8</sub> )		294,03	97,43
	Sem N	0,45	97,13	-155,85
	120 N(S)		288,69	98,45
	30 N (S)+90 N (V <sub>6</sub> )		117,41	389,93
	120 N V(6)		195,79	170,74
	30 N (S)+45 N(V <sub>4</sub> )+45 N(V <sub>8</sub> )		301,28	155,14

Na Tabela 24, encontram-se os valores referentes ao índice de lucratividade, acompanhando a mesma tendência do lucro operacional, observa-se que o maior índice foi observado na safra 2008/09 no manejo do solo com grade pesada + niveladora com aplicação total de N no espaçamento de 0,45 m. Porém, os valores para este índice no sistema plantio

direto foram positivos nos dois anos de cultivo com exceção para os tratamentos que não receberam adubação nitrogenada na safra 2008/09.

Tabela 24: Índice de lucratividade, obtidos nas combinações dos tratamentos no milho cultivado em Selvíria-MS, safra 2007/08, 2008/09.

Manejo do solo	Manejo do N	Espaçamento (m)	IL (%)		
			2007/08	2008/09	
Escarificador + niveladora	Sem N	0,90	-14,24	-16,82	
	120 N(S)		-16,25	-21,34	
	30 N (S)+90 N (V <sub>6</sub> )		-5,85	-11,25	
	120 N V <sub>(6)</sub>		-13,23	-18,05	
	30 N (S)+45 N(V <sub>4</sub> )+45 N(V <sub>8</sub> )		-3,30	-17,87	
	Sem N		-7,10	5,59	
	120 N(S)	-12,09	12,73		
	30 N (S)+90 N (V <sub>6</sub> )	0,45	-16,98	16,32	
	120 N V <sub>(6)</sub>		-17,68	-8,35	
	30 N (S)+45 N(V <sub>4</sub> )+45 N(V <sub>8</sub> )		-6,80	5,54	
	Sem N		-6,02	-11,78	
	Grade pesada + niveladora	120 N(S)	0,90	8,22	-4,02
30 N (S)+90 N (V <sub>6</sub> )		-6,08		-0,17	
120 N V <sub>(6)</sub>		-6,93		-3,93	
30 N (S)+45 N(V <sub>4</sub> )+45 N(V <sub>8</sub> )		-1,74		-20,49	
Sem N		-24,46		20,16	
120 N(S)		-4,42		36,59	
30 N (S)+90 N (V <sub>6</sub> )		0,45	-10,57	-1,40	
120 N V <sub>(6)</sub>			-16,89	-4,91	
30 N (S)+45 N(V <sub>4</sub> )+45 N(V <sub>8</sub> )			-12,18	1,69	
Sem N			0,97	-22,04	
Plantio direto		120 N(S)	0,90	3,26	7,24
		30 N (S)+90 N (V <sub>6</sub> )		0,57	2,17
	120 N V <sub>(6)</sub>	2,82		2,40	
	30 N (S)+45 N(V <sub>4</sub> )+45 N(V <sub>8</sub> )	12,59		4,17	
	Sem N	4,90		-7,86	
	120 N(S)	12,56		4,28	
	30 N (S)+90 N (V <sub>6</sub> )	0,45	5,11	16,97	
	120 N V <sub>(6)</sub>		8,52	7,43	
	30 N (S)+45 N(V <sub>4</sub> )+45 N(V <sub>8</sub> )		12,90	6,64	
	Sem N				

Em relação à produtividade de equilíbrio, verifica-se na Tabela 25 que para o preço de R\$ 18,00 por saca de 60 kg de milho, o manejo com escarificador + niveladora e com aplicação de  $30 \text{ kg ha}^{-1}$  de N na ocasião da semeadura e  $45 \text{ kg ha}^{-1}$  em  $V_4$  +  $45 \text{ kg ha}^{-1}$  em  $V_8$ , independentemente do espaçamento entrelinhas utilizado precisa da maior produtividade de equilíbrio, sendo esta de 135,3 sc por hectare. O manejo do solo com grade pesada + niveladora sem aplicação de adubo nitrogenado precisa da menor produtividade de equilíbrio, sendo de 108 sc por hectare para cobrir os custos de produção.

Tabela 25: Produtividade de equilíbrio (Prod. Equilíbrio), obtidos nas combinações dos tratamentos no milho cultivado em Selvíria-MS, safra 2007/08 e 2008/09.

Manejo do solo	Manejo do N	Espaçamento (m)	Prod. Equilíbrio	Prod. Equilíbrio
			2007/09	2008/09
Escarificador + niveladora	Sem N	0,90	115,7	115,7
	120 N(S)		133,2	133,2
	30 N (S)+90 N (V <sub>6</sub> )		133,2	133,2
	120 N V(6)		133,2	133,2
	30 N (S)+45 N(V <sub>4</sub> )+45 N(V <sub>8</sub> )		135,3	135,3
	Sem N	0,45	115,7	115,7
	120 N(S)		133,2	133,2
	30 N (S)+90 N (V <sub>6</sub> )		133,2	133,2
	120 N V(6)		133,2	133,2
	30 N (S)+45 N(V <sub>4</sub> )+45 N(V <sub>8</sub> )		135,3	135,3
Grade pesada + niveladora	Sem N	0,90	108,0	108,0
	120 N(S)		125,5	125,5
	30 N (S)+90 N (V <sub>6</sub> )		125,5	125,5
	120 N V(6)		125,5	125,5
	30 N (S)+45 N(V <sub>4</sub> )+45 N(V <sub>8</sub> )		127,1	127,1
	Sem N	0,45	108,0	108,0
	120 N(S)		125,5	125,5
	30 N (S)+90 N (V <sub>6</sub> )		125,5	125,5
	120 N V(6)		125,5	125,5
	30 N (S)+45 N(V <sub>4</sub> )+45 N(V <sub>8</sub> )		127,1	127,1
Plantio direto	Sem N	0,90	110,1	110,1
	120 N(S)		127,7	127,7
	30 N (S)+90 N (V <sub>6</sub> )		127,7	127,7
	120 N V(6)		127,7	127,7
	30 N (S)+45 N(V <sub>4</sub> )+45 N(V <sub>8</sub> )		129,8	129,8
	Sem N	0,45	110,1	110,1
	120 N(S)		127,7	127,7
	30 N (S)+90 N (V <sub>6</sub> )		127,7	127,7
	120 N V(6)		127,7	127,7
	30 N (S)+45 N(V <sub>4</sub> )+45 N(V <sub>8</sub> )		129,8	129,8

Na Tabela 26, encontram-se os preços de equilíbrio da saca de 60 kg de milho para cobrir os custos de produção levando em consideração as produtividades observadas na Tabela 23. O maior valor para o preço de equilíbrio é de R\$ 23,09 para o milho cultivado no sistema plantio direto, sem adubação nitrogenada no espaçamento entrelinhas de 0,90 na safra 2008/09. O menor valor para o preço de equilíbrio ocorreu na safra 2008/09 no tratamento com grade pesada + niveladora, com toda a aplicação de N na ocasião da semeadura, sendo este valor de R\$ 13,18.

Tabela 26: Preço de equilíbrio (R\$  $sc^{-1}$ ) para as combinações dos tratamentos no milho cultivado em Selvíria-MS, safra 2007/08 e 2008/09.

Manejo do solo	Manejo do N	Espaçamento (m)	Preço de equilíbrio	Preço de equilíbrio	
			2007/08	2008/09	
Escarificador + niveladora	Sem N	0,90	20,99	21,64	
	120 N(S)		21,49	22,88	
	30 N (S)+90 N (V <sub>6</sub> )		19,12	20,28	
	120 N V <sub>(6)</sub>		20,74	21,96	
	30 N (S)+45 N(V <sub>4</sub> )+45 N(V <sub>8</sub> )		18,61	21,92	
	Sem N		19,38	17,05	
	120 N(S)	20,48	15,97		
	30 N (S)+90 N (V <sub>6</sub> )	0,45	21,68	15,48	
	120 N V <sub>(6)</sub>	21,87	19,64		
	30 N (S)+45 N(V <sub>4</sub> )+45 N(V <sub>8</sub> )	19,31	17,06		
	Grade pesada + niveladora	Sem N	0,90	19,15	20,40
		120 N(S)		16,63	18,75
30 N (S)+90 N (V <sub>6</sub> )		19,17		18,03	
120 N V <sub>(6)</sub>		19,34		18,74	
30 N (S)+45 N(V <sub>4</sub> )+45 N(V <sub>8</sub> )		18,32		22,64	
Sem N		23,83		14,98	
120 N(S)		18,83	13,18		
30 N (S)+90 N (V <sub>6</sub> )		0,45	20,13	18,26	
120 N V <sub>(6)</sub>		21,66	18,93		
30 N (S)+45 N(V <sub>4</sub> )+45 N(V <sub>8</sub> )		20,50	17,70		
Plantio direto		Sem N	0,90	17,83	23,09
		120 N(S)		17,43	16,78
	30 N (S)+90 N (V <sub>6</sub> )	17,90		17,62	
	120 N V <sub>(6)</sub>	17,51		17,58	
	30 N (S)+45 N(V <sub>4</sub> )+45 N(V <sub>8</sub> )	15,99		17,28	
	Sem N	17,16		19,54	
	120 N(S)	15,99	17,26		
	30 N (S)+90 N (V <sub>6</sub> )	0,45	17,13	15,39	
	120 N V <sub>(6)</sub>	16,59	16,76		
	30 N (S)+45 N(V <sub>4</sub> )+45 N(V <sub>8</sub> )	15,94	16,88		

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

- O manejo do solo com sistema plantio direto promoveu menor teor de N nas folhas, porém maior população de plantas e maior produtividade de grãos, além de maior lucratividade.
- A adubação nitrogenada incrementou a massa seca das plantas e o teor de N nas folhas, mas o manejo do nitrogênio não alterou estas variáveis; a produtividade de grãos foi influenciada pelo manejo do nitrogênio, sendo que a aplicação de todo o N precocemente pode ser uma alternativa para o agricultor, porém estudos mais detalhados envolvendo o N devem ser feitos para chegar a um consenso a respeito do manejo econômico deste nutriente.
- O espaçamento entrelinhas não influenciou o teor de N nas folhas; o espaçamento de 0,90 m promoveu maior massa seca das plantas quando o manejo do solo foi realizado com grade pesada + niveladora; a redução do espaçamento para 0,45 m proporcionou maior população final de plantas e incrementou a produtividade de grãos em um dos anos de cultivo.

## 6 CONCLUSÕES

- O sistema plantio direto proporcionou maior produtividade e lucratividade;
- A adubação nitrogenada deve ser realizada, com aplicação do nitrogênio todo na semeadura ou todo em cobertura ou ainda, parcelado na semeadura e em cobertura;
- Os espaçamentos de 0,45 ou 0,90 m entrelinhas apresentaram produtividades semelhantes.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL FILHO, J.P.R.; FORNASIERI FILHO, D.; FARINELLI, R.; BARBOSA, A.J.C. Espaçamento, densidade populacional e adubação nitrogenada na cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.29, n.3, 2005. Disponível em: <[www.scielo.com.br](http://www.scielo.com.br)>. Acesso em: 16 maio 2009.

ARF, O.; FERNANDES, R.N.; BUZETTI, S.; RODRIGUES, R.A.F.; SÁ, M.E.; ANDRADE, J.A.C. Manejo do solo e época de aplicação de nitrogênio no desenvolvimento e rendimento do milho. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.29, n.2, p.211-217, 2007.

ASSIS, E.P.M.; CORDEIRO, M.A.S.; PAULINO, H.B.; CARNEIRO, M.A.C. Efeito da aplicação de nitrogênio na atividade microbiana e na decomposição da palhada de sorgo em solo de cerrado sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.33, n.2, p.107-112, 2003.

BALBINO, L.C. Plantio direto. In: ARAUJO, R.S. et al. (Ed.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafós, 1996. p. 301-352.

BEDENDO, I. P. Ambiente e doença. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; LIMORIN, L. **Manual de fitopatologia**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. p.340.

BINOTTI, F.F.S.; ROMANINI JUNIOR, A.; ARF, O.; FERNANDES, F.A.; SÁ, M.E.; BUZETTI, S. Manejo do solo e da adubação nitrogenada em feijoeiro de inverno e irrigado. **Bragantia**, Campinas, v.66, n.1, p.121-129, 2007.

BORGUI, E.; CRUSCIOL, C.A.C. Produtividade de milho, espaçamento e modalidade de consorciação com *Brachiaria brizantha* em sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.2, p. 163-171, 2007.

CANTARELLA, H., DUARTE, A.P. Manejo da fertilidade do solo para a cultura do milho. In: GALVÃO, J.C.C.; MIRANDA, G.V. **Tecnologias de produção do milho**. Viçosa: UFV, 2004, p.139-182.

CARVALHO, M.A.C.; SORATTO, R.P.; ATHAYDE, M.L.F.; ARF, O. ; SÁ, M.E. Produtividade no milho em sucessão a adubos verdes no sistema plantio direto e convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.1, p.47-43, 2004.

CASTRO, O. M. Sistemas de preparo de solo e disponibilidade de água. In: VIÉGAS, G.P. (Ed.). **Simpósio sobre o manejo de água na agricultura**. Campinas: Fundação Cargil, 1987. p. 27-51.

CERETTA, C.A. ;BASSO, C.J.; DEIKOW, J.; AITA, C.; PAVINATO, J.S.; VIEIRA, F.C.B.; VENDRUSCULO, E.R.O. Nitrogen fertilizer split-application for corn in no-till succession to black oats. **Scientia. Agrícola**, Piracicaba, v. 59, n. 3, p. 549-554, 2002.

COELHO, A.M.; FRANÇA, G.C.; PITTA, G.V.E.; ALVES, V.M.C.; HERNANI, L.C. Fertilidade de solos. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Cultivo do milho**. Disponível em : <  
<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho/feraduba.htm>> . Acesso em: 12 jan. 2008.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Disponível em: [www.conab.gov.br](http://www.conab.gov.br). Acesso em: 05 maio 2009.

DAVID, D.B.; NORBERG, J.L.; BRUNING, G.; KESSLER, J.D.; FALKENBERG, J.R.; AZEVEDO, E.B.; SKONIESKI, J.R.; AITA, C. Influência da redução no espaçamento entre linhas sobre o desempenho produtivo de milho para a produção de silagem. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 25, 2004, Cuiabá. **Anais...** Sete Lagoas: ABMS, 2004. CD-ROM.

DEMETRIO, C.S.; FORNASIERI FILHO, D.J.; CAZETTA, J.O.; CAZETTA, D.A. Desempenho de híbridos de milho submetidos a diferentes espaçamentos e densidades populacionais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.12, p.1691-1697, 2008.

DEPARIS, G.A.; LANA, M.C.; FRANDOLOSO, J.F. Espaçamento e adubação nitrogenada e potássica em cobertura na cultura do milho. **Acta scientiarum agronomy**, Maringá, v.29, n.4, p.517-525, 2007.

DERPSCH, R. Adubação verde e rotação de culturas. In: ENCONTRO NACIONAL DE PLANTIO DIRETO, 3, 1985, Ponta Grossa. **Anais...** Ponta Grossa: Fundação ABC, 1985. p. 85-104.

FANCELLI, A.L., DOURADO NETO, D. Fenologia do milho. **Informações Agrônômicas**, Piracicaba, n.78, 6p., 1997.

FEBRAPDP- Federação Brasileira de Plantio na Palha. **Evolução da área de plantio direto no Brasil**. Disponível em: [www.agri.com.br/febrapd](http://www.agri.com.br/febrapd) . Acesso em: 10 set. 2009.

FORNASIERI FILHO, D.; FORNASIERI, J.L. **Manual da cultura do arroz**. Jaboticabal: Funep, 1993.

GABRIEL FILHO, A.; PESSOA, A.C.S.; STROHHAECKER, L.; HELMICH, J.J. Preparo convencional e cultivo mínimo do solo na cultura da mandioca em condições de adubação verde com ervilhaca e aveia preta. **Ciência Rural**, Santa Maria. v. 30, p. 953-957,2000.

GADANHA JUNIOR, C.D.; MOLIN, J.P.; COELHO, J.L.D. et al. **Máquinas e implementos agrícolas do Brasil**. São Paulo: Núcleo Setorial de Informações em Máquinas Agrícola, Fundação de Ciências e Tecnologia do Estado do Rio Grande do Sul e Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 1991. 449p.

JOHNSON, G. A.; HOVERSTAD, T. R.; GREENWALD, R. E. Integrated weed management using narrow corn row spacing, herbicides, and cultivation. **Agronomy Journal**, Madison, v. 90, n. 1, p. 40-46, 1998.

KANEKO, F. H.; ANDRADE, J. A. C. Desempenho de híbridos de porte baixo em diferentes espaçamentos e população em condição de safrinha. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 14, 2006, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: USP, 2006. (CD-ROM).

KANEKO, F.H. **Mecanismos rompedores para a distribuição de fertilizantes, inoculação de sementes e adubação nitrogenada em feijoeiro em sistema plantio direto**. 2007. 35 f Trabalho de Conclusão de Curso (Agronomia) - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2007.

KANEKO, F.H.; RAPASSI, R.M.A.; TARSITANO, M.AA.; GITTI, D.C. Análise econômica da cultura do milho considerando a viabilidade ou não do armazenamento dos grãos da safra 2006/07. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 15, 2007, Pirassununga. **Anais...** Pirassununga: USP, 2007. CD-ROM.

KASPERBAUER, M. J.; KARLEN, D. L. Plant spacing and reflected far-red light effects on phytochrome-regulated photosynthate allocation in corn seedlings. **Crop Science**, Madison, v. 34, n. 6, p. 1564-1569, 1994.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafós, 1997. 319p.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638p.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: [www.agricultura.gov.br](http://www.agricultura.gov.br). Acesso em: 05 maio 2009.

MARTIN, N.B.; SERRA, R.; OLIVEIRA, M.D.M.; ÂNGELO, J.A.; OKAWA, H. Sistema integrado de custos agropecuários – "CUSTAGRI". **Informações Econômicas**, São Paulo, v.28, n.1, p.7-27, 1997.

MATSUNAGA, M.; BEMELMANS, P.F.; TOLEDO, P.N.E.; DULLEY, R.D.; OKAWA, H.; PEDROSO, I.A. Metodologia de custo de produção utilizada pelo IEA. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v.23, n.1, p.123-139, 1976.

PEDROSO, P.A.C.; CORSINI, P.C. Manejo físico do solo. In: FERREIRA, M.E. et al. (Ed.). **Cultura do arroz de sequeiro: fatores afetando a produtividade**. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1983. p. 225-238.

PENARIOL, F.G.; BORDIN L.; COICEV L.; FARINELLI, R.; FORNASIERI FILHO, D. Comportamento de genótipos de milho em função do espaçamento e da densidade populacional nos períodos de safra e safrinha. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 24, 2002, Florianópolis. **Anais...** Sete Lagoas: ABMS, 2002. CD-ROM.

PEREIRA FILHO, I.A.; CRUZ, J.C. Plantio. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Cultivo do milho**. Disponível em : <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho/plantespac.a.htm>>. Acesso em: 12 jan. 2008.

POTTKER, D.; WIETHOLTER, S. Épocas e métodos de aplicação de nitrogênio em milho cultivado em sistema plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.4, p.1015-1020, 2004.

REIS, R.P.; TAKAKI, H.R.C.; REIS, A.J. et al. **Como calcular o custo de produção**. Lavras: UFLA, 1999. 15 p.

RITCHIE, S.W.; HAMWAY, J.J.; BENSON, G.O. Como a planta de milho se desenvolve. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n.103, p.1-19, 2003.

SANGOI, L. Understanding plant density effects on maize growth and development: an important issue to maximize grain yield. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.31, n. 1, p. 159-168, 2000.

SANTOS, H.P.; LHAMBY, J.C.B.; SPERA, S.T. Rendimento de grãos de soja em função de diferentes sistemas de manejos de solo e de rotação de culturas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.1, p. 21-29, 2006.

SANTOS, H.P.; TOMM, G.O.; KOCHHANN, R.A. Rendimento de grãos de milho em função de diferentes sistemas de manejo de solo e de rotação de culturas. **Revista Brasileira Agrociência**, Pelotas, v.9, n.3, p.251-256, 2003.

SANTOS, M.M.; GALVÃO, J.C.C.; MIRANDA, G.V.; FERREIRA, L.R.; MELO, A.V.; FONTANETTI, A. Espaçamento entre fileiras e adubação nitrogenada na cultura do milho. **Acta Scientiarum Agronomy**. Maringá, v.29, n.4, p.527-533, 2007.

STRIEDER, M.L.; SILVA, P.R.F.; RAMBO, L.; ARGENTA, G.; SUHRE, E.; ENDRIGO, P.C.; FREITAS, T.S.; SILVA, A.A. A resposta do rendimento de grãos de milho a espaçamento entre linhas reduzido depende do nível de manejo adotado. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 25, 2004, Cuiabá. **Anais...** Sete Lagoas: ABMS, 2004. (CD-ROM).

TSUNECHIRO, A. **Milho e soja**: custo de produção e rentabilidade na safra 2003/04. In: IEA- INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA. Disponível em: [www.iea.sp.gov.br](http://www.iea.sp.gov.br). Acesso em: 19 jan. 2008.

VASCONCELOS, R.C.; VON PINHO, R.G.; REIS, R.P.; LOGATO, E.S. Estimativa dos custos de produção de milho na safra agrícola 1998/1999 no município de Lavras-MG. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v.26, n.2, p.283-291, 2002.

VON PINHO, R.G.; GROSS, M.R.; STEOLA, A.G.; MENDES, M. Adubação nitrogenada, densidade e espaçamento de híbridos de milho em sistema plantio na região sudeste de Tocantins. **Bragantia**, Campinas, v.67, n.3, p.733-739, 2008.

## 8 ANEXOS



**Anexo 01:** Vista geral da área antes da sementeira: Sistema plantio direto ao centro e demais manejos acima e abaixo, safra 2008/09.



**Anexo 02:** Semeadura do milho, safra 2007/08.



**Anexo 03:** Semeadura do milho, safra 2008/09.



**Anexo 04:** Vista geral do experimento após a emergência das plantas, safra 2008/09.



**Anexo 05:** Vista geral do experimento após a alocação dos tratamentos, safra 2008/09.



**Anexo 06:** Plantas de milho na fase de embonecamento (R2), safra 2007/08.