



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

OSCAR DE ANDRADE JUNIOR

**DESEMPENHO PRODUTIVO DE HÍBRIDOS DE MILHO
SAFRINHA CULTIVADOS SOB DIFERENTES SISTEMAS DE
PREPARO DE SOLO COM ESPAÇAMENTOS DISTINTOS**

Londrina
2014

OSCAR DE ANDRADE JUNIOR

**DESEMPENHO PRODUTIVO DE HÍBRIDOS DE MILHO
SAFRINHA CULTIVADOS SOB DIFERENTES SISTEMAS DE
PREPARO DE SOLO COM ESPAÇAMENTOS DISTINTOS**

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

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Ralisch

Londrina
2014

**Catálogo elaborado pela Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central da
Universidade Estadual de Londrina.**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

A553d Andrade Junior, Oscar de.
Desempenho produtivo de híbridos de milho safrinha cultivados sob diferentes sistemas de manejo de solo com espaçamentos distintos / Oscar de Andrade Junior. – Londrina, 2014.
68 f. : il.

Orientador: Ricardo Ralisch.
Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2014.
Inclui bibliografia.

1. Milho safrinha – Plantio – Teses. 2. Milho híbrido – Teses. 3. Solos – Manejo – Teses. 4. Solos – Densidade – Teses. 5. Plantio direto – Teses. I. Ralisch, Ricardo. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. III. Título.

CDU 633.15

OSCAR DE ANDRADE JUNIOR

**DESEMPENHO PRODUTIVO DE HÍBRIDOS DE MILHO SAFRINHA
CULTIVADOS SOB DIFERENTES SISTEMAS DE PREPARO DE
SOLO COM ESPAÇAMENTOS DISTINTOS**

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

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Ralisch
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Prof. Dr. Otávio Jorge Grigoli Abi Saab
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Prof. Dr. Claudemir Zucareli
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Prof. Dr. Carlos Sérgio Tiritan
Universidade do Oeste Paulista de Presidente
Prudente – UNOESTE

Prof. Dr. Tadeu Alcides Marques
Universidade do Oeste Paulista de Presidente
Prudente – UNOESTE

Londrina, 05 de setembro de 2014.

Dedico este trabalho a grande mulher que é minha esposa Vera, que sempre me incentivou a vencer os obstáculos. Aos meus filhos Felipe e Thaísa que sempre me deram suporte para alcançar meus objetivos.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço ao Pai eterno, Deus, por sempre estar em minha vida.

Agradeço minha mãe Lourdes e meu pai Oscar (in memoriam) por tudo que puderam me ensinar sobre a realidade da vida, dando-me educação e sempre buscando amor e fé.

Minhas Irmãs Cinthia e Silvia, que sempre me deram força.

Agradeço ao meu orientador prof. Dr. Ricardo Ralisch, não só pela constante orientação neste trabalho, mas sobretudo pela amizade que adquirimos no decorrer de todo esse processo.

Ao professor Dr. Otávio Jorge Grigoli Abi Saab, que sempre me deu força e incentivo e também pela amizade no decorrer do doutorado.

Ao professor Dr. Édison Miglioranza, que foi a pessoa que manteve contato e que me instruiu o caminho para chegar à conclusão de meu trabalho.

Agradecer a funcionária Weda Aparecida Westin de sempre estar à disposição em tirar dúvidas e esclarecer assuntos do dia a dia no curso de Pós-graduação e pela amizade conquistada nesse tempo de convívio.

Aos colegas da Pós-Graduação em Agronomia da UEL, pelo convívio, ajuda e trocas de informações.

Gostaria de agradecer também aos funcionários e algumas pessoas que contribuíram para êxito final.

Ao programa de Pós Graduação pelos excelentes professores que convivi e que me ensinaram e auxiliaram no desenvolvimento de meu trabalho.

À Universidade Estadual de Londrina que me proporcionou a conclusão da minha tese final.

Obrigado.

ANDRADE JUNIOR, Oscar de. **Desempenho produtivo de híbridos de milho cultivados sob diferentes sistemas de preparo de solos em dois espaçamentos distintos**. 2014. 68 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2014.

RESUMO

Com o uso da tecnologia houve o desenvolvimento de novos cultivares de milho em virtude do tipo e fertilidade do solo, disponibilidade hídrica, luminosidade, híbridos, adubações e manejo empregado. O objetivo deste trabalho foi avaliar a produtividade e o rendimento de grãos de dois genótipos de milho com arquitetura foliar aberta, Biogene 7049H e ereta (Dekalb 330 PRO), sob três sistemas de preparos do solo (convencional, mínimo e plantio direto) em dois espaçamentos de 0,45 m e 0,90 m. Foram conduzidos os experimentos em Apucarana – Pr, nos anos agrícolas de 2011/2012 e 2012/2013. O delineamento experimental foi blocos com oito repetições, em parcelas subdivididas, sendo as parcelas constituídas por três sistemas de preparo do solo e as subparcelas compreendidas de dois espaçamentos entrelinhas (0,45 m e 0,90 m), em duas cultivares de milho híbrido Biogene BG 7049H e Dekalb 330 PRO. A semeadura foi realizada em meados de fevereiro nos anos 2012 e 2013, utilizando 3 e 6 sementes por metro linear nos espaçamentos de 0,45 m e 0,90 m respectivamente. No ano de 2012 obteve-se a densidade de 61000 plantas ha⁻¹ e foram avaliadas: a altura da planta (m) do solo até à inserção da última folha, diâmetro do colmo (mm), % de cobertura vegetal, cobertura de matéria seca (Kg ha⁻¹) e produtividade (Mg ha⁻¹). No ano de 2013 obteve-se a mesma densidade do ano anterior de 61000 plantas ha⁻¹ e foram avaliadas: a altura da planta (m) do solo até a inserção da primeira espiga, diâmetro do colmo (mm), resistência mecânica do solo à penetração e a produtividade (Mg ha⁻¹). Os resultados foram submetidos à análise da variância (ANOVA) e os valores médios serão comparados pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade. No primeiro ano a cultivar Dekalb 330 PRO com espaçamento de 0,45 m entrelinhas os sistemas de preparo influenciaram a altura das plantas, apresentando diferenças estatísticas, tendo o sistema de preparo convencional proporcionado maiores alturas em relação ao sistema de preparo mínimo. Quanto aos espaçamentos, verifica-se que ocorreram diferenças estatísticas, sendo obtidos maiores diâmetros do colmo no espaçamento de 0,45 m, nos sistemas de preparo convencional e sistema de preparo mínimo. O sistema de preparo convencional foi superior estatisticamente em 34%, quando comparado ao sistema de plantio direto no diâmetro do colmo. Quanto a produtividade ocorreu diferença significativa na cultivar Dekalb 330 PRO o sistema de plantio direto e o sistema de preparo convencional foram estatisticamente superiores ao sistema de preparo mínimo no espaçamento de 0,45 m. No segundo ano de implantação na combinação entre os espaçamentos, o espaçamento de 0,45 m foi superior estatisticamente ao espaçamento de 0,90 m entrelinhas nos três sistemas de preparo na variável produtividade de grãos. Houve diferença estatística entre os sistemas de preparo de solo, o preparo mínimo e o sistema de plantio direto, o espaçamento de 0,45 m entrelinhas resultou em maior produtividade, em relação aos valores observados com linhas espaçadas por 0,90 m.

Palavras-chave: Preparo de solo. Híbridos. Densidade. Preparo mínimo. Plantio Direto. Plantio convencional.

ANDRADE JUNIOR, Oscar de. **Productive performance of maize hybrids grown under different soil tillage system in two different spacings.** 2014. 68 p. Thesis (Doctor in Agronomy) – Londrina State University, Londrina, 2014.

ABSTRACT

With the use of technology was the development of new maize cultivars due to the type and soil fertility, water availability, light, hybrids, fertilization and employee management. The objective of this study was to evaluate the productivity and yield of two maize genotypes with open leaf canopies, Biogene - 7049H and erect, Dekalb 330 PRO under three systems of tillage systems (conventional, minimum and no-tillage) in two spacings (0.45 m and 0.90 m). The experiments were conducted in Apucarana - Pr , in the agricultural years 2011/2012 and 2012/2013 the experimental design was composed of eight replications in a split plot, with the per parcels sob three systems of tillage and subplots included two row spacings (0.45 m and 0.90 m) in two corn hybrids Biogene - 7049H and Dekalb 330 PRO. sowing was conducted in mid - February in the year 2012 and 2013, using tree at six seeds per meter spacings of 0.45 m in 0.90 m respectively. In the year 2012 was obtained density of 61000 plants ha⁻¹ and were evaluated: plant height (m) the soil to the insertion of the last leaf, stem diameter (mm), % of vegetation cover of dry matter (kg ha⁻¹) and yield (Mg ha⁻¹). In 2013 we obtained the same density as the previous year 61000 plants ha⁻¹ and were evaluated: plant height (m) from the ground to the insertion of the first spike, stem diameter (mm), soil resistance penetration and productivity (Mg ha⁻¹). The results were submitted to analysis of variance (ANOVA) and the mean values are compared by Tukey test at 5 % probability. In the first year the cultivar Dekalb 330 PRO with spacing of 0.45 m between rows for tillage systems influenced the plant height, presenting statistical differences with the conventional tillage system provided greater heights in relation to minimum tillage. As for spacing, which were statistical differences it appears, larger diameters of the stem being obtained at 0.45 m spacing in conventional tillage and minimum tillage systems. The conventional tillage system was statistically higher by 34% when compared to no-tillage system in stem diameter. As productivity significant difference in cultivar Dekalb 330 PRO - tillage and conventional tillage system were statistically superior to minimum tillage spaced 0.45 m. In the second year of implementation in combination spacings, the spacing of 0.45 m was statistically greater than the spacing of 0.90 m between rows in the three tillage systems on productivity variable grain. There were statistical differences between tillage systems, the minimum tillage and no-tillage system, the spacing of 0.45 m between rows resulted in higher productivity compared to those observed with lines spaced by 0.90 m.

Key words: Soil preparation. Zea mays. Density. Minimum preparation. Tillage. Conventional plantation.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** – Área cultivada sob plantio direto na palha, sobre o total de estabelecimentos e da área com lavouras temporárias. Brasil e nove unidades da Federação com participação da área superior a 25%, 2006. (em %).....23
- Figura 2** – Competitividade de plantas de milho nas linha de semeadura na redução do espaçamento entrelinhas na mesma densidade populacional28
- Figura 3** – Precipitação pluviométrica (mm), temperatura máxima (°C) e temperatura mínima (°C) no período de Janeiro a Dezembro de 2012 na cidade de Apucarana, estação meteorológica do IAPAR de Londrina - PR35
- Figura 4** – Precipitação pluviométrica (mm), temperatura máxima (°C) e temperatura mínima (°C) no período de Janeiro a Dezembro de 2013 na cidade de Apucarana, estação meteorológica do IAPAR de Londrina - PR35
- Figura 5** – Média da resistência à penetração (RSP) em MPa nas profundidades de 0-80 cm sob três sistemas de preparos do solo em dois espaçamentos entrelinhas no milho na cultivar Biogene - 7049H no segundo ano de condução do experimento53
- Figura 6** – Média da resistência à penetração (RSP) em MPa nas profundidades de 0-80 cm sob três sistemas de preparo do solo em dois espaçamentos entrelinhas no milho na cultivar Dekalb 330 PRO no segundo ano de condução do experimento.....54

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** – Análises químicas do solo antes da instalação da cultura do milho, nas profundidades de (0-5cm, 5-10cm, 10-20cm e 20-40cm)34
- Tabela 2** – Análise de variância para os resultados de altura de plantas (Altura), diâmetro de colmo (Diâmetro), massa Seca (MS) em kg ha⁻¹ e Produtividade (Mg ha⁻¹) de dois híbridos de milho, em relação aos sistemas de preparo do solo e submetidos a dois espaçamentos entrelinhas nas cultivares Biogene 7049H e Dekalb 330 PRO no primeiro ano de condução do experimento.....42
- Tabela 3** – Análise de variância para os resultados de altura de plantas (Altura), diâmetro de colmo (Diâmetro) e Produtividade (Mg ha⁻¹) nas cultivares de milho Biogene 7049H e Dekalb 330 PRO, em relação aos sistemas de preparo do solo e submetidos a dois espaçamentos entrelinhas no segundo ano de condução do experimento.....43
- Tabela 4** – Altura da planta (m) em função de dois espaçamentos entrelinhas com três sistemas de preparo de solo em relação às cultivares Biogene – 7049H e Dekalb 330 PRO no primeiro ano de condução do experimento44
- Tabela 5** – Diâmetro do colmo (mm) em função de dois espaçamentos entrelinhas com três sistemas de preparo de solo em relação à cultivar Biogene – BG 7049H no primeiro ano de condução do experimento.....45
- Tabela 6** – Massa seca das plantas de milho (Kg ha⁻¹) em três sistemas de preparo do solo em dois espaçamentos entrelinhas na cultivar Dekalb 330 PRO no primeiro ano de condução do experimento.....46
- Tabela 7** – Produtividade (Mg ha⁻¹) em função de dois espaçamentos entrelinhas com três sistemas de preparo de solo em relação à cultivar Dekalb 330 PRO, no primeiro ano de condução do experimento.....47

Tabela 8 – Produtividade (Mg ha^{-1}) em função de dois espaçamentos entrelinhas com três sistemas de preparo de solo em relação às cultivares Biogene 7049H e Dekalb 330 PRO no segundo ano de condução do experimento.....	49
Tabela 9 – Análise de variância para os resultados de % de cobertura antes do preparo de solo (PCa) e % de cobertura depois do preparo de solo (PCd), em função dos sistemas de preparo do solo e do espaçamento entrelinhas do milho para a cultivares Biogene 7049H e Dekalb 330 PRO no primeiro ano de condução do experimento.....	50
Tabela 10 – Porcentagem (%) de cobertura do solo antes dos preparos do solo (PCa) e dos espaçamentos entrelinhas do milho para as cultivares Biogene 7049H e Dekalb 330 PRO no primeiro ano de condução do experimento	51
Tabela 11 – Porcentagem (%) de cobertura do solo após os preparos do solo (PCd) e dos espaçamentos entrelinhas do milho para as cultivares Biogene 7049H e Dekalb 330 PRO no primeiro ano de condução do experimento.....	52
Tabela 12 – Umidade média do solo entre os sistemas de preparo, nas camadas de 05 cm a 80 cm de profundidade.....	54

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1	MILHO.....	12
2.1.1	Importância Econômica.....	12
2.2	PREPARO DO SOLO.....	13
2.2.2	Diferentes Sistemas de Manejo	15
2.2.2.1	Preparo convencional.....	15
2.2.2.2	Preparo mínimo.....	17
2.2.2.3	Plantio direto	19
2.3	DESEMPENHO DA CULTURA DO MILHO.....	23
2.3.1	Espaçamento Entrelinhas	24
2.3.2	Densidade Populacional.....	25
2.3.3	Arranjo entre Plantas.....	26
3	ARTIGO A - Produtividade de cultivares de milho safrinha em dois espaçamentos distintos e diferentes formas de preparo em dois anos consecutivos	29
4	CONCLUSÕES GERAIS	55
	REFERÊNCIAS	56

1 INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é uma das culturas que se destaca no Brasil por estar na segunda posição em área cultivada, sendo o Brasil o terceiro maior produtor mundial dessa cultura. Tem grande importância social e econômica, contudo vários entraves ainda impedem que o potencial dessa cultura seja explorado.

A produtividade brasileira ainda é baixa e irregular. Dentre os principais fatores se destaca a degradação dos solos, devido às formas inadequadas de preparo e o sistema intensivo, a baixa tecnologia adotada pelos produtores, e com a finalidade de ganhos imediatos passam despercebidos os prejuízos que isso pode causar ao longo dos anos.

Uma maneira de aumentarmos a produtividade da cultura do milho é a redução do espaçamento entrelinhas. A densidade populacional é a que tem maior efeito no rendimento de grãos de milho, já que na redução do espaçamento entrelinhas, tem como vantagens o incremento na distância entre as plantas na linha. Um arranjo mais equidistante dos indivíduos na área de cultivo possibilita redução na competição entre as plantas por água, por luz e nutrientes, sendo assim pequenas alterações na população implicam modificações relativamente grandes no rendimento final.

Atualmente a combinação do número de plantas por metro e o espaçamento entre as linhas tem sido debatida com maior frequência pelos pesquisadores, pela menor ou maior adaptação da cultura ao ambiente decorrente das variações morfológicas, genéticas e pela melhor distribuição das raízes.

Métodos como preparo mínimo do solo, semeadura direta e Mínimo em áreas de lavoura vêm sendo adotados em substituição aos preparos convencionais, no intuito de amenizar os problemas de degradação do solo.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o rendimento de grãos de dois genótipos de milho com arquiteturas foliares aberta (Biogene 7049H) e ereta (Dekalb 330PRO), sob três sistemas de preparos do solo (convencional, mínimo e plantio direto) em dois espaçamentos (0,45 e 0,90 m).

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 MILHO

2.1.1 Importância Econômica

A planta de milho é anual, é uma gramínea da família *poaceae*, gênero *Zea*, sendo o nome científico da espécie *Zea mays*. Apresenta um único colmo possuidor de uma ou duas espigas, com grãos dispostos em várias fileiras envolvidas por uma palha (WORDELL FILHO; ELIAS, 2010).

O milho foi uma das primeiras plantas domesticadas pelo homem, possuindo como centro de origem possivelmente a região central do México.

Pode ser cultivado praticamente em todas as regiões agrícolas do mundo, tendo sua importância econômica caracterizada pelas diversas formas de sua utilização, que vai desde a alimentação animal até a indústria de alta tecnologia (FORNASIERI FILHO, 2007).

Com o desenvolvimento, uso da tecnologia, com uso de métodos de melhoramento, manejos adequados o milho pode ser cultivado nas regiões compreendidas entre 58° de Latitude Norte (Canadá e Rússia) a 40° de Latitudes Sul (Argentina), distribuídas nas mais diversas altitudes, encontrando-se cultivado desde localidades abaixo do nível do mar (Região do Mar Cáspio) até regiões com mais de 2.500 metros de altitude, nos Andes Peruanos (FANCELLI; DOURADO NETO, 2000).

É um dos cereais mais cultivados no mundo e contribui, em muitos países da África, América Latina e parte da Ásia, com aproximadamente 20% da energia e 15% da proteína e, em alguns casos, sendo uma Fonte diária de proteína da dieta destas populações (FRIEDMAN, 1996).

O milho é utilizado na indústria, na engorda de animais e na silagem. Também os grãos, as flores e folhas são utilizados por muitos agricultores nos países em desenvolvimento para que eles forneçam uma forragem de qualidade relativamente alta para os ruminantes (DUARTE, 2014).

Também é um produto importante para a alimentação humana (farinha, amido, óleo, etc.) e fornecendo matérias-primas para a agroindústria, como na produção de etanol (DEMÉTRIO, 2008). É uma das culturas mais importantes no

mundo em função de sua composição química, valor nutritivo e rendimento de grãos, sendo muito utilizado em sua forma in natura e para alimentação animal (FANCELLI; DOURADO NETO, 1996).

O milho safrinha é caracterizado pelo cultivo em sequeiro, com semeadura realizada nos meses de janeiro a abril (EMBRAPA, 2011).

Conforme Food and Agriculture Organization of United Nations - FAO (2014), as culturas do milho, do arroz e do trigo são os três cereais mais cultivados no mundo. A produção mundial total de cereais em 2013 foi de 749.528.718 milhões de toneladas respectivamente. Entre os principais produtores destacam-se Estados Unidos (60%), China (30%) e Brasil (10%). Com uma produção de 313.948.610; 192.781.000 e 55.660.415 de toneladas, respectivamente. De acordo com United States Department of Agriculture (2014) prevê, em seu 9º levantamento da safra mundial de milho 2013/14, uma produção global de 966,9 milhões de toneladas,

De acordo com a Conselho Nacional de Abastecimento – CONAB (2014), o milho safrinha a cada ano vem se destacando no Brasil, com uma safra total, estimada em 46 milhões de toneladas e 33 milhões de toneladas na primeira safra (2013/2014). O milho safrinha é produzido basicamente nos estados do PR, SP, GO, MT e MS. Por ser implantado no final da época normal, apresenta sua produtividade bastante afetada pelas faltas de água, radiação solar e temperatura nos estádios de desenvolvimento V12 (mais crítico para produção) e V17 (determinação do número de grãos).

2.2 PREPARO DO SOLO

O preparo de solo tem como um dos objetivos eliminar tanto nas camadas mais superficiais como nas mais profundas a compactação do solo. Também tem a finalidade de incorporar fertilizantes, corretivos e restos de culturas, fornecendo condições favoráveis ao desenvolvimento das plantas. Além de servir como nivelamento para o solo para que as máquinas e equipamentos possam apresentar bom desempenho desde a semeadura, tratos culturais até a colheita (MAZUCHOWSKI; DERPSCH, 1984).

O preparo do solo tem como finalidade a mobilização, destorroamento, o controle de plantas daninhas, a minimização da erosão do solo, o

aumento da infiltração e do armazenamento de água proveniente das precipitações pluviométricas. Promove o aquecimento e secagem do ambiente das sementes e a minimização de prejuízos ao rendimento das culturas decorrentes de ataques de pragas e moléstias, proporcionando assim, condições favoráveis para a semeadura, cultivo, adubação e também uma compactação desejável para o desenvolvimento radicular das plantas (GUPTA; LARSON, 1982; HADAS; WOLF; RAWITZ, 1985). É uma operação básica, onde cada produtor tem sua maneira e métodos de adoção, pela prática, tradição e intuição, tornando-se essa atividade de elevada complexibilidade (GAMERO; LANÇAS, 1996).

Castro (1989), Veiga e Amado (2009) citam que os sistemas de preparo vem a ser uma alteração das características físicas, químicas e biológicas, onde se busca uma ótima condição para o solo para que ocorra uma boa germinação das sementes, emergência das plântulas e um bom desenvolvimento da cultura.

Preparo do solo se divide em três grandes grupos: sistema convencional, onde o solo é lavrado, deixando a sua superfície exposta, sistema de cultivo mínimo, quando ocorre pouca mobilização do solo e sistema de plantio direto, onde a semente é depositada sem ocorrer a mobilização do solo (SCHULTZ, 1978). Já esses grandes grupos como explica Fasolo (1996) tem finalidade de propiciar um ambiente para uma boa semeadura e tornando o solo eficiente com grande capacidade de acumular a água das chuvas. De acordo com Conte, Menegati e Trein (2003) esses sistemas de preparos tem interferência na cobertura vegetal do solo, dependendo da maneira em que são manejados. Com o aumento do preparo da superfície do solo, há uma diminuição na cobertura do solo em massa e porcentagem.

Com o uso e a introdução dos diversos equipamentos para o preparo do solo em diversas culturas, principalmente anuais, ocorreu diversos problemas e soluções para a agricultura. Devido à tradição, experiência e ao manejo adquirido pelo produtor ao longo dos anos, estima-se que determinado sistema de preparo é vantajoso em sua área agrícola, desconhecendo os prejuízos que isso pode lhe custar (BOLLER, 1996).

O manejo do solo proveniente de preparo de solo com máquinas de elevada massa e com umidade do solo acima do ponto de friabilidade, quando as operações agrícolas são realizadas na qual o manuseio ultrapassa a capacidade

que o solo tem de suportar carga, ocorre deformações plásticas (MAZURANA et al., 2011). O preparo inadequado atua diretamente na compactação do solo, propiciado pelo uso inadequado de equipamentos tem proporcionado aumento da densidade e alterações principalmente nas propriedades físicas do solo como: retenção de água, aeração, porosidade e resistência do solo à penetração de raízes (CAVALIERI et al., 2006). O manejo de preparo do solo que utilizam diversas combinações no uso de implementos agrícolas, resulta em camadas compactadas abaixo da profundidade de corte, alterando o comportamento da infiltração e escoamento das águas (LOUZADA et al., 2007).

Reichert et al. (2009) comentam que as operações agrícolas que envolvem mobilização e tráfego de máquinas alteram a estrutura do solo e modificam as condições que determinam o ambiente de crescimento radicular.

2.2.2 Diferentes Sistemas de Manejo

2.2.2.1 Preparo convencional

De acordo com Santos et al. (2008), no sistema preparo convencional houve uma produção em torno de 600 kg ha⁻¹ de grãos de milho a mais quando comparado com o plantio direto. Resultante de que era o primeiro ano de implantação do sistema de plantio direto, conseqüentemente, esse sistema ainda não estava totalmente estabilizado em relação as características físicas e biológicas do solo.

Nos sistemas convencionais de preparo, as alterações físicas geralmente se manifestam na densidade, volume e distribuição de tamanho dos poros e estabilidade dos agregados do solo, influenciando a infiltração da água, a erosão hídrica e o desenvolvimento das plantas. As características positivas do preparo convencional são perdidas a partir do momento que o solo sofre efeito desse preparo, quando submetido às chuvas intensas causam erosão e são desagregados com o impacto das gotas, diminuindo a taxa de infiltração de água (BERTOL et al., 2004).

Paula Júnior e Venzon (2007) relatam que o plantio convencional pode ajudar no controle de plantas daninhas, pelo enterrio das sementes em maiores profundidades, dificultando a emergência das plântulas na superfície.

Facilita na uniformização do terreno, o que otimiza o trabalho do maquinário agrícola, e melhorar o aquecimento do solo, no caso de regiões frias.

Castro (1989) estabelece que o sistema de preparo convencional, facilita o encrostamento superficial do solo pelo destorroamento do mesmo. Em consequência pode ocorrer o selamento superficial impedindo a emergência das plântulas, podendo ocasionar menores estandes, prejudicando o rendimento das culturas, podendo até mesmo necessitar de repetir a semeadura.

De maneira geral determina-se que o preparo do solo pelo sistema convencional é realizado em duas etapas: Na primeira etapa mobiliza-se o solo utilizando os implementos, arado de disco, arado de aiveca ou grade aradora numa profundidade em torno de 20 a 30 cm. Na segunda etapa o solo é mobilizado mais superficialmente, normalmente em torno de 15 cm, com uma ou mais passadas utilizando a grade niveladora. O solo quando seco ocorre a dificuldade de obter-se a capacidade ideal de profundidade de trabalho, conseqüentemente, a baixa eficiência de trabalho e o alto consumo de combustível (DERPSCH et al., 1991; ORTIZ-CANAVATE, 1980).

Centurion, Demattê e Fernandes (1985), estudando sistemas de preparo em solos de cerrados para a cultura da soja, constatou que os sistemas de preparo com duas gradagens pesadas seguidas de gradagem niveladora, aração mais Convencional e gradagem niveladora, induziram a formação de camadas compactadas a diferentes profundidades, ou seja, 10, 20 e 30 cm, respectivamente.

Silveira (1989) explica que a grade de disco apresenta algumas desvantagens como: maior depreciação, custo mais elevado, algumas dificuldades no transporte e uma exigência maior em manutenção com lubrificação diária e afiamento dos discos.

Na escolha dos sistemas de preparo periódico ideal devem ser levadas em consideração as características do solo, principalmente a textura, a umidade e a demanda energética. A escolha correta através dos conhecimentos e a das práticas das tecnologias adotadas, podem levar a diminuição dos custos de produção das culturas (KICHLER et al., 2007).

Freitas (1994) e Tavares Filho et al. (2001), citam que os diferentes sistemas de preparo do solo podem criar condições favoráveis ao desenvolvimento de determinadas culturas e que diferentes manejos desses sistemas podem ocasionar problema de compactação/adensamento no solo. O que vem ocorrendo

sistematicamente na região do Cerrado, que esses sistemas de preparo vem ocasionando a desagregação excessiva, o encrostamento da camada superficial do solo formando camadas compactadas, denominadas pé-de-grade ou pé-de-arado.

De acordo com Costa et al. (2003), no sistema de preparo convencional, com uso do arado de discos na profundidade de até 20 cm, mais duas gradagem, uma com grade niveladora e outra com grade de dentes, aumentam a densidade do solo em todas as camadas (0,05 – 0,10; 0,10 – 0,15 e 0,15 – 0,20 m).

O modo e os equipamentos com os quais o preparo convencional pode ser realizado variam muito de local para local e mesmo dentro de uma propriedade, dependendo da cultura anterior, quantidade e tipo de resíduos presentes na superfície do solo, número e épocas de realização das operações (LEVIEN, 1999).

Dentre os componentes do manejo, o preparo do solo convencional é a atividade que mais influencia o comportamento físico do solo, por atuar diretamente na sua estrutura (VIEIRA; KLEIN, 2007).

A grade leve complementa o preparo do solo realizado pelo arado, no sentido de desagregar torrões, nivelar a superfície do solo para facilitar a semeadura, diminuir os vazios que resultam entre os torrões e destruir os sistemas de vasos capilares que se formam na camada superior do solo, a fim de evitar a evaporação de água das camadas mais profundas. Podem ainda ser utilizadas para a inversão de uma camada superficial do solo, para a incorporação de fertilizantes ou defensivos, enterrio de sementes miúdas semeadas a lanço, eliminação de plantas daninhas recém - geminadas, etc. (BALASTREIRE, 1987). Diferente do arado é um equipamento que corta, eleva, inverte e esboroa as leivas, de modo a deixar a face superficial do solo voltada para baixo (GADANHA JÚNIOR et al., 1991).

2.2.2.2 Preparo mínimo

O preparo mínimo do solo, cuja etimologia origina-se da expressão inglesa “minimum tillage”, visa à menor manipulação possível do solo para a satisfatória semeadura, germinação, estande de plantas, crescimento e a produção de uma cultura, objetivando a redução do tráfego de máquinas sob o terreno

cultivado, ou até, a eliminação da severidade de algumas operações (PERTICARRARI; IDE, 1988).

Dallmeyer (1994) cita que o preparo mínimo proporciona menor incorporação de resíduos vegetais em um menor número de operações, sendo vantajoso em relação aos sistemas convencionais em função do menor custo do preparo e redução nas perdas de solo e água.

O escarificador é um equipamento cuja função é promover a desagregação do solo, no sentido de baixo para cima, realizando mobilização até a profundidade de 35 centímetros. Rompe camadas compactadas (sem desperdiçar os restos de cultura ou adubação verde), aumenta a infiltração de água, protege a superfície do solo tanto pela rugosidade superficial como pelo aumento da cobertura morta. Diminui os problemas de erosão e mobiliza nutrientes do perfil do solo, possibilitando que as raízes alcancem maiores profundidades (CASTRO, 1989; GADANHA JÚNIOR et al., 1991; MAGALHÃES; DURÃES; PAIVA, 2002; MAHL et al., 2008).

De acordo com Camargo e Alleoni (1997), o princípio básico do preparo mínimo é de cultivar estritamente o necessário, observando-se o teor de água do solo, e principalmente, a profundidade de preparo que deve ser modificada em cada período de cultivo. Já para Freddi et al. (2007), o preparo mínimo não implica na redução da profundidade de mobilização do solo, mas sim na redução do número de operações necessárias para proporcionar as condições ideais ao estabelecimento de culturas. Nesse sentido, existem muitos sistemas diferentes, devendo-se avaliar a situação local para a escolha adequada (MAGLEBY; SCHERTZ, 1988).

Com a utilização de discos de corte ou segas circulares colocados à frente das hastes, este problema pode ser eliminado, além de conseguir uma redução de 15% no esforço de tração e de 12% na resistência específica do solo ao corte (BALBUENA; MENDEVIL; RESSIA, 1998). Um dos problemas inicialmente enfrentados na adoção de preparos que empregam equipamentos de hastes, foi o embuchamento causado pelos restos culturais sobre a superfície do solo (DERPSCH et al., 1991).

O principal objetivo do cultivo mínimo é a mínima manipulação possível do solo para uma satisfatória semeadura ou plantio, germinação, lotação, crescimento e produção de uma cultura. A mais frequente tentativa neste campo foi

eliminar ou reduzir a severidade de algumas operações, assim como diminuir o tráfego do trator no solo cultivado (BENEZ, 1972; PERTICARRARI; IDE, 1988).

Schertz e Becherer (1994), relatam que nos anos 60 que no preparo mínimo tinha como definição apenas à redução de mobilização do tráfego das máquinas e equipamentos. No início dos anos 80 o preparo mínimo ou mínimo foi definido como sistema que apresentasse pelo menos 30% de cobertura da superfície por restos vegetais, logo após a semeadura (ASAE, 1992; MAGLEBY; SCHERTZ, 1988). Nos anos 90, o preparo mínimo, mínimo ou conservacionista foi definido como um sistema que deixava uma quantidade de restos vegetais sobre a superfície do solo, protegendo contra a erosão durante todo ano (REEDER, 1992).

A manutenção de pelo menos 30% de cobertura sobre a superfície do solo reduz a evaporação e aumenta a taxa de infiltração de água, ocasionando maior disponibilidade desta às plantas, podendo se refletir em maiores produtividades. A evaporação é a principal causa de perda de água armazenada no solo no período que vai desde a semeadura até quando o mesmo estiver totalmente coberto pela cultura (SALTON et al., 2011).

Carvalho Filho et al. (2007) concluíram que o preparo do solo com o escarificador atende à condição de manejo conservacionista por proporcionar agregados de maior tamanho e por manter elevada quantidade de resíduos na superfície do solo.

A prática da escarificação do solo tem sido indicada e empregada para solos que apresentam suspeitas de compactação, gerando benefícios imediatos com a ruptura das camadas adensadas ou compactadas, como redução da densidade, aumento da rugosidade superficial, condutividade hidráulica e taxa de infiltração de água no solo (BOTTA et al., 2006).

2.2.2.3 Plantio direto

A etimologia plantio direto deriva-se de termo inglês “no tillage”, cujo conceito, inicialmente adotado, significa “sem preparo”, e foi definido como sistema de plantio na qual a semente é depositada diretamente no solo não preparado, onde os resíduos da cultura anterior permanecem na superfície e as plantas daninhas são controladas quimicamente (MUZZILLI, 1985; DERPSCH et al., 1991). O plantio direto é um método que visa maior conservação do solo e diminuição do tráfego de

máquinas tendo como princípio, o plantio diretamente em solo não revolvido Furlani (2000), no qual a mobilização é efetuada apenas na linha de semeadura, mantendo os restos de cultura anterior na superfície (VIEIRA et al., 1991).

No início foi introduzido como um método alternativo de preparo do solo, posteriormente passou a ser entendido como uma alternativa destinada à exploração de sistema de produção onde a mobilização do solo era apenas na linha de semeadura, manutenção permanente da cobertura do solo e diversificação de espécie através da rotação e consorciação de culturas (DENARDIM et al, 2008; LAL; REICOSKY; HANSON, 2007).

Conforme citado pela Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha (2014), no Brasil a área cultivada (safra 2005/2006) sob o sistema de plantio direto foi de 25,5 milhões de hectares. Valores esses obtidos através dos órgãos oficiais: Emater-Rs, Epagri-SC, Emater-PR, Cati-SP, Fundação do Mato grosso do Sul e a Associação de Plantio Direto no Cerrado (APDC). O plantio direto é uma técnica de cultivo conservacionista em que a semeadura é efetuada sem as etapas do preparo convencional da aração e da gradagem. Nessa técnica, é necessário manter o solo sempre coberto por plantas em desenvolvimento e por resíduos vegetais (CRUZ et al., 2009). Estima-se que existem em torno de 105.863.000 de hectares implantados sob o sistema de plantio direto no globo terrestre segundo (DERPSCH; FRIEDRICH, 2009).

A adoção da técnica conservacionista no plantio direto só foi possível devido ao desenvolvimento de máquinas apropriadas, como as semeadoras-adubadoras adaptadas a esse sistema, que permitem o corte da palha no momento da semeadura, entretanto a utilização do sistema de semeadura direta associada ao aumento na intensidade do uso do solo tem resultado significativas alterações nas propriedades físicas dos solos (STRECK et al., 2004).

Uma das melhores alternativas para a manutenção da sustentabilidade dos solos agrícolas tem sido a implantação do plantio direto, pois a cobertura vegetal e a palha remanescente protegem o solo contra aquecimentos excessivos e a perda de água, que modificam vários processos físicos, químicos e biológicos (SILVA et al., 2006).

O sistema de plantio direto tem como característica principal o revolvimento do solo somente na linha de semeadura, mantendo os resíduos vegetais em sua superfície e minimizando os efeitos erosivos das precipitações

intensas que ocorrem em climas tropicais (BARIZON, 2001). A cobertura morta formada pelo acúmulo de resíduos vegetais nas camadas superficiais diminui as oscilações da temperatura e da umidade na superfície do solo e contribui para a manutenção de temperaturas mais amenas e maior retenção de água no solo em períodos quentes e de estiagem prolongadas (COLOZZI-FILHO, 2000).

O sistema de plantio direto tem demonstrado sua eficácia na solução dos problemas de solo, primeiramente, com a introdução de práticas de cobertura de solo no inverno e a rotação de culturas, comprovaram seus efeitos nas lavouras de verão. Avaliar os efeitos da eficácia e eficiência do SPD como contribuição decisiva para uma agricultura sustentável em termos ambientais, economicamente competitiva e socialmente equitativa, tem sido o foco de atenção de pesquisadores e produtores, dentro do que se pode denominar “cadeia de sustentabilidade” da agricultura brasileira (ALVIM et al., 2004).

Derpsch e Friedrich (2009), relatam que o sistema de plantio direto, é um sistema de agricultura verdadeiramente sustentável e deve assegurar crescimento deste à tecnologia para as áreas onde a adoção ainda é pequena, na qual a cada ano que passa as barreiras para sua adoção vem sendo ultrapassadas. A adoção generalizada também mostra que o plantio direto não pode mais ser considerado de forma temporária, em vez do sistema estabeleceu-se como uma tecnologia que não pode mais ser ignoradas por políticos, cientistas, universidades, extensionistas, agricultores, bem como fabricantes de máquinas.

O plantio direto procura, fundamentalmente, a substituição gradativa de processos mecânico-químico por processos biológico-culturais de manejo do solo e uma maior eficiência econômica decorrente da redução dos gastos com insumos, energia e controle da erosão (MUZZILI; BORGES; MIRANDA, 1997).

No sistema de plantio direto é desejável que os resíduos vegetais provenientes das coberturas vegetais, restos de culturas ou vegetação espontânea permaneçam na superfície do solo, criando um ambiente extremamente favorável ao crescimento vegetal, contribuindo para a estabilização da produção e para a recuperação ou manutenção da qualidade do solo (ALVARENGA et al., 2001; SILVA, 2000).

Para a instalação do sistema de plantio direto, são requisitos básicos segundo Muzzilli (1985); Castro (1989) e Wendt (1998): conhecimento e domínio de todas as fases do sistema; treinamento da mão de obra e gerenciamento; boa

drenagem dos solos; eliminação de camadas compactadas; solos previamente preparados, livres de sulcos de erosão; correção da acidez antes de se iniciar o plantio direto; melhorar o nível de fertilidade do solo; eliminação de plantas daninhas perenes por cultivo mecânico ou por controle químico e não haver infestação das muito agressivas; máquinas e equipamentos apropriados; implantação de estrutura básica de conservação dos solos, como terraços e canais escoadouros; monitoramento físico e químico do solo; conscientização tanto de agricultores como da assistência técnica; jamais queimar restos culturais; restos de culturas na superfície devem cobrir pelo menos 50% do solo, ou gerar 4 a 6 t/ha de matéria seca para cobertura do solo; sistematização e dimensionamento dos talhões para operações de semeadura e colheita; colhedora equipada com picador e distribuidor de palha.

Ehlers (2000), Cury (2000) e Cruz et al. (2007) enumeram uma série de vantagens para o agricultor e o solo advindas com a adoção do sistema plantio direto, dentre elas: maior produtividade em anos com estiagem; menor volume de chuva para iniciar a semeadura; economia de combustível em relação ao preparo convencional; aumento da vida útil das máquinas, em função da menor utilização e de trabalhos mais leves; aumento da atividade biológica do solo, em função do aumento na matéria orgânica e da menor oscilação térmica do solo; maior eficiência no controle da erosão, reduzindo em até 80% as perdas do solo e água em relação ao convencional; a cobertura morta mantida na superfície do solo induz a redução da evaporação e ao aumento do armazenamento de água no solo, possibilitando germinação e emergência mais uniformes; redução a médio e longo prazo dos custos de produção, devido ao menor uso de fertilizantes, agrotóxicos, número de implementos e uso da mão-de-obra; semeadura em época adequada.

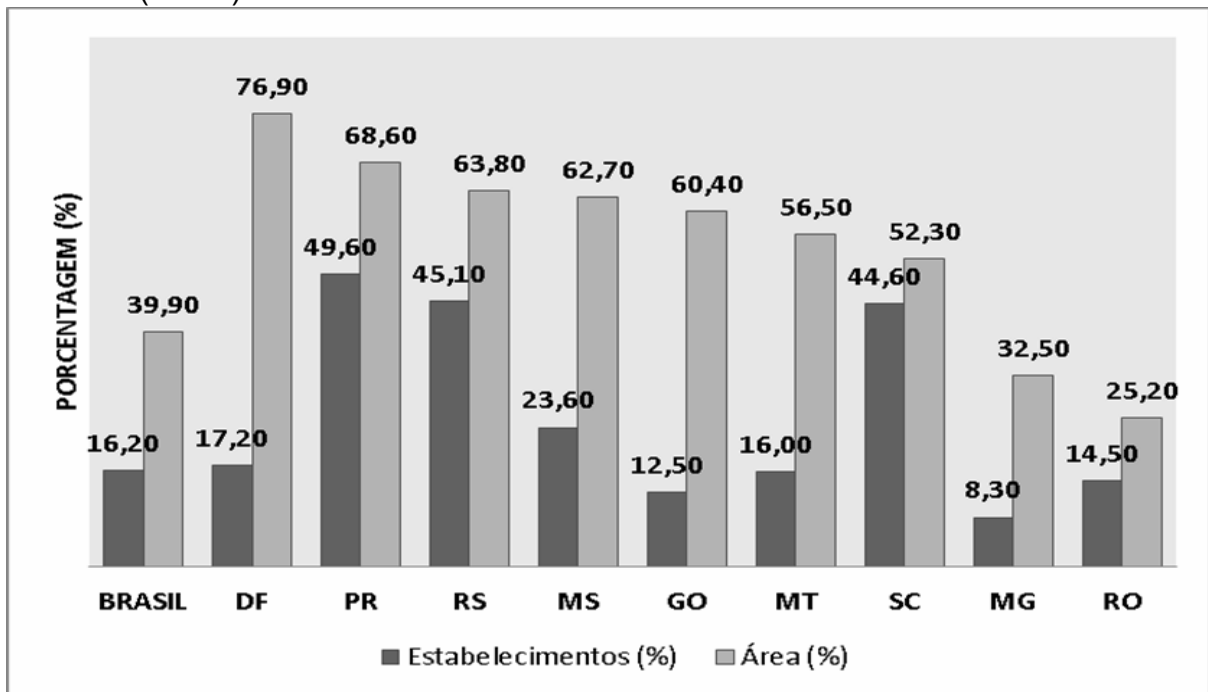
As vantagens ou desvantagens do plantio direto dependem de uma série de fatores e características edafoclimáticas da região e é fundamental que, em cada região, o sistema seja adaptado seguindo suas vocações naturais para torná-lo o mais eficiente possível. Além disso, verifica-se que, à medida que o agricultor se torna mais familiarizado com o sistema plantio direto, novas vantagens são adicionadas e novas alternativas para se resolver os problemas que vão surgindo (CRUZ et al., 2007).

Nesse sistema conforme relatam Cunha et al. (2011); Siqueira Neto et al. (2009b) e Pavinato, Merlin e Rosolem (2009), quando o solo é bem manejado,

com uma rotação de cultura bem planejada com o passar dos anos ocorre uma melhoria nas características físicas, químicas, biológicas e protegendo o solo contra erosão.

Observa-se que em nove unidades através do IBGE (2009) a área explorada com o sistema de plantio direto do solo supera os 25% da área total cultivada com lavouras temporárias, de acordo com a figura 1.

Figura 1 – Área cultivada sob plantio direto na palha, sobre o total de estabelecimentos e da área com lavouras temporárias. Brasil e nove unidades da Federação com participação da área superior a 25%, 2006. (em %).



Fonte: Adaptado de IBGE (2009).

2.3 DESEMPENHO DA CULTURA DO MILHO

Tradicionalmente, o espaçamento adotado pela maioria dos agricultores brasileiros de milho concentrava-se entre 80 e 90 cm entre as linhas, devido principalmente, à inadequação das colhedoras em sistemas que adotam espaçamentos inferiores a 80 cm (FANCELLI; DOURADO NETO, 2004). Mas recentemente, a redução no espaçamento e o aumento da densidade de plantas é uma realidade na cultura do milho no Brasil, encontrando-se no mercado plataformas adaptável às colhedoras, que realizam a colheita em espaçamentos de até 45 cm entre as linhas (CRUZ et al., 2007).

A semeadura na cultivar milho utilizando espaçamentos de 40 a 60 cm entre as linhas tem crescido nos últimos dez anos nas diferentes regiões produtoras do Brasil, principalmente pelos agricultores que utilizam populações superiores a 50.000 plantas ha⁻¹ e alcançaram rendimentos de grãos superiores a 7.000 kg ha⁻¹ (PEREIRA, 2006).

A fisiologia da planta de milho faz com que esta seja altamente responsiva à intensidade de luz incidente (BORTOLINI, 2002).

Segundo Fornasieri Filho (2007), o conceito de um genótipo moderno prevê a existência de um grande número de folhas com lâminas eretas e estreitas acima da espiga, pois estas são responsáveis por cerca de 50 a 80% da matéria seca acumulada nos grãos. Magalhães, Durães e Paiva (2002) citam que, apesar da melhor interceptação de luz de muitos genótipos modernos, esses podem apresentar a limitação para a produção de grãos, devido a capacidade em armazenar e mobilizar produtos fotos sintetizados nos grãos e a dificuldade em produzir metabólitos (relação Fonte/dreno). Mostrando que os sítios de atração e utilização de metabólitos (drenos), ao invés dos sítios de produção (Fontes), são os verdadeiros elementos limitantes da taxa de produção de matéria seca. Porém para Palhares (2003), a adaptabilidade observada entre diferentes genótipos de milho sob diversos arranjos espaciais de plantas e espaçamentos, certamente está associada à sua arquitetura foliar.

2.3.1 Espaçamento Entrelinhas

Avaliações de cultivares em diferentes espaçamentos e populações de plantas têm sido adotadas com frequência no Brasil (CARVALHO FILHO, 2007; FURTADO, 2005; STRIEDER, 2006).

À redução no espaçamento do milho, devido sua sensibilidade os híbridos modernos são menos prolíficos, produzindo geralmente uma espiga por planta e, conseqüentemente, não possuem a capacidade de compensar eventuais falhas na emergência da cultura, como é o caso das demais espécies da família das poáceas (SANGOI et al., 2009).

Outro efeito positivo da redução do espaçamento entre fileiras de milho relaciona-se à qualidade de luz recebida pelas plantas. Com a disposição mais uniforme entre plantas em menores espaçamentos, ocorre maior absorção de luz na

faixa do vermelho (V) e maior reflexão na faixa do vermelho extremo (VE). Essa característica é especialmente importante para o milho em populações elevadas, pois nesses casos as plantas recebem mais VE refletida, aumentando a relação VE/V. O aumento da relação VE/V determina modificações no desenvolvimento das plantas como maior alongação do colmo, folhas finas e compridas e elevada perda de raízes (KASPERBAUER; KARLEN, 1994).

2.3.2 Densidade Populacional

Em relação a densidade populacional é a maneira de manipular o arranjo de plantas, onde ocorre maior efeito no rendimento de grãos na cultura de milho. Pequenas alterações na população de milho implicam nas modificações relativamente grandes na produção final (SILVA et al., 2006).

O aumento da população de plantas, além de um “ponto crítico”, contribui para a competição intraespecífica e a produção de grãos por planta decresce (DOURADO NETO; FANCELLI; LOPES, 2001).

O uso de espaçamento reduzido e maior densidade de plantas na cultura do milho, já vêm sendo estudado há muito tempo, porém, apenas recentemente vem sendo adotado de forma mais ampla pelos produtores do cereal (PEREIRA et al., 2008).

De acordo com Sangoi (2000), não há uma recomendação única para todas as condições de semeadura, pois a densidade ótima varia em quase todos os ambientes, bem como em ambientes onde há fatores controlados, como fertilidade do solo, seleção de híbrido, época de semeadura, padrões de semeadura, entre outros. Para cada sistema de produção, existe uma população que maximiza a utilização de recursos disponíveis, permitindo a expressão do potencial máximo de rendimento de grãos no ambiente. Além disso, como, normalmente, existe diferença na disponibilidade de recursos ambientais no período de safra e safrinha, especialmente luz e água, o espaçamento e a população de plantas ideal podem não ser os mesmos para ambas as safras (SCHLICK, 2009).

Conforme citado por Almeida, Sangoi e Ender (2000) e Sangoi et al. (2003), os cultivares de ciclo mais curto exigem maior densidade de semeadura em relação a cultivares de ciclo mais longo para expressarem seu máximo rendimento. A diferença é que cultivares de ciclo mais curto na maioria das vezes apresentam

plantas de menores alturas e com menor massa. Estas características morfológicas determinam menor sombreamento dentro da cultura, possibilitando com isto um menor espaçamento entre plantas, para melhor aproveitamento de luz. Nos grupos de cultivares superprecoce, precoce ou de ciclo normal, há diferença quanto à densidade ótima de semeadura.

O desenvolvimento de híbridos mais tolerantes a altas densidades de plantas, o maior número de herbicidas disponíveis para o controle seletivo de plantas daninhas e a maior agilidade da indústria de máquinas agrícolas, no desenvolvimento de equipamentos adaptados ao cultivo do milho com linhas mais próximas, têm favorecido o incremento na adoção desta prática cultural (SANGOI et al., 2001).

Uma das principais limitações ao uso de altas densidades de plantas é que esta forma de manipulação do arranjo espacial aumenta a susceptibilidade da cultura à quebra e acamamento de colmos (ARGENTA; SILVA; SANGOI, 2001). Por outro lado pode trazer consequências negativas, a não utilização de cultivares tolerantes ao adensamento, como aumento da assincronia entre o florescimento masculino e feminino, menor eficiência na conversão de fotoassimilados à produção de grãos (SANGOI et al., 2009).

2.3.3 Arranjo Entre Plantas

O arranjo de plantas em uma área agrícola pode ser modificado por alterações na densidade, no espaçamento entrelinhas e na distribuição espacial e temporal das plantas na linha (SANGOI; SILVA; ARGENTA, 2010). O milho é uma cultura muito sensível a variações no arranjo de plantas devido à sua baixa capacidade de emissão de afilhos férteis, à limitada prolificidade, à escassa plasticidade foliar e à estrutura floral monoica, em que as inflorescências masculina e feminina competem entre si por fotoassimilados sob condições de estresse (SANGOI et al., 2011).

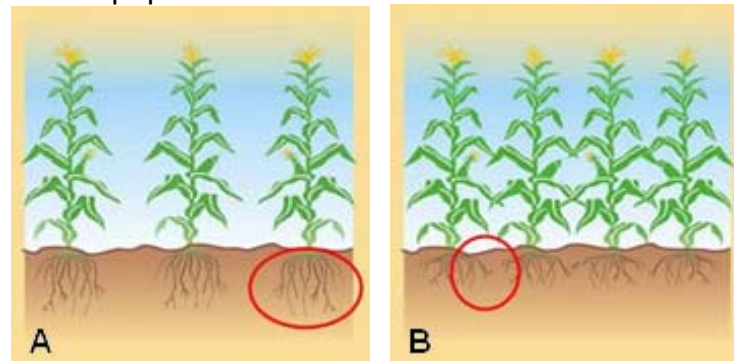
O arranjo de plantas interage diretamente na competição intraespecífica em relação aos fatores do meio ambiente. Com o desenvolvimento e desempenho dos milhos híbridos modernos tende a ocorrer interação com as condições ambientais e com o nível tecnológico adotado em cada área agrícola (EMYGDIO; TEIXEIRA, 2008).

De modo geral, o baixo rendimento das lavouras de milho, no Brasil, é devido fatores ligados à fertilidade dos solos e ao arranjo das plantas na área que influenciam, ao objetivo do produtor, nível tecnológico, época de semeadura e duração da estação de crescimento na região de cultivo (ARGENTA; SILVA; SANGOI, 2001; FANCELI; DOURADO NETO, 2000).

Diferentes arranjos espaciais de plantas de milho têm sido discutidos com frequência, pela maior ou menor adaptação da cultura ao ambiente, decorrente das variações morfológicas e genéticas apresentadas pelos híbridos atuais (geralmente com menor altura de plantas e de inserção das espigas, maior ou menor angulação de folhas e maior potencial produtivo, principalmente), como forma de maximizar o rendimento de grãos pela otimização do uso de fatores de produção, bem como maior uniformidade das raízes e redução da temperatura do solo (DEMÉTRIO, 2008).

A escolha adequada do arranjo de plantas aumenta a interceptação da radiação solar e, conseqüentemente, o rendimento de grãos (ARGENTA; SILVA; SANGOI, 2001). A associação entre evolução do arranjo de plantas e aumento da produtividade de grãos de milho tem sido mostrada de acordo com (CARDWELL, 1982; SANGOI, 2000). A maneira de aumentar a interceptação de radiação e, conseqüentemente, o rendimento de grãos, é através da escolha ideal do arranjo de plantas. Teoricamente, o melhor arranjo de plantas de milho é aquele que proporciona distribuição mais uniforme de plantas por área, busca uma melhor utilização de água, luz, e nutrientes (EMBRAPA, 2011). Conforme (Figura 1A e 1B), independentemente do espaçamento utilizado, ocorre uma competição intraespecífica entre as raízes por água e nutrientes no solo. Quando reduz o espaçamento na linha de semeadura, também reduz a competitividade entre as plantas de milho. Comprova-se uma melhor distribuição espacial de plantas nesse espaçamento (NUMMER FILHO; HENSTSCHEKE, 2006).

Figura 2 – Competitividade de plantas de milho na linha de semeadura na redução do espaçamento entrelinhas na mesma densidade populacional.



Fonte: Nummer Filho e Hentschke (2006).

3 ARTIGO A

Produtividade de Cultivares de Milho Safrinha em Dois Espaçamentos Distintos e Diferentes Formas de Preparo em Dois Anos Consecutivos

Resumo

O manejo e a seleção de cultivares de milho pode influenciar em sua produtividade. Uma forma de aumentarmos a produtividade é a redução do espaçamento nas entrelinhas da cultura, aumentando a densidade de plantas, alterando dessa forma a distribuição dessas, conseqüentemente aumentando a competição intraespecífica por água, luz e nutrientes. Sendo assim esse trabalho teve o objetivo avaliar a produtividade de milho sob diferentes formas de manejo em duas cultivares de milho, Biogene - BG7049H e Dekalb 330 PRO em dois espaçamentos distintos. O experimento foi instalado em um Nitossolo Vermelho Distroférico, textura muito argilosa, no município de Apucarana – PR, em meados do mês de fevereiro no ano de 2012 e 2013. O delineamento experimental foi em blocos, com oito repetições, em parcelas subdivididas, sendo as parcelas constituídas por três sistemas de preparo do solo, sistema convencional (gradagem aradora), preparo mínimo (subsolador) e plantio direto e as subparcelas compreenderam dois espaçamentos entrelinhas de 0,45 m e 0,90 m. A densidade de plantas estabelecidas foi 61.000 plantas ha⁻¹ nos espaçamentos de 0,45 m e 0,90 m, respectivamente, nos dois anos consecutivos. Em 2012 avaliou-se: a altura da planta (m), diâmetro de colmo (mm), massa seca da palhada (Kg ha⁻¹), % de cobertura morta do solo (%) e a produtividade do milho (Mg ha⁻¹). Em 2013 avaliou-se: a altura da planta (m), diâmetro de colmo (mm), determinação da resistência mecânica do solo à penetração (RSP) e a produtividade (Mg ha⁻¹). Os resultados obtidos foram submetidos à análise da variância (ANOVA) e os valores foram comparados pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade. No primeiro ano de condução do experimento os sistemas de preparo do solo e os espaçamentos entrelinhas, como práticas isoladas, não influíram na produtividade de grãos da cultura de milho na cultivar Biogene 7049H. O sistema de preparo convencional, sistema de plantio direto do milho e espaçamento de 0,45 m entrelinhas propiciou a obtenção de maiores produtividades. No segundo ano de condução do ensaio o espaçamento de 0,45 m foi superior estatisticamente ao espaçamento de 0,90 m nos sistemas de preparo convencional, preparo mínimo e plantio direto na cultivar Biogene 7949H. A combinação preparo mínimo, plantio direto, espaçamento de 0,45 m entrelinhas propiciou a obtenção de maiores produtividade em relação ao espaçamento de 0,90 m na cultivar Dekalb 330 PRO.

Palavras-chave: *Zea mays*. Produtividade. Manejo de solo. Plantio direto.

Agronomic Characteristics and Productivity From Winter Maize Cultivars at Two Different Spacings and Different Preparation Methods

Abstract

The management and selection of maize cultivars can influence your productivity. One way to increase productivity is to reduce the spacing between the lines of culture, increasing the density of plants, thereby altering the distribution of these, consequently increasing intraspecific competition for water, light and nutrients. Therefore this study aimed to evaluate the productivity of maize under different forms of management in two corn cultivars, Biogene - BG7049H and Dekalb 330 PRO in two different spacings. The experiment was installed in a Nitosol Distroferric Red, in the municipality of Apucarana - PR in mid of February in the year 2012 and 2013. The experimental design was randomized block design with eight replications in a split plot, with plots consisting of three systems of tillage, conventional system (plowing harrowing), minimum tillage (subsoil) and tillage and subplots comprised two row spacings of 0,45 m and 0,90 m. The density of established plants was 61.000 plants ha⁻¹ for spacings of 0,45 m and 0,90 m, respectively, in two consecutive years. In 2012 it was evaluated: plant height (m), stem diameter (mm), dry weight of straw (kg ha⁻¹), % of soil mulch (%) and corn yield (Mg ha⁻¹). In 2013 it was evaluated: plant height (m), stem diameter (mm), determination of soil resistance to penetration (RSP) and productivity (Mg ha⁻¹). The results obtained were subjected to analysis of variance (ANOVA) and the values were compared by Tukey test at 5 % probability. In the first year of driving the experiment systems of tillage and row spacings, as isolated practices, did not influence the grain yield of maize farming in Biogene 7049H. The system of conventional tillage, no-tillage corn and 0.45 m spaced lines allowed to obtain higher yields. In the second year test drive the spacing of 0,45 m was statistically higher than the 0,90 m spacing in conventional tillage systems, minimum tillage and planting in the cultivar Biogene 7949H. The combination of minimum tillage, no-tillage, spacing of 0,45 m between rows allowed to obtain higher yield compared to the spacing of 0,90 m in cultivar Dekalb 330 PRO.

Keywords: Productivity. Soil tillage. Compaction. Tillage systems.

INTRODUÇÃO

A cultura do milho (*Zea mays* L.) tem grande importância para o agronegócio nacional e também sua produção é incentivada pelo consumo, servindo como Fonte de alimentação para várias criações como: avicultura, bovinocultura e suinocultura (CORRÊA et al., 2004). No Brasil há casos em que sua produtividade chegue em torno de 17 t ha⁻¹ de grãos (SILVA et al., 2006), mas na realidade em grande parte das áreas agrícolas apresentam produtividades irregulares baixas e médias, com cerca de 5,0 t ha⁻¹ de grãos (CONSELHO NACIONAL DE ABASTECIMENTO, 2014).

Strieder et al. (2008), citaram que a radiação fotossinteticamente ativa interceptada varia de acordo com o espaçamento, mas tem influência na arquitetura foliar, densidade, fenologia e no sistema de preparo dessa cultura. Uma das práticas mais importantes para se obter o melhor rendimento de grãos de milho é a escolha correta do arranjo das plantas, porque este influencia na disposição de folhas na planta, índice de área foliar, as características de absorção de luz pelas folhas das plantas do dossel (SANGOI et al., 2010).

Mattoso et al. (2006) relatam que no Brasil a cultura do milho é implantada tradicionalmente com espaçamentos de 0,80 e 0,90m entrelinhas. Por outro lado o desenvolvimento de novas cultivares adequadas ao espaçamento reduzindo (0,40; 0,45; 0,60 m), vem aumentando ano a ano. Com a redução no espaçamento e o aumento da densidade de plantas de milho por área, já encontra-se no mercado plataformas adaptáveis às colhedoras, que proporcionam a colheita em espaçamentos mínimos de até 0,45 m entre as linhas (CRUZ et al., 2008).

Brandelero (2014), constata que a tendência de redução do espaçamento do milho se deve também ao interesse dos produtores em facilitar a gestão das semeadoras, trabalhando no mesmo espaçamento tanto para milho como para a soja (*Glicine max* L.) A cada ano o agricultor vem despertando e incrementando o interesse na redução do espaçamento dos cultivares de milho, fator importante e determinante na produtividade, pois afeta diretamente a interceptação da radiação solar (SANGOI et al., 2005).

O uso do espaçamento mínimo já vêm sendo estudado há muito tempo e recentemente vem sendo utilizado de forma mais ampla pelos agricultores. Trabalhos realizados em áreas experimentais do Centro Oeste, Sudeste e Sul do Brasil comprovam ganhos de rendimento de grãos de até 14% com a utilização desta prática (VILARINHO, 2005).

No sistema de preparo convencional há revolvimento da camada superficial do solo, que geralmente ocasiona compactação subsuperficial logo abaixo da camada mobilizada pela grade aradora, devido à carga aplicada pelo equipamento nessa camada (LLANILLO et al., 2006). Assim, o sistema propicia a degradação do solo pela perda da qualidade estrutural e aumento da erosão hídrica. Esse sistema também eleva a exposição dos compostos orgânicos e, conseqüentemente, sua degradação (DALAL et al., 2011).

Segundo Mello et al. (2013) o preparo convencional normalmente

degrada a estrutura do solo pela redução de sua cobertura, sistemas de manejo que adotam o revolvimento do solo de forma intensiva e continuada propiciam baixas taxas de adição de resíduos orgânicos e mineralização acelerada do carbono (C).

O preparo mínimo do solo com o subsolador responde à condição de manejo conservacionista ou mínimo por proporcionar agregados de maior tamanho e por manter elevada quantidade de restos vegetais na superfície do solo (CARVALHO FILHO et al., 2007).

O sistema de preparo mínimo é a operação que mais demanda energia e quando utilizada em camadas mais profundas, seus custos de preparo mínimo do solo ficam significativamente mínimos. Silva (2004) relata que o preparo mínimo promove a permanência de considerável quantidade de palha na superfície do solo. Dessa maneira, diminui consideravelmente o impacto das gotas de chuva, aumentando a infiltração de água e reduzindo a formação do selamento na superfície do solo. Seixas; Roloff e Ralisch (2005) relataram que proporcionou às raízes das culturas maior volume de solo, com maior densidade e melhor distribuição, criando um ambiente favorável ao crescimento e desenvolvimento do sistema radicular. Por outro lado, Debiasi (2008) observou que com o déficit hídrico e os efeitos da compactação a produtividade da cultura fica afetada.

O plantio direto é uma técnica de cultivo conservacionista na qual o plantio é realizado sem o revolvimento do solo proveniente da aração e da gradagem. Protege o solo contra erosão, acrescentando carbono ao sistema e promove uma considerável melhoria na qualidade química do solo (PAVINATO; MERLIN; ROSOLEM, 2009; SIQUEIRA NETO et al., 2009a). Altera as condições físicas, químicas e biológicas o desenvolvimento, produtividade das plantas e manter-se o solo constantemente coberto por plantas em desenvolvimento e restos de vegetais (CRUZ et al., 2009).

Essa alternativa é mais eficiente quando comparado com os outros métodos de preparo, porque mantém o “C” orgânico do solo em níveis adequados, proporcionam melhor qualidade, sustentabilidade e capacidade de produção dos solos agrícolas (VEZZANI; MIELNICZUK, 2009). A eficiência do sistema de plantio direto tem chamado atenção dos produtores e pesquisadores na “cadeia de sustentabilidade da agricultura que tem contribuído ambientalmente, economicamente e socialmente para agricultura brasileira (ALVIM et al., 2004).

Silva et al. (2011) relatam que o Sistema de Plantio Direto (SPD), na produção e na manutenção da biomassa acima de cinco toneladas de palha na superfície do solo, proporciona diminuição da densidade da camada superficial, ajudando na infiltração de água, conseqüentemente no desenvolvimento do sistema radicular, manutenção de maior umidade do solo e com a manutenção da biomassa na superfície do solo determina a perda de energia da compactação, resultando em menor densidade dos solos. Por outro lado em regiões tropicais, um dos grandes obstáculos para sustentabilidade do sistema de plantio direto são as altas taxas de decomposição do material orgânico, levando à necessidade de produção de grandes quantidades de palha (CHIODEROLI et al., 2012).

Dessa forma, esse trabalho foi realizado objetivando avaliar a produtividade em cultivares de milho em diferentes sistemas de preparo do solo e espaçamentos distintos entrelinhas.

MATERIAL E MÉTODOS

Localização e Histórico da Área Experimental

Os experimentos foram instalados e conduzidos no período compreendido entre os anos agrícolas fevereiro de 2011/2012 e fevereiro de 2012/2013, no município de Apucarana, estado do Paraná. A área experimental está situada à latitude 23°43'07.05" e 51°15'07.05" a 51°37'30" de longitude Oeste e altitude de 770 m. Anteriormente à instalação do ensaio a área havia sido cultivada com a cultura do fumo (*Nicotiana*).

Caracterização do Solo

Conforme o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2009), o solo da área experimental foi classificado como Nitossolo Vermelho Distroférico, de textura muito argilosa. Os resultados das análises químicas do solo estão dispostos na Tabela 1 e estão apresentados os resultados das análises químicas do solo das camadas de 0 - 5 cm, 5 -10cm, 10 - 20cm e 20 - 40cm de profundidade antes da instalação do experimento.

Tabela 1 - Análises químicas do solo antes da instalação da cultura do milho, nas profundidades de (0-5cm, 5-10cm, 10-20cm e 20-40cm).

pH	MO	P	S	Al ⁺³	H + Al	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	SB	CTC	V	
(CaCl ₂)	(g dm ⁻³)	----(mg dm ⁻³)----			----- (mmolc dm ⁻³)-----							%
4,6	35,5	57,2	22,4	3,3	69,1	46,3	12,9	4,6	63,8	132,9	48,0	
4,6	32,4	30,4	26,7	2,1	69,1	45,6	12,6	3,8	62,0	131,0	47,3	
4,6	28,2	10,4	27,2	2,0	59,0	42,1	12,4	3,5	58,0	117,0	49,6	
4,9	22,5	5,6	31,4	2,3	47,8	47,1	13,3	2,8	63,1	111,0	56,9	

Fonte: O próprio autor.

Área e Clima

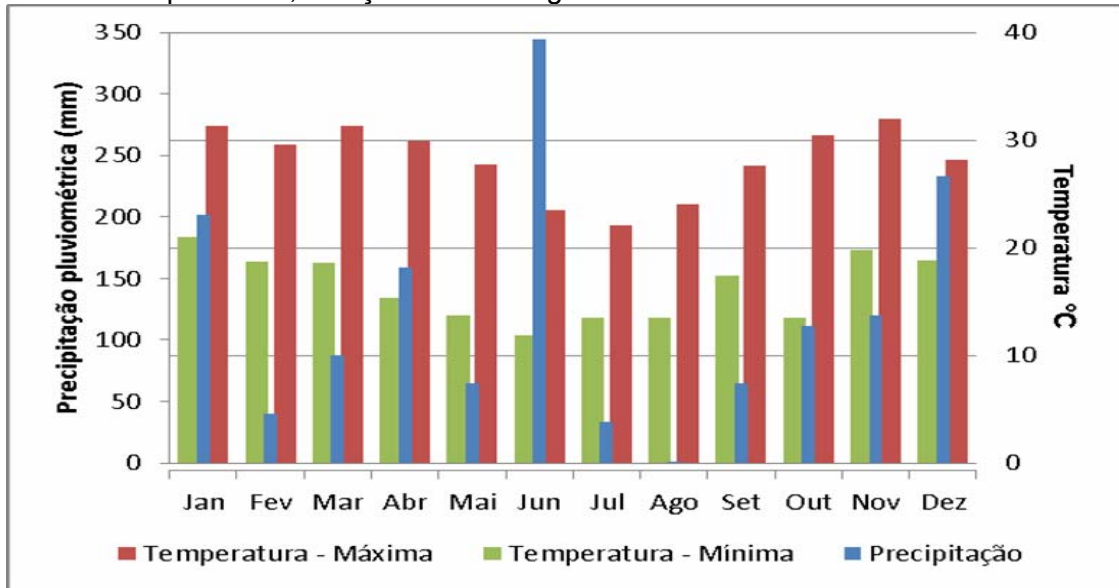
O município de Apucarana localiza-se na região norte do Estado do Paraná, entre os paralelos de 23°24' 22.05" a 23°43'07.05" de latitude sul e os meridianos de 51°15'07.05" a 51°37'30" de longitude oeste, abrangendo uma área de 555.395 Km².

As condições climática do município de Apucarana - PR, segundo classificação de Köppen, é tipo Cfa, clima Subtropical Úmido Mesotérmico, verões quentes com tendência de concentração das chuvas e temperatura média superior a 22° C), invernos com geadas pouco frequentes (temperatura média inferior a 18° C), sem estação seca definida e regime pluviométrico de 1500 mm a 1770 mm anuais.

Medida da Precipitação Pluvial

Para a coleta de dados foi através da estação meteorológica do Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR). No momento da semeadura no dia 15/02/2012 e até o dia da colheita da ultima cultivar no dia 30/07/2012, pode-se observar na (Figura 3) que uma das menores precipitações ocorreu no mês de fevereiro. Mas isso não prejudicou a germinação das sementes e foi possível verificar que não houve déficit hídrico durante as fases de desenvolvimento da cultura.

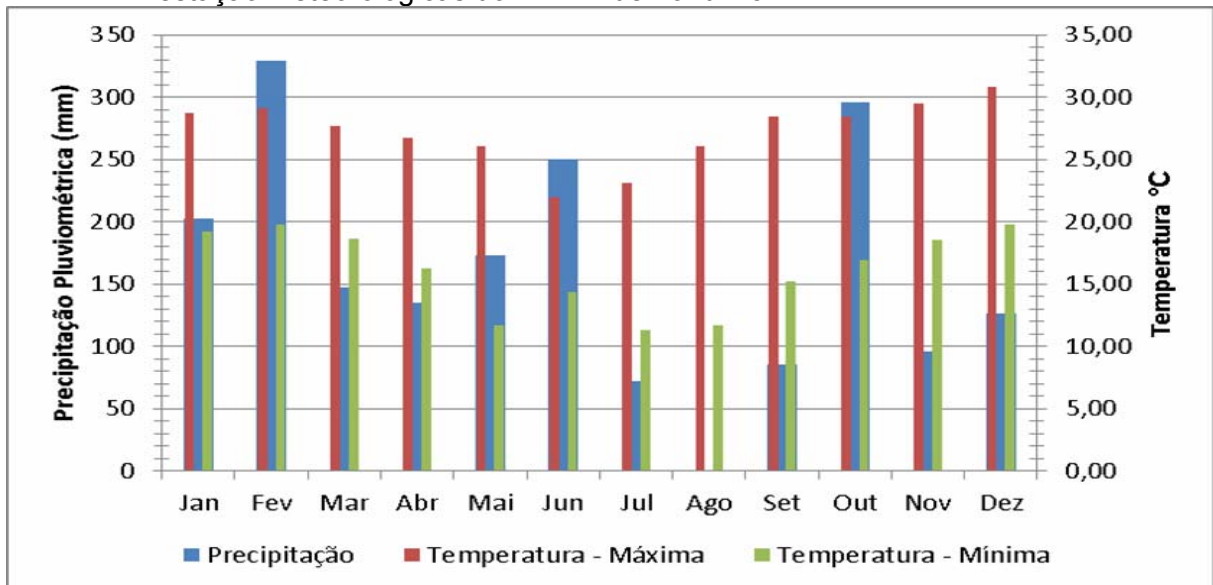
Figura 3 - Precipitação pluviométrica (mm), temperatura máxima (°C) e temperatura mínima (°C) no período de Janeiro a Dezembro de 2012 na cidade de Apucarana, estação meteorológicas do IAPAR de Londrina – PR.



Fonte: O próprio autor.

Observando os dados da distribuição pluvial (Figura 4) é possível verificar que não houve déficit hídrico durante as fases de desenvolvimento da cultura, mas sim um excesso de chuva nos meses de janeiro e fevereiro. Contudo no mês de junho, ocorreu uma forte geada atingindo a temperatura mínima de 0,6 °C em (24/06/2013) e 0 °C em (25/06/2013) que interferiu drasticamente no fechamento do ciclo da cultura e assim ocasionou uma acentuada quebra na produtividade final.

Figura 4 - Precipitação pluviométrica (mm), temperatura máxima (°C) e temperatura mínima (°C) no período de Janeiro a Dezembro de 2013 na cidade de Apucarana, estação meteorológicas do IAPAR de Londrina – PR.



Fonte: O próprio autor.

INSUMOS AGRÍCOLAS

Corretivos e Fertilizantes

Antes da semeadura do milho foi aplicado 1 t ha^{-1} de calcário dolomítico (PRNT = 85%), em todos os tratamentos, segundo metodologia proposta por Raij et al. (1996), aplicado no mês de novembro de 2011.

No primeiro e segundo ano da semeadura do milho foram utilizadas a formulação 08-20-20, e aos dez e trinta dias após a emergência das plântulas no estágio fenológico 02 (definição da produção potencial), foi realizada a adubação de cobertura, aplicando o fertilizante Super-N, na dosagem total de 165 Kg ha^{-1} .

Sementes

Para a implantação do experimento, utilizaram-se as espécies a seguir de milho para o primeiro e segundo ano:

Milho (*Zea mays* L.), cultivar Biogene BG 7049H com as seguintes características: gramínea com sistema radicular fasciculado de ciclo precoce, semeado em fevereiro de 2012 e 2013, transgênica, híbrido triplo, utilizada para produção de grãos e silagem, textura semi dura, com resistência média a alta ao acamamento e nível tecnológico de médio a alto. Com 90% de poder germinativo e 95% de pureza, no espaçamento de 0,45 m e 0,90 m entrelinhas com densidade estimada em 60.000 e 80.000 plantas por hectare nesses espaçamentos.

Milho (*Zea mays* L.) híbrido simples modificado DeKalb 330 PRO com as seguintes características: gramínea com sistema radicular fasciculado de ciclo superprecoce, semeado em fevereiro de 2012 e 2013, transgênica, híbrido simples, ciclo semi precoce, utilizada para produção de grãos e silagem, textura semi dentada, resistente ao acamamento e com alto nível tecnológico. Ideal para os plantios de fechamento de verão (pós-cereais de inverno) e também na pós-colheita do fumo, feijão. Com 90% de poder germinativo e 98% de pureza, no espaçamento de 0,45 m e 0,90 m entrelinhas com densidade estimada em 60.000 e 80.000 plantas por hectare nesses espaçamentos.

Defensivos Agrícolas

Durante os manejos das plantas daninhas e no desenvolvimento das culturas de milho no primeiro e segundo ano, foram usados os seguintes defensivos agrícolas:

No primeiro ano e segundo ano:

- Herbicidas: Roundup Original , composição química, N-(phosphonomethyl) glycine, sal de Isopropilamina de Glifosato 480 g/L (360 g/L equivalente ácido), na dosagem de 4,0 l ha⁻¹ para a dessecação da maioria das plantas daninhas de folhas estreitas; 2,4-dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D), herbicida hormonal seletivo de ação sistêmica, concentrado solúvel, na dosagem de 1 l ha⁻¹.
- Inseticida: Uma única aplicação aos 20 dias após a semeadura de Primolli 25 CE (deltametrina 25 g L⁻¹), na dosagem de 2,9 l ha⁻¹ no controle da lagarta do milho e o produto sansão 40 SC (nicossulfuron) no controle das plantas daninhas, na dosagem de 0,40 l ha⁻¹.
- Fungicidas: Priori XTRA, sistêmico, dos grupos químicos Azoxistrobina: Estrobilurina; Ciproconazol : Triazol, suspensão concentrada na dosagem de 0,29 l ha⁻¹. Ópera, Fungicida de ação sistêmica dos grupos químicos estrobilurina (PIRACLOSTROBINA) e triazol (EPOXICONAZOL), na dosagem de 0,4 l ha⁻¹.

TRATORES E EQUIPAMENTOS

Na utilização dos equipamentos foi utilizado um trator 4x2 simples da marca FORD 5630, ano 1980 de 80 CV e um trator 4x2 com tração dianteira assistida marca Massey Ferguson 292, ano 200 de 108 CV.

Para instalação e condução do experimento, foram utilizados os seguintes equipamentos agrícolas:

- Grade de discos pesada marca Marchesan, de arrasto tipo “off set”, com 14 discos recortados de 28”, massa total de 1698 kg,

largura de trabalho de 1,8 m, e levante através do sistema hidráulico;

- O escarificador, marca JAN, modelo Jumbo AS-5/5, com cinco hastes retas, medindo 760 mm de comprimento, espaçadas em 300 mm, apresentava massa de 370 kg e foi regulado para operar a 200 mm de profundidade.
- Semeadora adubadora marca Tatu Marchesan, modelo SHM 15/17 para plantio direto com sete linhas espaçadas de 0,45 m, distribuição de sementes tipo rotor acanalado helicoidal, distribuição de adubo tipo rosca sem-fim, profundidade de trabalho regulável com duas rodas limitadoras por linha e disco de corte liso colocado à frente de cada linha de semeadura, com mecanismos sulcadores tipo discos duplos desencontrados, capacidade para 282 kg de sementes e 600 kg de adubo e massa de 3.732 kg, para semeadura do milho;
- Pulverizador de barras marca Jacto, modelo Columbia, montado com tanque com capacidade de 2000 L de calda, barra de 12 m equipada com 24 pontas de pulverização, massa de 195 kg, sendo pontas de jato leque para aplicação de herbicida e de jato cônico para inseticidas;
- Trilhadora estacionária de grãos, montada no sistema de três pontos do trator, marca NUX, modelo SDMN-15/35, com acionamento pela TDP, para trilha das espigas de milho.

DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

O delineamento experimental foi blocos com oito repetições, em parcelas subdivididas, sendo as parcelas constituídas por três sistemas de preparo do solo e as subparcelas compreenderam em dois espaçamentos entrelinhas do milho.

Em 2012 os sistemas de preparo do solo adotados foram: I - Preparo do solo convencional (Gradagem Aradora - GA), II - Preparo mínimo do solo (Subsolador – S), a uma profundidade de 20 cm e III - Sistema de plantio direto (SPD). Utilizou-se em média de três sementes e seis sementes por metro linear nas

cultivares Biogene BG7049H e Dekalb 330 PRO, com densidade de 61000 plantas ha^{-1} nos espaçamentos de 0,45 m e 0,90 m respectivamente.

Em 2013 os sistemas de preparo do solo adotados foram: I - Preparo do solo convencional (Gradagem Aradora - GA), II – Sistema de plantio direto (a subsolagem foi realizada no ano anterior) e III - Sistema de plantio direto (SPD). Utilizou-se em média de três sementes e seis sementes por metro linear nas cultivares Biogene - 7049H e Dekalb 330 PRO, com densidade de 61000 plantas ha^{-1} nos espaçamentos de 0,45 m e 0,90 m respectivamente.

Considerou-se para amostragem a área útil de 2,7 m^2 e 5,4 m^2 de cada parcela nos espaçamentos de 0,45 m e 0,90 m, respectivamente. Para avaliação foram utilizadas as duas linhas centrais de cada parcela e subparcela de 10 metros de comprimento e descartando-se dois metros de cada extremidade.

COBERTURA VEGETAL DO SOLO

Massa seca da Cobertura Vegetal

No ano 2012 para determinação da massa seca da cobertura vegetal utilizou-se um quadrado de ferro de 0,25 m^2 de área, jogado ao acaso, no qual coletou - se uma amostra por parcela experimental de matéria vegetal (restos culturais e plantas invasoras) presente na superfície do solo, após a colheita do milho. As amostras foram coletadas, cortando-se com uma tesoura de poda os materiais vegetais contidos no quadrado de ferro, de acordo com a metodologia descrita por (CHAILA, 1986). O material colhido foi acondicionado em sacos de papel, transportado até o Laboratório de Solos da Universidade do Oeste Paulista de Presidente Prudente. Esse material foi levado à estufa com circulação forçada de ar e temperatura de 65°C e deixado por um período de 72 horas. Após a secagem do material foi pesado em balança digital de precisão de 0,01g, cujos valores foram transformados em kg ha^{-1} .

Porcentagem de Cobertura Vegetal do Solo

No ano de 2012 a porcentagem de cobertura do solo, foi determinada usando a metodologia descrita por Laflen, Amemiya e Hintz (1981), na

qual foram realizadas a contagem da porcentagem de cobertura na superfície do solo, nas direções diagonais de cada parcela experimental, antes e após o preparo do solo e na semeadura. Para a determinação do percentual de cobertura vegetal, fez-se a contagem dos pontos sem cobertura e subtraiu-se de 100. Essa porcentagem foi obtida pela equação: $PMC = PCd/PC \cdot 10$.

Em que:

PMC: porcentagem de manutenção de cobertura na superfície do solo (%);

PCd: porcentagem de cobertura do solo depois dos preparos (%)

PCa: porcentagem de cobertura do solo antes dos preparos

RESISTÊNCIA MECÂNICA DO SOLO À PENETRAÇÃO

Posteriormente à colheita no ano de 2013, para o teste de resistência mecânica do solo à penetração (RMP), utilizou – se um penetrômetro de impacto digital, do laboratório de solos da Universidade Estadual de Londrina. Esse aparelho foi utilizado nas parcelas e subparcelas, totalizando 192 pontos. O penetrômetro de impacto digital apresentava as seguintes denominações:

EIJKELKAMP PENETROLOGGER SN

Projectname : OSCAR3

Username : UEL

Plotname : PLOTX001

Plotdate : 13-12-13

Nr. of pen/plot : 1

Nr of pen done : 192

Cone type : 5.0cm² 60deg

Penetrationspeed : 2cm/s

Depth meas unit: cm

Pressure meas unit: MPascal

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância (ANOVA) utilizando o programa computacional SISVAR, e as médias comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Colheita e Avaliações

Colheita

A colheita foi realizada manualmente no final de julho de 2012 e 2013. Na debulha das espigas foi utilizada uma trilhadora estacionária de grãos, montada no sistema de três pontos do trator, modelo SDMN-15/35, com acionamento pela TDP, para trilha das espigas de milho, acoplada em trator FORD 5630, ano 1980 de 80 CV e a produtividade de cada parcela foi convertida para $t\ ha^{-1}$, com umidade corrigida a 13%.

Avaliações

Em 2012 a altura das plantas para padronização das medições foi determinada a partir do solo até a inserção da última folha. O diâmetro do colmo foi medido com um paquímetro digital da marca haste fibra Western DC6, com capacidade 0-150 mm / 0-6", resolução: 0,1mm / 0,01, exatidão: 0,3 mm / 0,01 em fibra de carbono, no entrenó, a cinco centímetros do solo.

Em 2013 a altura das plantas para padronização das medições foi determinada a partir do solo até a inserção da primeira espiga. O diâmetro do colmo foi medido com um paquímetro digital da marca haste fibra Western DC6, com capacidade 0-150 mm / 0-6", resolução: 0,1mm / 0,01, exatidão: 0,3 mm / 0,01 em fibra de carbono, no entrenó, a cinco centímetros do solo.

A produtividade de cada parcela foi convertida para $Mg\ ha^{-1}$, com umidade corrigida a 13%, em 2012 e 2013.

RESULTADO E DISCUSSÃO

A análise de variância conjunta evidenciou efeito significativo na altura da planta e produtividade entre os espaçamentos de 0,45 m e 0,90 m. O diâmetro do colmo apresentou significância nos sistemas de preparo da cultivar Biogene BG 7049H. Já a análise de variância da cultivar Dekalb 330 PRO houve efeitos significativos (Tabela 2) na massa seca, produtividade e interação significativa entre os sistemas de preparo do solo x espaçamentos da altura de plantas.

Tabela 2 - Análise de variância para os resultados de altura de plantas (Altura), diâmetro de colmo (Diâmetro), massa Seca (MS) em kg ha⁻¹ e Produtividade (Mg ha⁻¹) de dois híbridos de milho, em relação aos sistemas de preparo do solo e submetidos a dois espaçamentos entrelinhas nas cultivares Biogene 7049H e Dekalb 330 PRO no primeiro ano de condução do experimento.

Fontes de Variação	Altura(m)	Diâmetro(mm)	MS(Kg ha ⁻¹)	Produtividade (Mg ha ⁻¹)
Biogene 7049H				
Preparo (P)	0,501ns	3,678*	2,313ns	0,435ns
Espaçamento(E)	26,432*	0,001ns	1,839ns	4,687*
PXE	0,498ns	1,090ns	0,083ns	0,243ns
CV (%)				
Preparo (P)	9,36	11,38	16,45	26,47
Espaçamento(E)	8,42	12,97	11,49	12,16
Fontes de Variação	Altura(m)	Diâmetro(mm)	MS(kg ha ⁻¹)	Produtividade (Mg ha ⁻¹)
Dekalb 330 PRO				
Preparo (P)	14,43ns	2,193ns	46,578*	4,608*
Espaçamento(E)	34,12ns	0,254ns	1,882ns	2,550ns
PXE	0,62*	1,267ns	0,200ns	1,661ns
CV (%)				
Preparo (P)	9,31	9,63	11,59	23,01
Espaçamento(E)	16,26	3,87	13,85	11,94

ns: não significativo a 5 % de probabilidade pelo teste F. * significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Fonte: O próprio autor

A análise de variância apresentou efeito significativo da cultivar Biogene - 7049H(Tabela 3) nos espaçamentos de 0,45 m e 0,90 m na variável produtividade. Houve interação significativa entre os sistemas de preparo x espaçamento na produtividade de plantas na cultivar Dekalb 330 PRO, no segundo ano de condução do experimento.

Tabela 3 - Análise de variância para os resultados de altura de plantas (Altura), diâmetro de colmo (Diâmetro) e Produtividade (Mg ha^{-1}) nas cultivares de milho Biogene 7049H e Dekalb 330 PRO, em relação aos sistemas de preparo do solo e submetidos a dois espaçamentos entrelinhas no segundo ano de condução do experimento.

Fontes de Variação	Altura(m)	Diâmetro(mm)	Produtividade (Mg ha^{-1})
Biogene 7049H	1,008ns	0,369ns	2,125ns
Preparo (P)			
Espaçamento(E)	0,083ns	6,792ns	25,968*
PXE	1,623ns	0,461ns	0,539ns
CV (%)			
Preparo (P)	7,56	10,08	26,84
Espaçamento(E)	5,75	7,00	21,85
Fontes de Variação	Altura(m)	Diâmetro(mm)	Produtividade (Mg ha^{-1})
Dekalb 330 PRO			
Preparo (P)	15,903ns	0,472ns	1,385ns
Espaçamento(E)	1,054ns	2,028ns	8,839ns
PXE	5,372ns	1,190ns	5,129*
CV (%)			
Preparo (P)	6,44	5,53	23,06
Espaçamento(E)	8,82	8,83	12,46

ns: não significativo a 5 % de probabilidade pelo teste F. * significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Fonte: O próprio autor.

Na Tabela 4, no primeiro ano de condução do experimento, os sistemas de preparo do solo, as cultivares Biogene 7049H e Dekalb 330 PRO exerceram influência sobre a altura das plantas. O espaçamento de 0,45 m e 0,90 m não apresentaram diferença estatística na cultivar Biogene BG 7049H. Na cultivar Dekalb 330 PRO com espaçamento de 0,45 m entrelinhas os sistemas de preparo influenciaram a altura das plantas, apresentando diferenças estatísticas, tendo o sistema de preparo convencional proporcionado maiores alturas em relação ao sistema de preparo mínimo. Concordando os resultados obtidos por Álvares et al. (2006) e Barbieri et al. (2005), que relataram aumento da altura de planta de milho com a redução do espaçamento entrelinhas. Essa ocorrência está relacionada principalmente quando reduz o espaçamento na linha de semeadura, ocorrendo redução na competitividade entre as plantas de milho e comprovando uma melhor distribuição espacial de plantas (NUMMER FILHO; HENSTSCHE 2006). A competição intraespecífica por luz, resulta estímulo da dominância apical, conseqüentemente aumenta a altura da planta na redução do espaçamento de 0,45 m (ALVAREZ; PINHO; BORGES, 2006; ARGENTA; SILVA; SANGOI, 2001;

SANGOI; GRACIETTI; BIANCHET, 2002). Por outro lado Gross, Pinho e Brito (2006) e Von Pinho et al. (2008) obtiveram maiores altura de plantas no maior espaçamento entrelinhas.

Tabela 4 - Altura da planta (m) em função de dois espaçamentos entrelinhas com três sistemas de preparo de solo em relação às cultivares Biogene 7049H e Dekalb 330 PRO no primeiro ano de condução do experimento.

2012/2012					
PREPARO	Biogene 7049H		Média	Dekalb 330 PRO	
	ESPAÇAMENTO(m)			ESPAÇAMENTO(m)	
	0,45	0,90		0,45	0,90
Convencional	1,19aA	1,09aB	1,14a	1,25aA	1,08aB
Mínimo	1,23aA	1,08aB	1,16a	1,10bA	0,96aB
Plantio direto	1,20aA	1,03aB	1,12a	1,21abA	0,98abB
Média	1,21A	1,07B		-	-

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey ($P \leq 0,05$).

Fonte: O próprio autor.

A altura da planta no ano segundo ano de condução não houve diferença estatística nas cultivares Biogene 7049H e cultivar Dekalb 330 PRO nos espaçamentos de 0,45 m e 0,90 m e nos três sistemas de preparo. Concordando com Silva (2004) na condução de seu experimento e Demétrio et al. (2008) e Piffer (2008) que não notaram diferenças estatísticas na altura de plantas de milho devido à redução do espaçamento de 0,90 m para 0,45 m. Discordando dos resultados obtidos por Álvares, Pinho e Borges (2006) e Barbieri et al. (2005), que relataram aumento da altura de planta de milho com o aumento da população e redução do espaçamento.

Conforme Tabela 5, referente ao primeiro ano de condução do experimento, os sistemas de preparo não exerceram influência no diâmetro do colmo das plantas de milho na cultivar Biogene 7049H.

Quanto aos espaçamentos, verifica-se que ocorreram diferenças estatística, sendo obtidos maiores diâmetros do colmo no espaçamento de 0,45 m, nos sistemas de preparo convencional e sistema de preparo mínimo, possivelmente devido à melhor distribuição das plantas na linha de semeadura diminuindo a competição intraespecífica. O sistema de preparo convencional foi superior estatisticamente em 34%, quando comparado ao sistema de plantio direto.

Concordando com Piffer (2008) que aumentando a população e reduzindo o espaçamento, concluiu que o sistema de preparo convencional foi superior ao sistema de plantio direto. O espaçamento 0,90 m não apresentou significância entre os preparos. Bertolini, Gamero e Benez (2006); Leite (2002) e Silva (2000) não encontraram diferenças estatísticas no diâmetro do colmo utilizando os sistemas de preparo convencional, preparo mínimo e plantio direto.

A cultivar Dekalb 330 PRO, não verificou-se diferença estatística entre os sistemas de preparo e os espaçamentos. Concordando com Silva (2004) e Bertolini, Gamero e Benez (2006), que não verificaram diferenças estatísticas entre os diversos sistemas de preparo.

Tabela 5 - Diâmetro do colmo (mm) em função de dois espaçamentos entrelinhas com três sistemas de preparo de solo em relação à cultivar Biogene BG7049H no primeiro ano de condução do experimento.

PREPARO	Biogene 7049H		Média
	ESPAÇAMENTO(m)		
	0,45	0,90	
Convencional	34,10aA	32,51aA	33,31a
Mínimo	32,09abA	31,34aA	31,74ab
Plantio direto	28,63bA	31,09aA	29,86b
Média	31,61A	31,65A	

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey ($P \leq 0,05$).

Fonte: O próprio autor

Conforme Tabela 6, referente ao segundo ano de condução do experimento, não houve diferença estatística no diâmetro do colmo nos espaçamentos de 0,45 m e 0,90 m e os sistemas de preparos nas cultivares Biogene 7049H e Dekalb 330 PRO. Concordando com Lourenção et al. (2011) que também não foi observada significância entre os espaçamentos na cultivar Dekalb 330. Diferente de Demétrio et al (2008), que cita que diminuindo o espaçamento entrelinhas há uma redução no diâmetro do colmo. Freitas et al (2005), relata que não houve diferença estatística no diâmetro do colmo em relação ao sistemas de preparo.

A massa seca da cobertura vegetal do solo no primeiro ano de condução do experimento não diferiu estatisticamente entre as parcelas destinadas

ao sistemas de preparos e os espaçamentos entrelinhas de 0,45 m e 0,90 m, na cultivar Biogene 7049H. Segundo Alvarenga et al. (2001), em área de plantio direto a produção de massa seca considerada apropriada é na quantidade de 6.000 kg ha⁻¹ ou superior, diferente do maior valor máximo encontrado nesse experimento que é de 5191,60 Kg ha⁻¹. Conforme Tabela 6, no primeiro ano de condução do experimento não ocorreu diferença estatística entre os espaçamentos entrelinhas de 0,45 m e 0,90 m, na cultivar Dekalb 330 PRO, indicando homogeneidade da área do experimento antes da instalação dos tratamentos. Por outro lado a cultivar Dekalb 330 PRO diferiu estatisticamente entre os sistemas de preparo. O sistema de preparo mínimo e plantio direto foi superior estatisticamente ao sistema de preparo convencional, nos espaçamentos de 0,45 m e 0,90 m. Leite (2002) apresentou o mesmo resultado, todavia discordando de Piffer (2008), que demonstrou menor produção de massa seca no sistema de plantio direto. Como já citado por Alvarenga et al. (2001), podemos considerar a produção de massa seca apropriada e superior estatisticamente, nos sistema de preparo plantio direto e sistema de preparo mínimo nos espaçamentos de 0,45 m e 0,90 m entrelinhas.

Tabela 6 - Massa seca das plantas de milho (kg ha⁻¹) em três sistemas de preparo do solo, em dois espaçamentos entrelinhas para cultivar Dekalb 330 PRO no primeiro ano de condução do experimento.

PREPARO	Dekalb 330 PRO		Média
	ESPAÇAMENTO(m)		
	0,45	0,90	
Convencional	4522,40bA	4406,70bA	4464,55c
Mínimo	6855,05aA	6488,20aA	6671,63a
Plantio direto	6201,90aA	5746,10aA	5974,00b
Média	5859,78A	5547,00A	

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P≤0,05).

Fonte: O próprio autor.

Os resultados da produtividade de grãos de milho no primeiro ano de condução do experimento pode constatar que os sistemas de preparo do solo e o espaçamento entrelinhas de 0,45 m e 0,90 m, não influíram nessa característica, na cultivar Biogene 7049H. Contrariando Dourado Neto et al. (2003), que mostrou haver maior ganho na produtividade de grãos com espaçamento mínimo e concordando com Leite (2002), Silva et al. (2007), Cruz et al. (2007) e Pereira et al. (2008), que

não obtiveram diferenças estatísticas significativas na produtividade do milho em função da redução dos espaçamentos entrelinhas. Kluthcouski et al. (2000) e Silveira; Stone (2003), relatam que apesar dos resultados não ter influenciado na produtividade em relação aos sistemas de preparo, a produtividade de grãos de milho tem sido bastante variável sob diferentes sistemas de manejo do solo. Na literatura existem várias divergência de valores quanto relacionado à produtividade de grãos em função do sistema de preparo do solo, porque esses valores sofrem interferências de vários fatores como: clima, pelas rotações de culturas, fertilidade física, química e biológica do solo.

A cultivar Dekalb 330 PRO os sistemas de preparo não exerceram influência na produtividade de grãos de milho (Tabela 7). Por outro lado ocorreu diferença estatística nos espaçamentos entrelinhas, onde o sistema de plantio direto e o sistema de preparo convencional foram estatisticamente superiores ao sistema de preparo mínimo no espaçamento de 0,45 m. Concordando com os resultados obtidos por Arf et al. (2007) e Kaneko et al. (2010). Discordando com Deparis, Lana e Frandoloso (2007), Cruz et al. (2007) e Pereira et al. (2008) que demonstraram que os espaçamentos entrelinhas também não exerceram influência na produtividade de grãos de milho. Segundo Fornasier Filho (2007), espaçamentos mais reduzidos, por permitir na maioria dos casos um aumento da densidade de plantas, proporciona rápido fechamento da entre linha e controle cultural de plantas daninhas, além disso proporciona a maximização do uso da semeadora utilizando os mesmos espaçamentos praticadas na cultura da soja (0,45 a 0,50 m), permitindo maior facilidade no manuseio e ganho de tempo.

Tabela 7 - Produtividade (Mg ha^{-1}) em função de dois espaçamentos entrelinhas com três sistemas de preparo de solo em relação à cultivar Dekalb 330 PRO, no primeiro ano de condução do experimento.

2012/2012			
Dekalb 330 PRO			
PREPARO	ESPAÇAMENTO(m)		Média
	0,45	0,90	
Convencional	9,76abA	9,12aA	9,44ab
Mínimo	7,68bB	7,94aB	7,82b
Plantio direto	10,52aA	9,40aA	9,96a
Média	9,32A	8,82A	

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey ($P \leq 0,05$).

Fonte: O próprio autor.

Na tabela 8 não ocorreu diferença estatística entre os três sistemas de preparo para cultivar Biogene 7049H. Na combinação entre os espaçamentos, o espaçamento de 0,45 m foi superior estatisticamente ao espaçamento de 0,90 m entrelinhas nos três sistemas de preparo na variável produtividade de grãos. Concordando com Gross, Pinho e Brito (2006) e Demétrio et al., (2008), comprovaram que o espaçamento de 0,45m proporcionou maior produtividade de grãos que o espaçamento de 0,90 m. Isso pode ser determinado à maior eficiência na interceptação da radiação solar a ao decréscimo de competição de por luz, água e nutrientes em plantas na linha devido a sua distribuição mais equidistante (ALVAREZ; PINHO; BORGES, 2006).

Como o milho apresenta baixa capacidade de expansão foliar, estandes mínimos limitam a interceptação de radiação solar pela lavoura e diminuem a sua produtividade (SANGOI; SCHMITT; ZANIN, 2007). Embora dados de pesquisas mostrem que o benefício de entrelinhas mais estreitas aumenta à medida que aumenta a densidade de plantio (CRUZ et al., 2007; DEMÉTRIO et al., 2008; HOEFT, 2003), devido ao levantamento realizado comprova que vários agricultores vem a cada ano aumentando a densidade de plantio e reduzindo o espaçamento. Também tem sido constatado o aumento na densidade de plantio e redução do espaçamento entre fileiras nas lavouras de milho de altas produtividades plantadas na época normal (CRUZ et al., 2009). Já Strieder et al. (2008) e Kuns et al. (2007) não determinaram incremento na produtividade de grãos com a redução do espaçamento entrelinhas. De acordo com os autores, os efeitos desta prática cultural dependem do híbrido e do nível tecnológico utilizado na lavoura.

Houve diferença estatística entre os sistemas de preparo de solo no espaçamento de 0,45 m na cultivar Dekalb 330 PRO. O sistema de plantio direto foi superior estatisticamente ao sistema de plantio convencional na produtividade de grãos. O espaçamento de 0,90 m não ocorreu diferença significativa entre os sistemas de preparos. No preparo mínimo e no plantio direto, o espaçamento de 0,45 m entrelinhas resultou em maior produtividade, diferindo-se estatisticamente dos valores observados com linhas espaçadas por 0,90 m.

Tabela 8 - Produtividade (Mg ha^{-1}) em função de dois espaçamentos entrelinhas com três sistemas de preparo de solo em relação às cultivares Biogene 7049H e Dekalb 330 PRO, no segundo ano de condução do experimento.

2013/2013					
PREPARO	Biogene 7049H			Dekalb 330 PRO	
	ESPAÇAMENTO(m)		Média	ESPAÇAMENTO(m)	
	0,45	0,90		0,45	0,90
Convencional	5,21aA	3,91aB	4,56a	5,26bA	5,57aA
Mínimo	5,35aA	3,96aB	4,65a	5,86abA	4,86aB
Plantio direto	6,44aA	4,42aB	5,43a	6,60aA	5,49aB
Média	5,66A	4,10B			

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey ($P \leq 0,05$).

Fonte: O próprio autor.

Demonstrou-se que não ocorreu interação significativa nas cultivares Biogene 7049H e Dekalb 330 PRO na análise de variância no primeiro ano de condução do experimento (Tabela 9), para os parâmetro PCa (% de cobertura do solo antes dos preparos) e PCd (% de cobertura do solo depois dos preparos) nos espaçamentos entrelinhas. Por outro lado ocorreram diferenças estatísticas nos sistemas de preparo para a porcentagem de cobertura antes do preparo e a porcentagem de cobertura após os preparos nas cultivares Biogene 7049H e Dekalb 330 PRO.

Tabela 9 - Análise de variância para os resultados de % de cobertura antes do preparo de solo (PCa) e % de cobertura depois do preparo de solo (PCd), em função dos sistemas de preparo do solo e do espaçamento entrelinhas do milho para as cultivares Biogene 7049H e Dekalb 330 PRO no primeiro ano de condução do experimento.

Fontes de Variação	PCa	PCd
Biogene 7049H		
Preparo do solo (P)	5,17*	907,48*
Espaçamento (E)	2,28ns	0,055ns
PxE	0,63ns	1,64ns
CV (%)		
Preparo do solo (P)	3,24	6,83
Espaçamento (E)	3,03	4,48
Fontes de Variação	PCa	PCd
Dekalb 330 PRO		
Preparo do solo (P)	5,49*	635,88*
Espaçamento (E)	0,003ns	0,001ns
PxE	1,90ns	1,18ns
CV (%)		
Preparo do solo (P)		
	3,26	8,19
Espaçamento (E)	3,00	4,63

ns: não significativo a 5 % de probabilidade pelo teste F. * significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Fonte: O próprio autor.

Os percentuais de solo coberto pela palhada, antes da instalação dos tratamentos, conforme Tabela 10, demonstrou-se que não houve diferença estatística nas cultivares Biogene 7049H e Dekalb 330 PRO nos espaçamentos de 0,45 m e 0,90 m.

O sistema de plantio direto foi significamente superior ao sistema de preparo convencional e ao sistema de preparo mínimo no espaçamento de 0,90 m nas cultivares Biogene 7049H e Dekalb 330 PRO. No sistema de preparo do solo não apresentou diferença estatística no espaçamento de 0,45 m nas cultivares Biogene 7049H e Dekalb 330 PRO. Nesses sistemas de preparo não ocorreram diferença estatística por motivo que essa área experimental no início apresentava uma homogeneidade.

Tabela 10 - Porcentagem (%) de cobertura do solo antes dos preparos do solo (PCa) e dos espaçamentos entrelinhas do milho para as cultivares Biogene 7049H e Dekalb 330 PRO no primeiro ano de condução do experimento.

PREPARO	Biogene 7049H		Média	Dekalb 330 PRO		Média
	ESPAÇAMENTO(m)			ESPAÇAMENTO(m)		
	0,45	0,90		0,45	0,90	
Convencional	84,38aA	84,38bA	84,38a	87,38aA	86,75bA	87,06b
Mínimo	83,75aA	85,13abA	84,44a	88,13aA	86,63bA	87,38b
Plantio direto	86,13aA	88,13aA	87,13a	89,13aA	91,13aA	90,13a
Média	84,75A	85,88A		88,20A	88,16A	

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey ($P \leq 0,05$).

Fonte: O próprio autor.

Na tabela 11 estão apresentados os resultados e verificou-se que houve diferenças estatísticas na porcentagem de cobertura após a realização das operações de preparo do solo, nas cultivares Biogene 7049H e Dekalb 330 PRO. O sistema de preparo plantio direto foi superior ao preparo mínimo e sistema de preparo convencional. Esses resultados concordam com Rodrigues (2005); Yano (2005) e Piffer (2008) que trabalhando com os mesmos sistemas de preparo obtiveram os mesmos resultados. No preparo convencional obteve-se menor porcentagem de cobertura no solo devido a incorporação dos restos culturais (culturas anteriores e plantas daninhas), deixando a superfície do solo totalmente desprotegida. No sistema de plantio direto, por não ocasionar movimentação mecânica do solo antes da semeadura, a incorporação dos restos culturais proporcionada pela semeadora foi superior aos demais preparo. No preparo mínimo proporcionou a incorporação parcial dos restos culturais, devido às hastes do subsolador. Conforme determinada pela ASAE (1992), define que o preparo conservacionista é aquele que apresenta no mínimo 30% de cobertura no solo após as operações de preparo, determinando que os sistemas de preparo do solo, plantio direto e o preparo mínimo se enquadram dentro das normas como preparo conservacionista.

Tabela 11 - Porcentagem (%) de cobertura do solo após os preparos do solo (PCd) e dos espaçamentos entrelinhas do milho para as cultivares Biogene 7049H e Dekalb 330 PRO no primeiro ano de condução do experimento.

PREPARO	Biogene 7049H		Média	Dekalb 330 PRO		Média
	ESPAÇAMENTO(m)			ESPAÇAMENTO(m)		
	0,45	0,90		0,45	0,90	
Convencional	24,13cA	24,50cA	24,31c	26,00cA	24,63cA	25,31c
Mínimo	61,25bA	59,75bA	60,50b	63,25bA	63,11bA	63,19b
Plantio direto	79,13aA	80,75aA	79,94a	83,00aA	84,50aA	83,75a
Média	54,83A	55,00A		57,42A	57,41A	

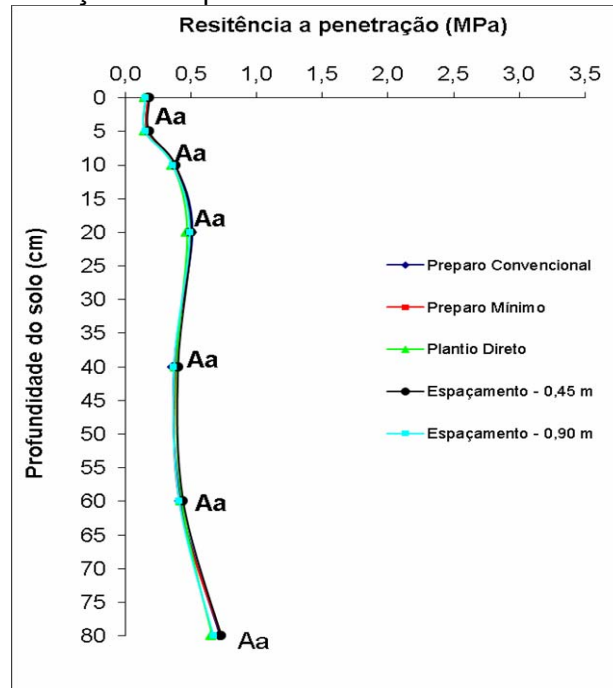
Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Fonte: O próprio autor.

Arshad; Lowery e Grossman (1996) apresentam a seguinte classificação de resistência à penetração (RP): a) extremamente baixa: $RP < 0,01$ MPa; b) muito baixa: $0,01 \leq RP < 0,1$ MPa; c) baixa: $0,1 \leq RP < 1,0$ MPa; d) moderada: $1,0 \leq RP < 2,0$ MPa; e) alta: $2,0 \leq RP < 4,0$ MPa; f) muito alta: $4,0 \leq RP < 8,0$ MPa e g) extremamente alta: $RP > 8,0$ MPa. Na (Figuras 5 e 6) utilizando-se a resistência do solo à penetração (RSP) para determinar a compactação do solo, os valores não diferiram significativamente nas profundidades de 0 a 80 cm, contrastando com Aguiar e Silva et al. (2012) que verificaram que o sistema de preparo convencional foi superior estatisticamente ao sistema de plantio direto, obtendo-se uma maior resistência do solo à penetração. Os maiores valores de RSP foram encontrados no preparo convencional. Esses valores determinado pelo uso das máquinas e implementos de preparo do solo, onde esses equipamentos transferem todo seu peso nas camadas mais profundas. Nas profundidades de 0 a 10cm, 10 cm a 20 cm, 20 cm a 40 cm, 40 cm a 60 cm e 60 cm a 80 cm apresentaram os maiores valores de RSP, evidenciando modificações na profundidade do solo, resultando posteriormente o chamado “pé de grade”. Resultados motivados por problemas na regulagem da profundidade efetiva de trabalho e provavelmente devido ao efeito do acúmulo das cargas resultantes dos implementos de preparo do solo, encontrado abaixo da camada trabalhada, resultando no aumento da resistência à penetração (MAGALHÃES et al., 2009). O mesmo efeito também foi observado no sistema de plantio direto, devido também ter ocorrido operações de preparo do solo neste manejo. Contudo não se verifica

indicação de restrição ao desenvolvimento radicular nesses preparos em nenhuma das cultivares implantada.

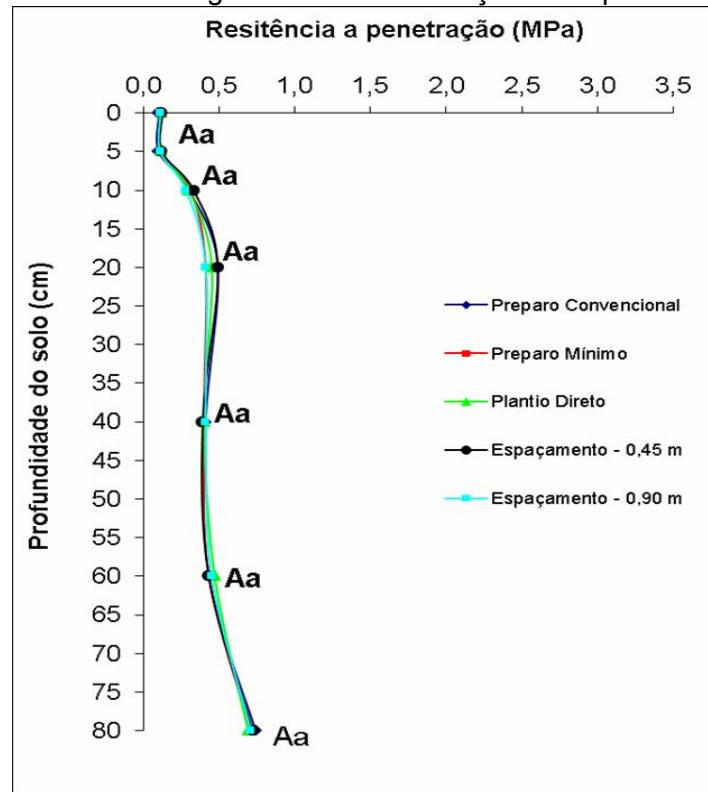
Figura 5 - Média da resistência à penetração (RSP) em MPa nas profundidades de 0-80 cm sob três sistemas de preparos do solo em dois espaçamentos entrelinhas no milho na cultivar Biogene - 7049H no segundo ano de condução do experimento.



Médias seguidas nos sistemas de preparo e os espaçamentos de mesma letra maiúscula e minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Fonte: O próprio autor.

Figura 6 - Média da resistência à penetração (RSP) em MPa nas profundidades de 0-80 cm sob três sistemas de preparo do solo em dois espaçamentos entrelinhas no milho na cultivar Dekalb 330 PRO no segundo ano de condução do experimento.



Médias seguidas nos sistemas de preparo e os espaçamentos de mesma letra maiúscula e minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Fonte: O próprio autor.

Tabela 12 - Umidade média do solo entre os sistemas de preparo, nas camadas de 05 cm a 80 cm de profundidade.

Profundidade (cm)	Preparo do solo
	UMIDADE (%)
0-5	32
5-10	43
10-20	45
20-40	41
40-60	39
60-80	37

Fonte: O próprio autor.

4 CONCLUSÕES GERAIS

Nas condições em que o experimento foi conduzido e com os materiais e métodos utilizados, os resultados obtidos permitem concluir que:

Os sistemas de preparo do solo e os espaçamentos entrelinhas, como práticas isoladas, não influíram na produtividade de grãos da cultura de milho na cultivar Biogene 7049H no primeiro ano de condução do experimento.

O sistema de preparo convencional, sistema de plantio direto do milho e espaçamento de 0,45 m entrelinhas propiciou a obtenção de maiores produtividades no primeiro ano de condução do experimento na cultivar Dekalb 330 PRO.

O espaçamento de 0,45 m foi superior estatisticamente ao espaçamento de 0,90 m nos sistemas de preparo convencional, preparo mínimo e plantio direto na cultivar Biogene 7949H no segundo ano de condução do experimento.

A combinação preparo mínimo, plantio direto, espaçamento de 0,45 m entrelinhas propiciou a obtenção de maiores produtividade em relação ao espaçamento de 0,90 m na cultivar Dekalb 330 PRO.

REFERÊNCIA

- AGUIAR E SILVA, M. A.; AZEVEDO, L. P.; SAAD, J. C. C.; MICHELS, R. N.. Propriedades físico-hídricas, desenvolvimento radicular e produtividade da soja em dois tipos de manejos de solo. **Irriga**, Botucatu, v. 17, n. 3, p. 387-396, 2012.
- ALMEIDA, M. L.; SANGOI, L.; ENDER, M. Incremento na densidade de plantas: uma alternativa para aumentar o rendimento de grãos de milho em regiões de curta estação estival de crescimento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 1, p. 23-29, 2000.
- ALVARENGA, C. R.; CABEZAS, W. A. L.; CRUZ, J. C.; SANTAN, D. P. P. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 22, n. 208, p. 25-36, 2001.
- ALVAREZ, C. G. D.; PINHO, R. G. Von; BORGES, I. D. Avaliação de características agrônômicas e de produção de forragem e de grãos de milho em diferentes densidades de semeadura e espaçamento entre linhas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 3, p. 402-408, maio/jun. 2006.
- ALVIM, M. I.; VALLE, S. M. L. R.; LIMA, J. E.; SILVA, O. M. Análise da competitividade da produção de soja nos sistemas de plantio direto e plantio convencional na região do cerrado brasileiro. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 42, n. 2, p.223-242. 2004.
- ARF, O.; FERNANDES, R. N., BUZETTI, S.; RODRIGUES, R. A. F.; de Sá, M. E.; da COSTA ANDRADE, J. A. Manejo do solo e época de aplicação de nitrogênio no desenvolvimento e rendimento do milho. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 29, p. 211-217, 2007.
- ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; SANGOI, L. Arranjo de plantas em milho: análise do estado-da-arte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 6, p. 1075-1084, 2001.
- ARSHAD, M. A.; LOWERY, B.; GROSSMAN, B. Physical tests for monitoring soil quality. In: DORAN, J. W.; JONES, A. J. **Methods for assessing soil quality**. Madison: Soil Science Society of America, 1996. p. 123-141. (SSSA Special publication, 49).
- ASAE. Terminology and definitions for soil tillage and soil tool relationships. In: _____. **ASAE standards 1992**: standards engineering practices data. San Joseph, 1992. p. 105.
- BALASTREIRE, L. A. **Máquinas agrícolas**. São Paulo: Manole, 1987.
- BALBUENA, R. H.; MENDEVIL, G. O.; RESSIA, J. M. Cobertura del suelo y características de labor de escarificadores con cuchillas circulares y rejas convencionales. In: BALBUENA, R. H.; BENEZ, S. H.; JORAJURÍA, D. **Ingeniería rural y mecanización agrária em el âmbito Latinoamericano**. La Plata: Editorial de la U. N. L. P., 1998. p. 137-142.

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

BARIZON, R. R. M. **Calagem na superfície para a cultura da soja, em semeadura direta sobre (*Brachiaria brizantha*)**. 2001. 88 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2001.

BENEZ, S. H. **Estudo do cultivo mínimo na cultura do milho (*Zea mays* L.) em solo Podzólico vermelho amarelo var. Laras**. 1972. 108 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1972.

BERTOL, I.; ALBUQUERQUE, J. A.; LEITE, D.; AMARAL, A. J.; ZOLDAN JÚNIOR, W. Propriedades físicas do solo sob preparo convencional e semeadura direta em rotação e sucessão de culturas, comparadas às do campo nativo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 28, p. 155-163, 2004.

BERTOLINI, E. V. **Adubação de pré-semeadura na cultura do milho em diferentes manejos do solo**. 2005. 122 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2005.

BERTOLINI, E. V.; GAMERO, C. A.; BENEZ, S. H. Desempenho da cultura do milho em diferentes manejos do solo sobre cobertura vegetal de nabiça (*Raphanus raphanistrum* L.). **Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 21, n. 1, p. 34-46, 2006.

BOLLER, W. **Avaliação de diferentes sistemas de manejo do solo visando à implantação da cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.)**. 1996. 272 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1996.

BORTOLINI, C. G. Influência do espaçamento entrelinhas e do estande de planta de milho sobre o rendimento de grãos. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 24., 2002, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 2002. CD-ROM.

BOTTA, G. F.; JORAJURIA, D.; BALBUENA, R.; RESSIA, M.; FERRERO, C.; ROSSATO, H.; TOURN, M. Deep tillage and traffic effects on subsoil compaction and sunflower (*Helianthus annuus* L.) yields. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 91, p. 164-172, 2006.

BRANDELERO, E. M.; ARAUJO, A. G. de; RALISCH, R. Mobilização do solo e profundidade de semeadura por diferentes mecanismos para o manejo do sulco de semeadura em uma semeadora direta. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 34, n. 2, abr. 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-69162014000200008&Ing=en&nrm=iso>. Acesso em: 15 abr. 2014.

CAMARGO, O.; ALLEONI, L. R. F. **Compactação do solo e o desenvolvimento das plantas**. Piracicaba: ESALQ, 1997.

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

CARVALHO FILHO, A.; CENTURION, J. F.; SILVA, R. P.; FURLANI, C. E. A.; CARVALHO, L. C. C. Métodos de preparo do solo: alterações na rugosidade do solo. **Engenharia Agrícola**, Sorocaba, v. 27, n. 1, p. 229-237, 2007.

CASTRO, O. M. **Preparo do solo para a cultura do milho**. Campinas: Fundação Cargill, 1989.

CAVALIERI, K. M. V.; TORMENA, C. A.; VIDIGAL FILHO, P. S.; GONÇALVES, A. C. A.; Costa, A. C. S. D. Efeitos de sistemas de preparo nas propriedades físicas de um Latossolo Vermelho distrófico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v. 30, n. 1, p. 137-147, 2006.

CENTURION, J. F.; DEMATTÊ, J. L. I.; FERNANDES, F. M. Efeito de sistemas de preparo nas propriedades químicas de um solo sob cerrado cultivado com soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v. 9, p. 267-270, 1985.

CHAILA, S. Métodos de evaluación de malezas para estudios de población y de control. **Revista Malezas, ASAM**, Santa Fe, Argentina, v. 14, n. 2, p. 1-78, 1986.

CHIODEROLI, C. A.; MELLO, L. D.; GRIGOLLI, P. J.; FURTANI, C. E.; SILVA, J. O.; CESARIN, A. L. Atributos físicos do solo e produtividade de soja em sistema de consórcio milho e braquiária. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 1, p.37-43, 2012.

COLOZZI-FILHO, A. Plantio direto: microrganismos e processos. In: ASSOCIAÇÃO DE PLANTIO DIRETO NO CERRADO. **Atualização em fertilidade e biodinâmica no sistema plantio direto**. Brasília: APDC, 2000. p. 29-42 (Programa de treinamento).

CONSELHO NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento de safra brasileira**: grãos. Quarto levantamento, jan. 2014. Brasília, 2014. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 15 jan. 2014.

CONTE, O.; MENEGATI, G. B.; TREIN, C. R. Implantação de milho sobre consórcio de aveia + ervilhaca por diferentes preparos conservacionistas. In: SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 2003, Porto Alegre. **Livro de resumos...** Porto Alegre: UFRGS, 2003. p. 16-20.

CORRÊA, A.; SANTOS, C.; KIST, B. B.; REETZ, E.; BELING, R. R. **Anuário brasileiro de milho 2004**. Santa Cruz do Sul, RS: Gazeta Santa Cruz, 2004.

COSTA, F. S.; ALBUQUERQUE, J. A.; BAYER, C.; FONTOURA, S. M. V.; WOBETO, C. P. Propriedades físicas de um latossolo bruno afetadas pelos sistemas plantio direto e preparo convencional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v. 27, n. 3, p. 527-535, 2003.

CRUZ, J. C.; GARCIA, J. C.; FILHO, I. A. P.; PINTO, L. B. B.; QUEIROZ, L. R. **Caracterização dos sistemas de produção de milho para altas produtividades**. Sete Lagoas: EMBRAPA, 2009. (Circular Técnica, n. 124).

- CRUZ, J. C.; PEREIRA, F. T. F.; PEREIRA FILHO, I. A.; OLIVEIRA, A. C. de; MAGALHAES, P. C. Resposta de cultivares de milho à variação em espaçamento e densidade. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 6, n. 1, p. 60-73, 2007.
- CRUZ, S. C.; PEREIRA, F. D. S.; SANTOS, J. R.; ALBUQUERQUE, A. D.; Pereira, R. G. Adubação nitrogenada para o milho cultivado em sistema plantio direto, no Estado de alagoas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 12, n. 1, p. 62-68, 2008.
- CUNHA, E. Q.; STONE, L. F.; MOREIRA, J. A. A.; FERREIRA, E. P. B.; DIDONET, A. D.; LEANDRO, W. M. Sistemas de preparo do solo e culturas de cobertura na produção orgânica de feijão e milho: II - atributos biológicos do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v. 35, n. 2, p. 603-611, 2011.
- CURY, B. Porque fazer plantio direto. In: _____. **Guia para plantio direto**. Ponta Grossa: Federação de Plantio Direto na Palha, 2000. p. 9-15.
- DALAL, R. C.; ALLEN, D. E.; WANG, W. J.; REEVES, S.; GIBSON, I. Organic carbon and total nitrogen stocks in a Vertisol following 40 years of no-tillage, crop residue retention and nitrogen fertilization. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 112, n. 2, p. 133-139, 2011.
- DALLMEYER, A. U. **Eficiência energética e operacional de equipamentos conjugados de preparo do solo**. 1994. 157 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1994.
- DEBIASI, H. **Recuperação física de um argissolo compactado e suas implicações sobre o sistema solo-máquina-planta**. 2008. 263 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande Sul, Porto Alegre, 2008.
- DEMÉTRIO, C. S. **Desempenho agrônômico de híbridos de milho em diferentes arranjos populacionais em Jaboticabal – SP**. 2008. 53 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2008.
- DEMÉTRIO, C. S.; FORNASIERI FILHO, D.; CAZETTA, J. O.; CAZETTA D. Desempenho de híbridos de milho submetidos a diferentes espaçamentos e densidades populacionais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 12, p. 1691-1697, 2008.
- DENARDIN, J. E.; KOCHHANN, R. A.; SANTI, A.; FAGANELLO, A.; SATTLER, A. **Efeito da consorciação milho-braquiária (Brachiaria brizanta) na mitigação da compactação do solo**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 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, p. 517-525, 2007.

DERPSCH, R.; FRIEDRICH, T. Global overview of conservation agriculture adoption. In: WORLD CONGRESS ON CONSERVATION AGRICULTURE, 4., 2009, New Delhi. **Proceedings...** New Delhi, India, 2009. p. 429-438.

DERPSCH, R.; ROTH, C. H.; SIDIRAS, N.; KÖPKE, U. **Controle da erosão no Paraná, Brasil**: sistema de cobertura do solo, plantio direto e preparo conservacionista do solo. Eschborn: Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit, 1991.

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

DOURADO NETO, D.; FANCELLI, A. L.; LOPES, P. P. Milho: população e distribuição de plantas. In: FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. (Ed.). **Milho: tecnologia da produtividade**. Piracicaba: ESALQI, 2001. p. 120-125.

DUARTE, J. O. Importância econômica. In: **Cultivo do milho**. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/Cultivo doMilho/importancia.htm>>. Acesso em: 5 jan. 2014.

EHLERS, E. Plantio direto e sustentabilidade no meio rural. In: ENCONTRO NACIONAL DE PLANTIO DIRETO NA PALHA, 7., 2000, Foz do Iguaçu. **Resumos...** Foz do Iguaçu: Federação Brasileira de Plantio direto na palha, 2000.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema de produção de milho safrinha de alta produtividade**: safras 2008 e 2009. Sete lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2011. (Circular Técnica).

EMYGDIO, B. M.; TEIXEIRA, M. C. C. **Densidade de plantas e espaçamento entrelinhas para o híbrido de milho BRS 1015**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2008. (Circular Técnica, v. 72).

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. 2. ed. Guaíba: Agropecuária, 2004.

FANCELLI, A. L.; DOURADO-NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000.

FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. Milho: fisiologia da produção. In: SEMINÁRIO SOBRE FISILOGIA DA PRODUÇÃO E MANEJO DE ÁGUA E DE NUTRIENTES NA CULTURA DO MILHO DE ALTA PRODUTIVIDADE, 1996, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ/USP-POTAFÓS, 1996. p. 1-29.

FASOLO, P. J. Importância e uso dos levantamentos de solos e suas relações com o planejamento do uso da terra. In: CASTRO FILHO, C.; MUZILLI, O. **Manejo**

integrado de solos em microbacias hidrográficas. Londrina: Instituto Agrônomo do Paraná, 1996. p. 61-76.

FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE PLANTIO DIRETO NA PALHA - FEBRAPDP.

Evolução do plantio direto no Brasil. Disponível em:

<<http://www.febrapdp.org.br/>>. Acesso em: 5 jan. 2014.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF UNITED NATIONS – FAO.

FAOSTAT. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>>. Acesso em: 25 jan. 2014.

FORNASIERI FILHO, D. **Manual da cultura do milho.** Jaboticabal: Funep, 2007.

FREDDI, O. S.; CENTURION, J. F.; BEUTLER, A. M.; ARATANI, R. G.; LEONEL, C. L. Compactação do solo no crescimento radicular e produtividade da cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, n. 31, p. 627-636, 2007.

FREITAS, F. C. L.; FERREIRA, L. R.; FERREIRA, F. A.; SANTOS, M. V.; AGNES, E. L.; CARDOSO, A. A.; JAKELAITIS, A. Formação de pastagem via consórcio de Brachiária brizanta com o milho para silagem no sistema de plantio direto. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 23, n. 1, p. 49-58, 2005.

FREITAS, P. L. Aspectos físicos e biológicos do solo. In: LANDERS, J. N. **Fascículos sobre experiências em plantio direto nos Cerrados.** Uberlândia: APDC, 1994. p. 187-96.

FRIEDMAN, M. Nutritional value of proteins from different food sources: a review. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 44, n. 1, p. 6-29, 1996.

FURLANI, C. E. A. **Efeito do preparo do solo e do manejo da cobertura de inverno na cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.).** 2000. 218 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.

FURTADO, M. B. F. **Sistemas de preparo do solo e populações de plantas em espaçamentos mínimo:** comportamento de cultivares de milho (*Zea mays* L.). 2005. 87 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2005.

GADANHA JÚNIOR, C. D.; MOLIN, J. P.; COELHO, J. L. D.; YAHN, C. H.; TOMIMORI, S. M. A. **Máquinas e implementos agrícolas do Brasil.** São Paulo: Instituto de Pesquisas do Estado de São Paulo, 1991.

GAMERO, C. A., LANÇAS, K. P. Ensaio e certificação das máquinas de mobilização periódica do solo. In: MIALHE, L. G. **Máquinas agrícolas: ensaio e certificação.** Piracicaba: CNPq-PADCT/TIB- FEALQ, 1996. p. 463 -514.

GROSS, M. R.; VON PINHO, R. G.; BRITO, A. H. Adubação nitrogenada, densidade de semeadura e espaçamento entre fileiras na cultura do milho em sistema plantio direto. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 3, p. 387-393, 2006.

GUPTA, S. C.; LARSOM, W. E. Modeling soil mechanical behavior during tillage. In: AMERICAN SOCIETY OF AGRONOMY. **Predicting tillage effects on soil physical properties and processes**. Madison, 1982. p. 151-178.

HADAS, A.; WOLF, D.; RAWITZ, E. Residual compaction effects on cotton stand and yields. **Trans American Society of Agricultural Engineers**, San Joseph, v. 28, n. 3, p. 691-695, 1985.

HOEFT, R. G. Desafios para obtenção de altas produtividade de milho e de soja nos EUA. **Informações Agrônomicas**, Piracicaba, n. 104, p. 1-4, dez. 2003.

IBGE. **Censo Agropecuário 2006**. Rio de Janeiro, 2009.

KANEKO, F. H.; ARF, O.; GITTI, D. C.; ARF, M. V.; FERREIRA, J. P.; BUZETTI, S. Mecanismos de abertura de sulcos, inoculação e adubação nitrogenada em feijoeiro em sistema plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v. 69, p. 125-133, 2010.

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.

KICHLER, C. FULTON, J. P.; RAPER, R. L.; ZECH, W. C.; McDONALD, T. P.; BRODBECK, C. J. **Spatially monitoring tractor performance to evaluate energy requirements of variable depth tillage and implement selection**. 2007. Disponível em: <http://herman.marc.usda.gov/SP2UserFiles/Place/64200500/csr/ResearchPubs/kornecki/kichler_07a.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2013.

KLUTHCOUSKI, J.; FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D.; RIBEIRO, C. M.; FERRARO, L. A. Manejo do solo e o rendimento da soja, milho, feijão e arroz em plantio direto. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 57, n. 1, p. 97-104, jan./mar. 2000.

KUNZ, J. H.; BERGONCI, J. I.; BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G. A.; HECKLER, B. M. M.; COMIRAN, F. Uso da radiação solar pelo milho sob diferentes preparos do solo, espaçamento e disponibilidade hídrica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 11, p. 1511-1520, 2007.

LAFLEN, J. M.; AMEMIYA, A.; HINTZ, E. A. Measuring crop residue cover. **Soil Water Conservation**, Whashington, v. 36, n. 6, p. 341-343, 1981.

LAL, R.; REICOSKY, D. C.; HANSON, J. D. Evolution of the plow over 10,000 years and research focus from 1955 to 2000. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, n. 93, p. 1-12, 2007.

LEITE, M. A. S. **Efeito de três sistemas de preparo do solo e dois espaçamentos entre fileiras sobre a cultura do milho (*Zea mays* L.)**. 2002. 115 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2002.

LEVIEN, R. **Condições de cobertura e métodos de preparo do solo para a implantação da cultura do milho (*Zea mays* L.)**. 1999. 305 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1999.

- LLANILLO, R. F.; RICHART, A.; TAVARES FILHO, J.; GUIMARÃES, M. de F.; FERREIRA, R. R. M. Evolução de propriedades físicas do solo em função dos sistemas de manejo em culturas anuais. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 27, n. 2, p. 205-220, 2006.
- LOURENÇÃO, A. D. S.; TORRES, F. E.; GILO, E. G.; NASCIMENTO, E. S.; DA COSTA, G. B.; NASCIMENTO, J. N. Desempenho de híbridos de milho (*Zea mays* L.) em diferentes espaçamentos na região de Ecótono/Planalto/Pantanal. **Revista Eletronica Anais do Encontro de Iniciação Científica - ENIC**, Dourados, n. 3, 2011. Disponível em: <<http://periodicos.uems.br/novo/index.php/enic/article/view/696/454>>. Acesso em: 20 jan. 2013.
- LOUZADA, R. O. ; SENRA, A. F.; VITORINO, A. C. T.; SOUZA, C. M. A.; MOCHI VICTOR, D. Resistência à penetração em Latossolo Vermelho sob diferentes sistemas de uso e manejo do solo. **Revista Ciências Técnicas Agropecuárias**, San José de las Lajas, La Habana, n. 16, p. 31-36, 2007.
- MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; PAIVA, E. **Fisiologia do milho**. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 2002. (Circular Técnica, 22).
- MAGALHÃES, W. A.; CREMON, C.; MAPELI, N. C.; MENDES SILVA, W.; CARVALHO, J. M; MOTA, M. S. D. Determinação da resistência do solo a penetração sob diferentes sistemas de cultivo em um Latossolo sob Bioma Pantanal. **Revista Agrarian**, Dourados, v. 2, n. 6, p. 21-32, 2009.
- MAGLEBY, R. S.; SCHERTZ, D. L. Conservation tillage chalks up steady gains. **Agricultural Engineering**, St Joseph, v. 67, n. 2, p. 14-16, 1988.
- MAHL, D.; SILVA, R. B.; GAMERO, C. A.; SILVA, P. R. A. Resistência do solo à penetração, cobertura vegetal e produtividade do milho em plantio direto escarificado. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 30, n. 5, p. 741-747, 2008.
- MATTOSO, M. J.; GARCIA, L. C.; DUARTE, J. O.; CRUZ, J. C. Aspectos de produção e mercado do milho. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 27, p. 95-104, 2006.
- MAZUCHOWSKI, J. Z.; DERPSCH, R. **Guia de preparo do solo para culturas anuais**. Curitiba: ACARPA, 1984.
- MAZURANA, M.; LEVIEN, R.; MULLER, J.; CONTE, O. Sistemas de preparo de solo: Alterações na Estrutura do solo e Rendimento das Culturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v. 35, n. 4, p. 1197-1206, 2011.
- MELO, R. S. S.; SILVA, R. S.; SOUZA, M. A.; SILVA NETO, L. D. F. Sistemas de culturas com milho sob semeadura direta na região Nordeste do Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 9, p. 1535-1541, 2013.
- MUZILLI, O. Fertilidade do solo em plantio direto. In: FANCELLI, A. L.; TORRADO, P. V.; MACHADO, J. **Atualização em plantio direto**. Campinas: Fundação Cargill, 1985. p. 147-158.

MUZZILI, O.; BORGES, G. O.; MIRANDA, M. A sustentabilidade agrícola e o plantio direto. In: PEIXOTO, R. T. G.; AHRENS, D. C.; SAMAHA, M. J. **Plantio direto: o caminho para uma agricultura sustentável**. Ponta Grossa: Instituto Agronômico do Paraná, 1997. p. 48-49.

NICOLOSO, R. S. et al. Eficiência da escarificação mecânica e biológica na melhoria dos atributos físicos de um Latossolo muito argiloso e no incremento do rendimento de soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v. 32, p. 1723-1734, 2008.

NUMMER FILHO, I.; HENTSCHKE, C. W. Redução do espaçamento entrelinhas na cultura do milho. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, n. 92, 2006.

ORTIZ-CAÑAVATE, J. **Las maquinas agrícolas y su aplicación**. Madrid: Mund-Prensa, 1980.

PALHARES, M. **Distribuição e população de plantas e produtividade de grãos de milho**. 2003. 90 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

PAULA JÚNIOR, T. J.; VENZON, M. (Coord.). **101 culturas: manual de tecnologias agrícolas**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2007.

PAVINATO, P. S.; MERLIN, A.; ROSOLEM, C. A. Disponibilidade de cátions no solo alterada pelo sistema de preparo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v. 33, n. 4, p. 1031-1040, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-06832009000400027&script=sci_arttext>. Acesso em: 20 jan. 2014.

PEREIRA FILHO, I. A. **O cultivo do milho-verde**. Brasília: Embrapa, 2003.

PEREIRA, F. D. S.; CRUZ, S. C.; ALBUQUERQUE, A. W.; SANTOS, J. R.; SILVA, E. T. Arranjo espacial de plantas de milho em sistema plantio direto. Campina Grande: **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 12, n. 1, p. 69-74, 2008.

PEREIRA, R. C. **Relação entre características estruturais e bioquímicas e a textura do grão de milho**. 2006. 54 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

PERTICARRARI, J. G.; IDE, B. Y. Cultivo mínimo. In: SEMINARIOS DE TECNOLOGIA AGRONOMICA, 4., 1988. Piracicaba. **Trabalhos apresentados...** Piracicaba: COPERSUCAR, 1988.

PIFFER, C. R. **Viabilidade da nabiça (*Raphanus raphanistrum* L.) como planta de cobertura para a cultura do milho em diferentes sistemas de manejo do solo**. 2008. 192 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura)- Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2008.

RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. FURLANI, A.M.C. **Boletim 100: Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo, 1996.

REEDER, R. Making the transition to conservation tillage. In: CONSERVATION tillage systems and management: crop residue management with no-till, ridge-till, mulch-till. Ames: Midwest Plan Service, 1992. p. 3-4.

REICHERT, J. M.; KAISER, D. R.; REINERT, D. J.; RIQUELME, U. F. B. Variação temporal de propriedades físicas do solo e crescimento radicular de feijoeiro em quatro sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, p. 310-319, 2009.

RODRIGUES, J. G. L. **Demanda energética de sistemas de manejos do solo na cultura da soja (*Glycine max L.*)**. 2005. 63 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2005.

SALTON, J. C.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; FABRÍCIO, A. C.; MACEDO, M. C. M.; BROCH, D. L. Teor e dinâmica do carbono no solo em sistemas de integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 10, p. 1349-1356, out. 2011.

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, jan./fev. 2000.

SANGOI, L., SCHWEITZER, C., SILVA, P. D., SCHMITT, A., VARGAS, V. P., CASA, R. T., SOUZA, C. D. Perfilhamento, área foliar e produtividade do milho sob diferentes arranjos espaciais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 6, p. 609-616, jun. 2011.

SANGOI, L.; ALMEIDA, M. L.; GRACIETTI, M. A.; HORN, D.; SCHWEITZER, C.; SCHIMITT, A.; BIANCHET, P. Rendimento de grãos, produção e distribuição de massa seca de híbridos de milho em função do aumento da densidade de plantas. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 11, n. 1, p. 25-31, 2005.

SANGOI, L.; ENDER, M.; GUIDOLIN, A. F.; ALMEIDA, M. L.; HEBERLE, P. C. Influence of row spacing reduction on maize grain yield in regions with a short summer. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 6, p. 861-869, 2001.

SANGOI, L.; SCHMITT, A.; ZANIN, C. G. Área foliar e rendimento de grãos de híbridos de milho em diferentes populações de plantas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 6, n. 3, p. 263-271, 2007.

SANGOI, L.; SILVA, P. R. F.; ARGENTA, G. **Estratégias de manejo do arranjo de plantas para aumentar o rendimento de grãos do milho**. Lages: Graphel, 2010.

SANGOI, L.; SILVA, P. R. F.; ARGENTA, G.; HORN, D. Bases morfo-fisiológicas para aumentar a tolerância de cultivares de milho a altas densidades de plantas In: REUNIÃO TÉCNICA CATARINENSE DE MILHO E FEIJÃO, 4., 2003, Lages, SC. **Resumos expandidos...** Lages: CAV-ÜDESC, 2003. p. 19-24.

SANGOI, L.; ZAIN, C. G.; SILVA, P. R. F.; SALDANHA, A.; VIEIRA, J.; PLETSCH, A. J. Uniformidade no desenvolvimento e resposta de cultivares de milho ao incremento na população de plantas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 8, n. 1, p. 69-81, 2009.

SANGOI, L.; GRACIETTI, M. A.; BIANCHET, P. Híbridos contemporâneos são mais exigentes em produção de plantas para maximizarem o rendimento de grãos. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 24., 2002, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 2002. v. 1, p.1-4.

SANTOS, H. P., SPERA, S. T., TOMM, G. O., KOCHANN, R. A., ÁVILA, A. Efeito de sistemas de manejo de solo e de rotação de culturas na fertilidade do solo, após vinte anos. **Bragantia**, Campinas, v.67, n. 2, p.441-454, 2008.

SCHERTZ, D. L.; BECHERER, J. Terminology. In: MOLDENHAUER, W. C.; BLACK, A. L. **Crop residue management to reduce erosion and improve soil quality in Northern Great Plains**. Washington: United States Department of Agriculture, 1994.

SCHLICK, G. D. S. Espaçamento entre fileiras e população de plantas para cultivares de mamona de porte baixo na safra de verão e safrinha. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL., 6., 2009, Montes Claros. **Anais...** Lavras: UFLA, 2009. CD-ROM.

SCHULTZ, L. A. **Manual do plantio direto: técnicas e perspectivas**. 2. ed. Porto Alegre: Sagra, 1978.

SEIXAS, J.; ROLOFF, G.; RALISCH, R. Tráfego de máquinas e enraizamento do milho em plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 4, p. 794-798, jul./ago. 2005.

SILVA, A. R. B. **Comportamento de variedades/híbridos de milho (*Zea mays* L.) em diferentes tipos de preparo do solo**. 2000. 95 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.

SILVA, A. R. B. **Diferentes sistemas de manejo do solo e espaçamentos na cultura do milho (*Zea mays* L.)**. 2004. 167 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2004.

SILVA, D. A.; SOUZA, L. D.; VITORINO, A. C. T.; GONÇALVES, M. C. Aporte de fitomassa pelas sucessões de culturas e sua influência em atributos físicos do solo no sistema plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 1, p. 147-156, 2011.

SILVA, P. R. F.; SANGOI, L.; ARGENTA, G.; STRIEDER, M. L. **Arranjo de plantas e sua importância na definição da produtividade em milho**. Porto Alegre: Evangraf, 2006.

SILVA, P. S. L.; DUARTE, S. R.; OLIVEIRA, F. H. T. Efeito da densidade de plantio sobre o rendimento de espigas verdes de cultivares de milho desenvolvidas em diferentes épocas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.25, n. 2, p. 154-158, 2007.

SILVEIRA, G. M. **O preparo do solo: implementos corretos**. 3. ed. Rio de Janeiro: Globo, 1989.

SILVEIRA, P. M.; STONE, L. F. Sistemas de preparo do solo e rotação de culturas na produtividade de milho, soja e trigo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 7, n. 2, p. 240-244, dez. 2003.

SIQUEIRA NETO, M.; PICCOLO, M. C.; FEIGLI, B. J.; VENZKE FILHO, S. P.; EDUARDO, C. P. C. Rotação de culturas no sistema de plantio direto em Tibagi (PR): II - emissões de CO₂ e N₂O. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v. 33, n. 4, p. 1023-1029, 2009^a.

SIQUEIRA NETO, M.; VENZKE FILHO, S. P.; PICCOLO, M. C.; CERRI, C. E. P.; CERRI, C. C. Rotação de culturas no sistema de plantio direto em Tibagi (PR): I - sequestro de carbono no solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v. 33, n. 4, p. 1013-1022, 2009^b.

STRECK, C. A.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M.; KAISER, D. R.. Modificações em propriedades físicas com a compactação do solo causada pelo tráfego induzido de um trator em plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 3, p. 755-760, 2004.

STRIEDER, M. L. **Resposta do milho à redução do espaçamento entrelinhas em diferentes sistemas de manejo**. 2006. 100 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

STRIEDER, M. L., SILVA, P. D., RAMBO, L., BERGAMASCHI, H., DALMAGO, G. A., ENDRIGO, P. C., JANDREY, D. B. Características de dossel e rendimento de milho em diferentes espaçamentos e sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.3, p. 309-317, mar. 2008.

TAVARES FILHO, J. BARBOSA, G. M. C; GUIMARÃES, M. F; FONSECA, I. C. B. Resistência do solo à penetração e desenvolvimento do sistema radicular do milho (*Zeamays*, L.) sob diferentes sistemas de manejo em um latossolo roxo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v.25, n.3, p.725-730, 2001.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE – USDA. U.S. **Sweet corn statistics**. 2010. Disponível em: <<http://usda.mannlib.cornell.edu/MannUsda/viewDocumentInfo.do?documentID=1564>>. Acesso em: 25 jan. 2014.

VEIGA, M.; AMADO, T. J. Preparo do solo. In: SANTA CATARINA. Secretaria do Estado da Agricultura e Abastecimento. **Manual de uso, manejo e conservação do solo e da água; projeto de recuperação, conservação e manejo dos recursos naturais em microbacias hidrográficas**. 2. ed. Florianópolis: EPAGRI, 1994. p. 165-187.

VEZZANI, F. M.; MIELNICZUK, J. Uma visão sobre a qualidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v. 33, p.743-755, 2009.

VIEIRA, M. L.; KLEIN, V. A. Propriedades físico-hídricas de um Latossolo Vermelho submetido a diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v. 31, p. 1271-1280, 2007.

VIEIRA, S. R.; NASCIMENTO, P. C.; SARVASI, F. O. C.; MOURA, E. G. Umidade e temperatura da camada superficial do solo em função da cobertura morta por resteva de soja em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v. 15, p. 219-224, 1991.

VILARINHO, A. A. Densidade e espaçamento como fatores de produtividade na cultura do milho. **Agronline**, 2005. Disponível em: <<http://www.agronline.com.br/artigos/artigo.php?id=237>>. Acesso em: 19 jan. 2014.

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

WENDT, V. **Efeito da adubação verde de inverno associada a três doses de NPK, na cultura do girassol (*Helianthus annuus* L.) em dois sistemas de semeadura**. 1998. 122 f. Tese (Doutorado em Agronomia/ Agricultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1998.

WORDELL FILHO, J. A.; ELIAS, HT. **A cultura do milho em Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2010.

YANO, E. H. **Sucessão de culturas em sistemas integrados de produção**. 2005. 129 f. Tese (Doutorado em Agronomia/ Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2005.