

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

**CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DO MILHO EM
FUNÇÃO DA CULTURA ANTECESSORA NO SISTEMA
PLANTIO DIRETO**

AFONSO JOSÉ LUÍS

**DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2014**

CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DO MILHO EM FUNÇÃO DA CULTURA ANTECESSORA NO SISTEMA PLANTIO DIRETO

AFONSO JOSÉ LUÍS
Engenheiro agrônomo

ORIENTADOR: PROF. DR. LUIZ CARLOS FERREIRA DE SOUZA

Dissertação apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia- Produção vegetal, para obtenção do título de Mestre

DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2014


“Características agronômicas do milho em função da cultura antecessora no sistema plantio direto”

por

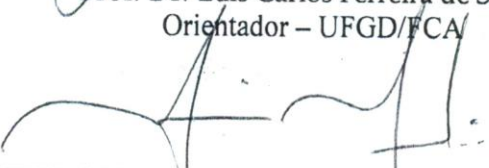
AFONSO JOSÉ LUIS

Dissertação apresentada como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de MESTRE EM AGRONOMIA

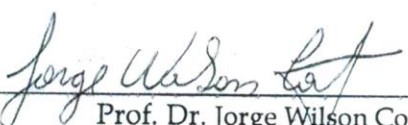
Aprovada em: 28/11/2014



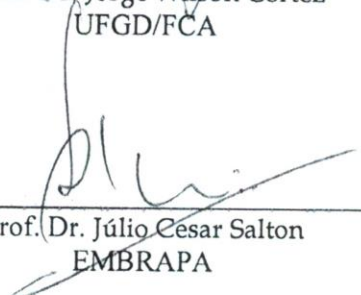
Prof. Dr. Luis Carlos Ferreira de Souza
Orientador – UFGD/FCA



Prof. Dr. . Munir Mauad
UFGD/FCA



Prof. Dr. Jorge Wilson Cortez
UFGD/FCA



Prof. Dr. Júlio César Salton
EMBRAPA

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

L953c Luís, Afonso José

Características agronômicas do milho em função da cultura
antecessora no sistema plantio direto / Afonso José Luís –
Dourados: UFGD, 2014.

28f. il.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Carlos Ferreira de Souza.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) FCA, Faculdade de
Ciências Agrárias – Universidade Federal da Grande Dourados.

1. Cultura antecessora. 2. Plantio direto. 3. Milho. I. Título.

CDD – 633.15

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central – UFGD.

©Todos direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte

Aos meus pais José Luís Dete e Aissa Paulino Chawa, ao meu filho José Afonso Luís Dete e a Betânia Cornélio Floriano, que me ajudaram incondicionalmente nesta etapa da vida.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A **Deus**, por tudo que têm feito na minha vida e na minha família.

Ao **Prof. Dr. Luiz Carlos Ferreira de Souza**, meu orientador, pelo apoio, liberdade de ação na condução dos trabalhos, paciência e seus conhecimentos repassados durante todo o desenvolvimento da pesquisa.

A **UFGD**, que me proporcionou a oportunidade de cursar Pós-Graduação em curso de excelência como o Curso de Mestrado em Agronomia.

A coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Agronomia **Prof^a. Dra. Silvana de Paula Quintão Scalon** pela atenção e pela carta de aceite.

A Secretária do Programa de Pós-Graduação em Agronomia **Maria Lúcia Teles** pela presteza e consideração.

Aos **Profs. Drs. Munir Mauad, Júlio Cesar Salton e Jorge Wilson Cortez**, pela participação na banca examinadora e sugestões de melhoria.

Ao **Prof. Dr. Gessi Ceccon** pelas contribuições no exame de qualificação.

Meu reconhecimento aos professores do Curso de Pós-Graduação em Agronomia pela contribuição ao conhecimento.

Aos meus pais, **José Luís Dete e Aissa Paulino Chawa** que mesmo enfrentando dificuldades, priorizaram a educação de seus filhos.

A minha namorada **Betânia Cornélio Floriano**, pelo constante apoio ao longo dessa empreitada, por compreender a minha ausência, pelos cuidados ao Zezinho, pelo afeto, pelo incentivo e por tudo.

A meu filho **José Afonso Luís Dete** (*Zezinho*), por suportar a minha ausência e por ser a luz da minha vida.

Aos meus irmãos: **Inácio José Luís Dete (Ginho), Carlota José Luís Dete, Anita José Luís Dete, Arlindo José Luís Dete e Alexandre José Luís**, pela amizade e companheirismo sempre.

Ao meu **primo Seguro Afonso Luís Dete**, pelo apoio. Dizer que, é difícil encontrar palavras e algo que se possa fazer para agradecer tal, assim deixo aqui simplesmente o meu muito obrigado.

Ao **Prof. Dr. Alfa Oumar Diallo**, pelos contactos feitos junto ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da UFGD para a obtenção da carta de aceite.

Ao **Prof. Dr. Pedro Chume**, pelos conselhos e motivação o meu muito obrigado.

Aos amigos e colegas de Mestrado e Doutorado em Agronomia da UFGD pelo apoio. Da mesma maneira agradeço aos colegas do grupo de pesquisa em fitotecnia da UFGD pela grande ajuda.

Aos amigos africanos no Brasil: **Edilson Baessa, Edvin Borges, Marcos Apresentação, Zélcia Lima, António Jorge e Teresa Cossa** meu muito obrigado pelos momentos vividos e apoio moral.

Ao **CNPq**, pelo apoio financeiro neste período.

Ao Governo de Moçambique, particularmente a Universidade Zambeze pela oportunidade que me deu para continuar a minha formação acadêmica.

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| Resumo | ix |
| Abstract | x |
| 1. INTRODUÇÃO | 1 |
| 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 3 |
| 2.1 A Cultura de Milho | 3 |
| 2.2. Plantas de cobertura, Rotação de culturas e o Sistema Plantio Direto | 5 |
| 3. MATERIAL E MÉTODOS | 9 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 13 |
| 5. CONCLUSÕES | 20 |
| 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 21 |
| 7. ANEXOS | 28 |

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1. Sequência de rotação de culturas no período de 2012 a 2014, em condições de plantio direto no sequeiro. 11
- Tabela 2. Valores médios das variáveis: altura de planta (m), altura de inserção da 1^a espiga (m) e diâmetro do colmo (mm) da cultura do milho em função da cultura antecessora. Dourados-MS, 2013/2014. 16
- Tabela 3. Valores médios das variáveis: comprimento de espiga (cm), diâmetro de espiga (mm) e número de grãos por espiga da cultura do milho em função da cultura antecessora. Dourados-MS, 2013/2014. 18
- Tabela 4. Valores médios das variáveis: massa de mil grãos (g), produtividade (kg ha^{-1}) e produção relativa da cultura do milho em função da cultura antecessora. Dourados-MS, 2013 e 2014. 19

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Precipitação pluvial, temperaturas máximas e mínimas por decêndio no período de outubro de 2013 a fevereiro de 2014 (safra 2013/2014). Fonte: Estação Meteorológica da UFGD. Dourados-MS, 2013/2014. 10

CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DO MILHO EM FUNÇÃO DA CULTURA ANTECESSORA NO SISTEMA PLANTIO DIRETO

Autor: Afonso José Luís

Orientador: Luiz Carlos Ferreira de Souza

Resumo

As culturas de cobertura de inverno, no sistema plantio direto, podem melhorar os atributos do solo, favorecendo o crescimento da cultura de milho e contribuindo para o aumento da produtividade dos grãos. Objetivou-se com este trabalho, avaliar as características agronômicas do milho em função da cultura antecessora no sistema plantio direto. Para o estudo, utilizou-se um experimento implantado num Latossolo Vermelho Distroférico da Fazenda Experimental da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados, no município de Dourados em Mato Grosso do Sul na safra 2013/2014. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com doze tratamentos e três repetições. Os tratamentos consistiram em culturas antecessoras, nomeadamente braquiária (*Brachiaria ruziziensis*), girassol (*Helianthus annuus*), canola (*Brassica napus*), trigo (*Triticum aestivum*), nabo forrageiro (*Raphanus sativus*), cártamo (*Carthamus tinctorious*), crotalária (*Crotalaria spectabilis*), crambe (*Crambe abyssinica*), níger (*Guizothia abyssinica*), aveia (*Avena sativa*), ervilhaca (*Vicia sativa*) e pousio. As culturas antecessoras influenciaram a altura de planta, altura de inserção da 1ª espiga, o diâmetro do colmo, diâmetro da espiga, número de grãos por espiga, massa de 1000 grãos e produtividade da cultura do milho. As maiores massas de mil grãos e maiores produtividades de grãos de milho foram obtidas quando o cultivo ocorreu após o nabo forrageiro, cártamo, crotalária, crambe, níger, aveia e ervilhaca.

Palavras-chave: *Zea mays*, culturas de cobertura do solo, rotação de culturas.

AGRONOMIC CHARACTERISTICS OF MAIZE IN FUNCTION OF PRECURSOR CROPS IN THE NO-TILLAGE SYSTEM

Author: Afonso José Luís

Supervisor: Luiz Carlos Ferreira de Souza

Abstract

The present research was conducted at Dourados in Mato Grosso do Sul State (Brazil) with the objective to evaluate the agronomic characteristics of maize in function of the precursor crops in no-tillage system. The experimental design was completely randomized block design with twelve treatments in three replications. The treatments were the precursor crops to corn: *Brachiaria ruziziensis*, sunflower (*Helianthus annuus*), oilseed rape (*Brassica napus*), wheat (*Triticum aestivum*), radish (*Raphanus sativus*), safflower (*Carthamus tinctorious*), showy rattlebox (*Crotalaria spectabilis*), crambe (*Crambe abyssinica*), niger (*Guizothia abyssinica*), oats (*Avena sativa*), common vetch (*Vicia sativa*), plus a control (without cover crop). Precursor crops showed significant effect on plant height; ear height; stem diameter; cob diameter; number of kernels per cob; weight of thousand kernels and grain yield of maize. The highest weight of thousand kernels and the highest grain yield was obtained when radish, crambe, niger, showy crotalaria, safflower, oats and common vetch were the precursor crops.

Key words: *Zea mays*, crop rotations, cover crops.

1. INTRODUÇÃO

A monocultura da cultura de milho, ou de qualquer outra espécie é incompatível com a manutenção da qualidade do solo, pois pode promover alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas de solo; além de a médio e longo prazos, trazer problemas relacionados com a ocorrência de pragas, doenças e plantas daninhas, levando conseqüentemente, a uma redução da produtividade da cultura. A ausência da cobertura vegetal aumenta a exposição do solo aos impactos diretos das chuvas, facilitando a erosão hídrica e eólica, e pode causar o decréscimo da matéria orgânica do solo. Verifica-se com predominância nas áreas do Cerrado e em particular em Mato Grosso do Sul um sistema contínuo de sucessão de soja-milho.

A rotação de culturas e a manutenção de cobertura morta sobre o solo desempenham papel importante na manutenção e melhoramento das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (FLOSS, 2000).

Em função do sistema de produção adotado pelos produtores da região sul do Mato Grosso do Sul, a semeadura do milho 2^a safra é realizada no mês de fevereiro. Porém, tem-se observado perdas de produtividade do milho semeado neste período em função de veranicos durante o ciclo da cultura e geada na fase de enchimento de grãos. Também por causa do sistema contínuo de sucessão soja-milho, têm surgido doenças na cultura do milho.

Alguns produtores têm adotado a integração lavoura-pecuária e também sucessão de milho com braquiária, o que tem propiciado rotação e sucessão de culturas, além de melhorar o aporte de palha para o sistema plantio direto em algumas áreas e recuperação de pastagem degradada. O milho apresenta melhor desenvolvimento inicial quando cultivado sobre palhada de plantas de cobertura com capacidade de fixar N do que quando cultivado sobre a palhada de gramíneas, no entanto, estas últimas constituem coberturas do solo que apresentam maior proteção ao solo durante o ciclo todo (FRANCHINI et al., 2011).

Por conseguinte, o conhecimento técnico - científico de espécies de leguminosas, gramíneas e oleaginosas de inverno para compor sistemas de produção nas regiões do Cerrado e no estado de Mato Grosso do Sul, são de fundamental importância, principalmente, para serem semeadas no período de segunda safra, pois nesta época grandes áreas ficam em pousio, melhorando a economia do produtor com a comercialização dos grãos e co-produtos para

biodiesel e alimentação animal, além de contribuírem para o estabelecimento da rotação de culturas com o milho primeira safra. Objetivou-se com este trabalho avaliar as características agronômicas do milho em função da cultura antecessora no sistema plantio direto.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. A Cultura de Milho

O milho (*Zea mays* L.) é uma planta que pertence à família Gramineae/Poaceae. É uma planta herbácea e monóica, o seu ciclo é bastante variado, mas nas condições brasileiras, as cultivares completam o seu ciclo em 110 a 180 dias. Da emergência a colheita o ciclo pode ser descrito como: superprecoce, precoce e normal (FANCELLI e DOURADO-NETO, 2004).

O milho possui raízes fasciculadas em que estão presentes raízes primárias e seminiais, adventícias e de suporte. As folhas são longas e lanceoladas, com nervura central em forma de canaleta, bem vigorosa; as folhas são invaginantes e inserem-se por nós do colmo, apresentando pilosidades. O colmo suporta as folhas e partes florais, além de servir como órgão de reserva. Sendo o milho planta monóica, as flores masculinas se agrupam numa panícula no topo da planta, enquanto que as femininas são constituídas pelas espigas. O florescimento ocorre aproximadamente de 50 a 100 dias após sementeira e é afetado principalmente pela temperatura (EMBRAPA, 1996).

O milho é cultivado em praticamente todas as regiões agrícolas do mundo, constituindo-se como fonte de carboidratos e energia tanto para a alimentação humana como para alimentação animal. Os Estados Unidos da América são os maiores produtores do milho ao nível mundial e o Brasil é o terceiro maior produtor. Na safra 2013/2014 foram produzidas no Brasil cerca de 80,0 milhões de toneladas do milho (CONAB, 2014). Cultivado em diferentes sistemas produtivos, o milho é semeado principalmente nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul do Brasil.

A cultura do milho é produzida no Brasil em duas safras no mesmo ano agrícola, que são: a 1ª safra (safra do verão) e a 2ª safra (safra de inverno). Mais recentemente, tem aumentado a produção do milho segunda safra e observa-se também decréscimo na área semeada no período do milho 1ª safra, por causa da concorrência com a soja, o que tem parcialmente compensado pelo aumento da sementeira na 2ª safra. Embora semeada em condição menos favorável de clima, a segunda safra é conduzida dentro de sistemas de produção que gradativamente são

adotados a essas condições, o que tem contribuído para elevar a produtividade da lavoura dessa época (EMBRAPA, 2012b).

No Estado de Mato Grosso do Sul, foi semeado na 1ª safra de 2013/14 uma área de 27 mil hectares com milho enquanto que na 2ª safra foram semeados cerca de 1,5 milhões de hectares de milho. Embora a maior área de plantio esteja na 2ª safra, observa-se na semeadura do milho 2ª safra um aumento relativo de produtividade, isto é, na 1ª safra de 2013/14 a produtividade média foi de 8350 kg ha⁻¹ enquanto que na 2ª safra do mesmo ano agrícola foi de 5140 kg ha⁻¹ (CONAB, 2014).

O potencial produtivo da cultura do milho pode chegar a 10 Mg ha⁻¹ de grãos, por agricultores que adotam tecnologias adequadas. Porém, em geral, o que se observa é cerca de 3,5 Mg ha⁻¹ de produtividade (CARVALHO et al., 2004b). A deficiência de nitrogênio desde os estádios iniciais, em muitas lavouras do milho é causa da baixa produtividade média da cultura do milho no Brasil (FANCELLI e DOURADO-NETO, 2005) pelo que, o emprego das espécies para a cobertura do solo na cultura de milho pode contribuir para a redução da necessidade de adubação de cobertura, perfazendo economia de 40 a 80 kg ha⁻¹ de nitrogênio (FANCELLI e DOURADO-NETO, 2000).

A cultura de milho é importante para compor os sistemas de rotação de culturas, tanto no verão, assim como na 2ª safra (FRANCHINI et al., 2011). Na rotação de milho com leguminosas, pode se reduzir cerca de 50% da dose de nitrogênio, em função da maior disponibilização de N no solo por estas últimas (LOPES et al., 2004).

Considerando o exposto, aumentar a produção agrícola e conservar os recursos naturais é o paradigma preconizado para o desenvolvimento sustentável dos agroecossistemas sendo a prática de introdução de espécies de cobertura do solo uma das práticas viáveis para contribuição no restabelecimento do equilíbrio do sistema e pelo aumento da produtividade.

2.2. Plantas de cobertura, Rotação de culturas e o Sistema Plantio Direto

A maior parte dos nutrientes das plantas encontra-se nos resíduos vegetais exercendo a função estrutural ou como substância de reserva. Parte do estoque de nutrientes torna-se disponível para as plantas em um intervalo curto de tempo, contribuindo para a elevação da produtividade das culturas subsequentes (SOUZA e MELO, 2000).

A utilização de plantas de cobertura associadas à rotação das culturas anuais é uma das alternativas para o manejo sustentável dos solos (DAROLT, 1998). A cobertura do solo é um dos fatores mais eficientes na minimização dos efeitos indesejáveis que advêm da exploração dos solos agrícolas, devido, especialmente, à ação protetora proporcionada pelos resíduos orgânicos deixados pelas culturas. Os restos culturais que são mantidos na superfície podem promover o aumento no teor de matéria orgânica, redução da erosão e melhoria nas propriedades físicas e químicas do solo.

A decomposição dos resíduos culturais da cultura antecessora favorece a ciclagem de nutrientes, a agregação, o armazenamento da água, manutenção ou incremento dos teores da matéria orgânica do solo quando comparados aos monocultivos anuais, com isso promovem efeitos positivos na fertilidade do solo (BOER et al., 2007). Além disso, a rotação de culturas e a manutenção de resíduos vegetais sobre o solo no SPD promovem aumento da atividade biológica (HERNANI et al., 1995), aumentam a capacidade de troca catiônica (CTC) e os teores de matéria orgânica, P e K nas camadas superficiais do solo (BAYER e MIELNICZUK, 1997; CASTRO FILHO et al., 1998; SANTOS e TOMM, 2003), bem como melhora a disponibilidade de nutrientes (ELTZ et al., 1989), altera os valores de pH e diminui a saturação por alumínio (SIDIRAS e PAVAN, 1985).

A diversidade de espécies de cobertura do solo associada ao sistema plantio direto, sucessão e rotação de culturas condicionam o manejo eficiente do solo para a máxima exploração do seu potencial em propiciar condições mais favoráveis ao desenvolvimento dos cultivos e o estoque do carbono e nitrogênio nas camadas superiores e profundas do solo (RIBEIRO et al., 2011). Diferentes rotações, pela exploração de diferentes regiões ou camadas do solo, podem

contribuir para evitar a lixiviação, equilibrar os nutrientes do solo, aumentar a fertilidade e melhorar o uso de fertilizante mineral (ROSOLEM e CALONEGO, 2013).

O não-revolvimento do solo no sistema plantio direto promove acúmulo de resíduos orgânicos na superfície do solo com conseqüente aumento na atividade biológica e modificações na ciclagem dos nutrientes (LARA CABEZAS et al., 2000; CAMPOS, 2004). Estudos como os de Bertol et al. (1998), Aita et al. (2001), Oliveira et al. (2004), Torres et al. (2005), Espíndola et al. (2006), Boer et al. (2007), Gama-Rodrigues et al. (2007) e Torres et al. (2008) conduzidos em diferentes condições edafoclimáticas, têm demonstrado os efeitos benéficos proporcionados pelos tipos de cobertura e de seus resíduos deixados sobre o solo, nos seus atributos químicos, físicos e na produtividade das culturas que posteriormente são cultivadas. Estas alterações são decorrentes da produção de massa seca, acúmulo e liberação de nutrientes após a decomposição dos resíduos.

O mínimo de movimentação do solo causado pelo SPD possibilita o melhor aproveitamento de adubos minerais diminuindo as perdas por lixiviação e volatilização (HERNANI et al., 1995), que irão repercutir na fertilidade do solo e na eficiência do uso de fertilizantes, que conseqüentemente poderá acarretar no aumento da produtividade das culturas cultivadas (LARA CABEZAS et al., 2004).

Os efeitos do SPD sobre os teores de carbono, nitrogênio ou de matéria orgânica do solo são observados principalmente na camada de 0-5 cm (MUZILLI, 1983; SIDIRAS e PAVAN, 1985), permanecendo restrita a esta profundidade ou chegando até 10 cm, mesmo após vários anos de implantação do SPD (BAYER e MIELNICZUK, 1997; BAYER et al., 2000; SOUZA e MELO, 2000; JANTALIA et al., 2003).

Culturas oleaginosas têm alta capacidade de exploração do solo e reciclagem de nitrogênio, havendo economia na adubação nitrogenada do milho cultivado após estas culturas, além de serem culturas de grande potencial energético para produção de biodiesel. Tanto o nabo forrageiro quanto as leguminosas em cultivo solteiro ou em consórcio com gramíneas, resultam em maior fornecimento de N para as culturas subseqüentes como o milho, diminuindo a necessidade de aplicação de N mineral (AMADO et al., 2002).

O milho cultivado em sucessão à consorciação de aveia + ervilhaca (10% de gramínea mais 90% da leguminosa), favoreceu a absorção de N e o aumento da produtividade de grãos (HENRICHS et al., 2001).

Alguns estudos têm mostrado que a rotação de culturas e a manutenção de resíduos vegetais sobre a superfície do solo no SPD promovem a sua agregação, aumentando a resistência à erosão (SATURNINO e LANDERS, 1997; BERTOL et al., 1998, CASTRO FILHO et al., 1998; SIILVA e MIENICZUCK, 1997a,b).

Por outro lado, a manutenção da cobertura vegetal sobre o solo no sistema plantio direto restringe a emergência de plantas daninhas tanto pelos efeitos físicos quanto pelos efeitos alelopáticos de culturas de cobertura. Theisen et al. (2000) verificaram redução significativa da incidência de plantas daninhas com incremento de palhada de aveia preta na superfície do solo.

Em trabalho realizado envolvendo a ocorrência de plantas daninhas na cultura do milho em sucessão a diferentes culturas de safrinha, Pasqualetto et al. (2001) concluíram que a palhada de girassol mostrou a mais baixa infestação de plantas daninhas apesar da *Digitaria horizontalis* ter sido predominante. A utilização da palha de nabo forrageiro reduziu substancialmente o número de plantas emergidas na cultura de milho, permitindo um melhor desenvolvimento inicial da cultura (RIZZARDI et al., 2006). A presença de 4,7 Mg ha⁻¹ de palha de ervilhaca diminui a infestação de plantas daninhas, na cultura de milho em relação a ausência de palha (BALBINOT JR. et al., 2003)

Com a decomposição dos resíduos vegetais das culturas de cobertura do inverno, são liberados nutrientes que contribuem para aumentos na produtividade do milho (LARA CABEZAS et al., 2004) e da soja (CARVALHO et al., 2004b) ou estabilizarem as produtividades destas culturas (ANDRIOLI, 2004; BERTIN et al., 2005). Lombardi-Neto et al. (2002) pesquisando rotações de culturas no SPD observaram efeitos altamente significativos de 12 anos de rotação sobre a produtividade do milho, quando comparado ao milho contínuo.

O cultivo das plantas de cobertura do solo pode influenciar de maneira diferenciada a produtividade das culturas de milho e soja. Por outro lado, quando as gramíneas forem usadas como plantas de cobertura em sucessão com outra gramínea, e não for feita uma suplementação da fertilização nitrogenada, podem ocorrer prejuízos na produtividade de grãos (SÁ, 1993).

Ao avaliar o uso de gramínea, leguminosa e pousio no inverno, Aita et al. (2001) evidenciaram a possibilidade de redução das quantidades de N mineral aplicada ao milho, quando cultivado depois das leguminosas. Maiores produtividades de milho foram obtidas por Corá (2006), quando cultivado em sucessão com leguminosas.

As leguminosas, pela sua capacidade de fixação do N atmosférico em simbiose com *Rhizobium* e a baixa relação C/N, permitem rápida decomposição e liberação de nutrientes para a cultura em sucessão (CERETTA et al., 1994). No tratamento em que a cultura antecessora foi a crotalária, a produtividade do milho foi 18% superior ao tratamento em (CARVALHO et al., 2004a).

Estudando o potencial das oleaginosas crambe, nabo forrageiro, canola, girassol e cártamo para compor o sistema ou sucessão de culturas com o milho de verão adubado com uréia de cobertura, Pedrotti et al. (2012) observaram que as espécies oleaginosas influenciaram a altura de planta do milho, produtividade, massa de 1000 grãos e teor de nitrogênio foliar da cultura de milho. Em sistema plantio direto, a cobertura de aveia preta + nabo forrageiro proporciona maior produtividade de grãos do milho que a cobertura com ervilhaca solteira (CARVALHO et al. 2007). Ao estudarem os efeitos de palhada de crambe no desenvolvimento e produtividade de soja e milho, Berta e Oliveira (2013) verificaram que tanto soja quanto milho não apresentaram diferenças significativas em relação ao desenvolvimento e produtividade dos grãos.

Ao avaliarem os efeitos de cobertura de verão e opções de inverno na cultura do milho e no solo, em um Latossolo Vermelho distrófico, Guimarães et al. (2006) observaram diferenças significativas entre os tratamentos e a maior produtividade do milho foi obtida em sucessão com a leguminosa. A escolha de espécies vegetais para introdução nos sistemas de produção depende da adaptação delas as condições do clima da região e das condições financeiras do produtor.

Apesar de existirem informações científicas das culturas antecessoras (plantas de cobertura do inverno) no Brasil, faz-se necessário maior conhecimento da sua influência (principalmente das espécies oleaginosas canola, nabo forrageiro, cártamo, crotalária, crambe e níger) sobre as culturas de rendimento como milho e soja nas áreas de Cerrado e especificamente em Mato Grosso do Sul.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido na Fazenda Experimental da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados (FCA/UFGD), localizada no município de Dourados – MS, na safra 2013/2014, num experimento iniciado em 2009. O local situa-se a uma latitude 22° 14' S, longitude 54° 59' W e altitude de 434 m.

O clima, segundo a classificação de Köppen é Cwa (Clima mesotérmico úmido, verões quentes e invernos secos), sendo a temperatura do mês mais quente superior a 24 °C, com temperatura média de 22 °C e a precipitação pluvial anual da região de 1200 a 1400 mm e a evapotranspiração real anual é de 1100 a 1200 mm. Na Figura 1 estão os dados de precipitações pluviais e de temperaturas máximas e mínimas por decêndios durante o período da semeadura até a colheita da cultura de milho durante a safra.

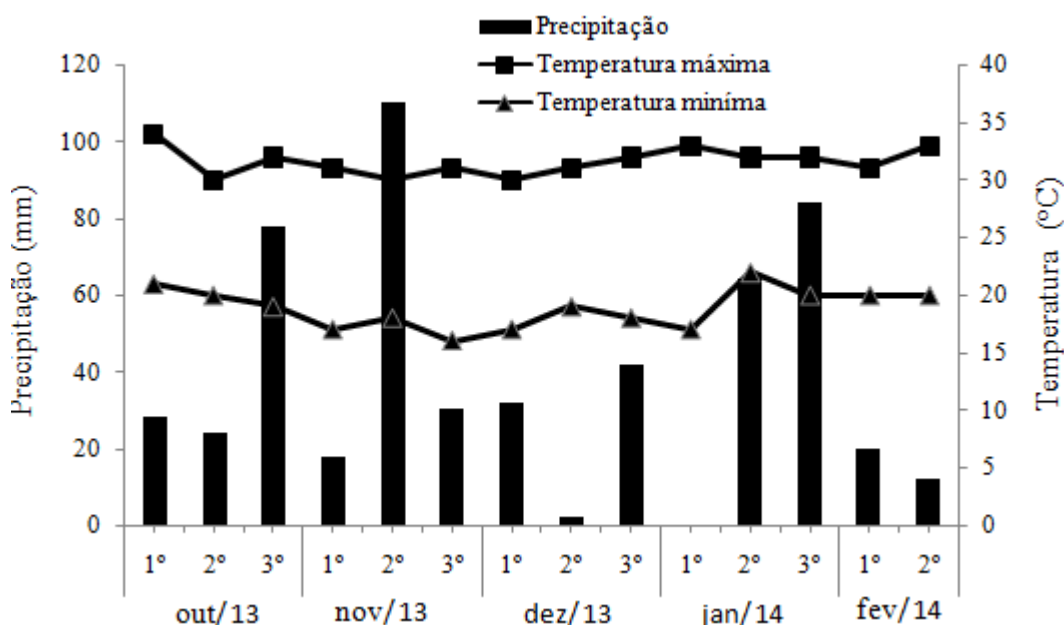


Figura 1. Precipitação pluvial, temperaturas máximas e mínimas por decêndio no período de outubro de 2013 a fevereiro de 2014 (Safra 2013/2014). Fonte: Estação Meteorológica da UFGD. Dourados – MS, 2013 e 2014.

O relevo da área experimental é suavemente ondulado. O solo de textura argilosa é classificado como Latossolo Vermelho Distroférico (Embrapa, 2006), com fertilidade natural

variável, profundo, friável e com grande homogeneidade ao longo do perfil, originalmente sob vegetação do Cerrado.

A área onde foi instalado o experimento, já havia sido cultivada anteriormente por vários anos com a cultura da soja no verão e o milho no outono-inverno. A análise do solo mostrou a necessidade de correção de solo, a qual foi realizada no mês de setembro de 2009, com aplicação de quatro toneladas do calcário por hectare em toda área, seguido de uma aração e gradagem pesada, a seguir, foi aplicado duas toneladas de gesso e incorporado com grade niveladora.

O delineamento experimental usado foi o de blocos casualizados, com doze tratamentos representados pelas culturas de cobertura e três repetições. Cada tratamento foi semeado em uma parcela experimental com 35 m de comprimento e 15 m de largura, ou seja, área da parcela é de 525 m². A sequência das culturas cultivadas no verão e no inverno, de anos agrícolas 2012/13 e 2013/14 estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Sequência de rotação de culturas no período de 2012 a 2014, em condições de plantio direto no sequeiro.

| Tratamento | Ano agrícola 2012/2013 | | Ano agrícola 2013/2014 | |
|------------|------------------------|------------------|------------------------|------------------|
| | Outono/inverno 2012 | Verão 2012/13 | Outono/inverno 2013 | Verão 2013/14 |
| 1 | Pousio | Milho | Pousio | Milho |
| 2 | Braquiária | Soja | Braquiária | Milho |
| 3 | Girassol | Soja | Canola | Milho |
| 4 | Canola | Soja | Trigo | Milho |
| 5 | Trigo | Soja | Girassol | Milho |
| 6 | Nabo forrageiro | Soja | Cártamo | Milho |
| 7 | Cártamo | Soja | Crotalária | Milho |
| 8 | Crotalária | Soja | Nabo forrageiro | Milho |
| 9 | Crambe | Soja | Níger | Milho |
| 10 | Níger | Soja | Aveia | Milho |
| 11 | Aveia | Soja | Crambe | Milho |
| 12 | Ervilhaca | Soja | Ervilhaca | Milho |

No planejamento do experimento foi determinado que as rotações e as sucessões de culturas fossem avaliadas ao longo dos anos, considerando que as condições climáticas variam

entre os anos. Os resultados apresentados neste trabalho são referentes ao milho semeado na 1ª safra do ano agrícola 2013/2014.

Conforme Tabela 1, no tratamento 1, a cultura de milho foi semeada na parcela denominada pousio, onde não foi semeada nenhuma cultura no outono-inverno, mantendo esta parcela apenas com a palhada da cultura do milho colhida na safra anterior. Nos tratamentos 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 e 12 a cultura de milho foi semeada após a braquiária (*Brachiaria ruziziensis*), canola (*Brassica napus* L.), trigo (*Triticum aestivum* L.), girassol (*Helianthus annuus* L.), cártamo (*Carthamus tinctorious* L.), crotalária (*Crotalaria spectabilis* Roth), nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.), níger (*Guizothia abyssinica*), aveia branca (*Avena sativa* L.) crambe (*Crambe abyssinica* Hoechst), e ervilhaca (*Vicia sativa* L.) respectivamente.

A cultivar de milho utilizado foi DKB 340, híbrido simples que possui ciclo semi-precoce, elevada sanidade dos colmos e dos grãos, e boa sanidade para Cercóspora (MONSANTO, 2014).

A semeadura de milho sobre a palhada das culturas de inverno foi realizada no dia 06 de outubro de 2013, em sistema plantio direto, utilizando-se semeadora-adubadora, modelo Semeato com quatro linhas de milho, espaçadas entre si a 0,9 m, e a parcela foi composta por 16 linhas de milho com 35 m de comprimento. A adubação de semeadura foi de 300 Kg ha⁻¹ do formulado 8-20-20 +0,3% de boro +0,3% de Zn e a adubação de cobertura foi realizada quando as plantas de milho estavam no estágio de seis folhas, aplicando-se de 60 kg N ha⁻¹, no sulco aberto nas entrelinhas por equipamento apropriado para essa operação.

Para o controle de plantas daninhas foi aplicado 0,7 L ha⁻¹ de nicossulfuron para controlar plantas daninhas de folhas largas e estreitas e 3,0 L ha⁻¹ de atrazina para controlar plantas daninhas de folhas largas.

Para o controle da lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*), aplicaram-se duas pulverizações com os inseticidas de princípio ativo Flubendiamida, na dose de 70 ml ha⁻¹ p.c. e Beta-ciflutrina + Imidacloprido, na dose de 500 ml ha⁻¹ de p.c. A primeira pulverização foi feita com Flubendiamida no estágio em que as plantas tinham seis folhas bem desenvolvidas, a segunda pulverização foi realizada com o inseticida Beta-ciflutrina + Imidacloprido, quando as

plantas apresentavam oito folhas bem desenvolvidas. A colheita do milho foi realizada em fevereiro de 2014, colhendo-se manualmente duas linhas, amostradas ao acaso dentro de cada parcela, com cinco metros de comprimento.

Ao fim do ciclo da cultura do milho, foram avaliadas as seguintes variáveis ou características agronômicas:

Altura de planta: foi determinada com régua graduada em centímetros, tomando-se a medida da superfície do solo até a inserção da folha bandeira. Mediu-se, ao acaso, 5 plantas por parcela.

Altura de inserção de espiga: foi determinada com régua graduada em centímetros, tomando-se a medida do solo até a base da espiga. Mediu-se, ao acaso, 5 plantas por parcela.

Diâmetro do colmo: medido com um paquímetro em milímetros, no terceiro nó da planta a partir do solo. Mediu-se, ao acaso, 5 plantas por parcela.

Comprimento de espiga: foi determinado com régua graduada em milímetros, mensurada da base até o ápice da espiga. A avaliação foi feita em 5 espigas sem palha escolhidas ao acaso em cada parcela.

Diâmetro de espiga: medido com um paquímetro em milímetros, tomando-se a medida na parte central da espiga. A avaliação foi feita em 5 espigas sem palha escolhidas ao acaso em cada parcela.

Número de grãos por espiga: obtido por meio da multiplicação do número de fileiras por espiga pelo número de grãos em uma fileira de grãos.

Massa de 1000 grãos: foi obtida por meio da média do peso de oito sub-amostras de 100 grãos por repetição de cada tratamento. As amostras foram pesadas em balança de precisão com duas casas decimais, corrigindo-se o grau de umidade para 13%. A massa dos grãos foi determinada de acordo com Brasil (2009).

Produtividade de “grãos”: foi obtida após a debulha das espigas colhidas dentro da área útil, que corresponderam às duas linhas centrais com cinco metros de comprimento dentro de cada parcela, pesaram-se os grãos em balança de precisão de duas casas decimais e posteriormente convertida em kg ha^{-1} .

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro, usando-se o programa estatístico Assistat.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve diferença significativa para a variável altura de planta, a altura de inserção de 1ª espiga e diâmetro do colmo em função da cultura antecessora (Tabela 2). Em relação à altura de planta os valores variaram de 1,86 m a 2,48 m. O milho semeado sobre a palhada da aveia e ervilhaca apresentou a maior altura (2,46 m e 2,48 m) enquanto que o milho semeado após o pousio e sobre a palhada de girassol, canola e nabo forrageiro apresentou a menor altura (1,96 m; 1,87 m; 1,86 m e 2,03 m). No entanto, quanto a altura de inserção da espiga, componente altamente correlacionado com altura de planta, observou-se que o milho semeado sobre a palhada de cártamo, crambe, níger e ervilhaca apresentou maior altura de inserção da espiga (1,31 m; 1,41 m; 1,33 m e 1,35 m respectivamente) enquanto que o milho semeado após o pousio e sobre a palhada de girassol, canola e nabo forrageiro apresentou a menor altura de inserção da espiga (1,06 m; 1,11 m; 1,10 m e 1,16 m). Em relação ao diâmetro de colmo, destaca-se o milho semeado sobre a palhada de braquiária, trigo, cártamo, crotalaria e niger (Tabela 2).

Tabela 2. Valores médios das variáveis: altura de planta (m), altura de inserção da 1ª espiga (m) e diâmetro do colmo (mm) da cultura do milho em função da cultura antecessora. Dourados-MS, 2013/2014.

| Cultura antecessora | Altura de planta (m) | Altura de 1ª espiga (m) | Diâmetro de colmo (mm) |
|----------------------------|-----------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| Pousio | 1,96 c | 1,06 c | 19,67 b |
| Braquiária | 2,09 b | 1,22 b | 22,67 a |
| Girassol | 1,87 c | 1,11 c | 19,43 b |
| Canola | 1,86 c | 1,10 c | 19,67 b |
| Trigo | 2,08 b | 1,24 b | 22,67 a |
| Nabo forrageiro | 2,03 c | 1,16 c | 20,33 b |
| Cártamo | 2,23 b | 1,31 a | 21,33 a |
| Crotalaria | 2,27 b | 1,29 b | 21,67 a |
| Crambe | 2,23 b | 1,41 a | 20,77 b |
| Níger | 2,23 b | 1,33 a | 22,67 a |
| Aveia | 2,46 a | 1,25 b | 20,77 b |
| Ervilhaca | 2,48 a | 1,35 a | 20,93 b |
| F | 17,52* | 8,89* | 4,11* |
| CV (%) | 3,95 | 5,19 | 4,81 |

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$). * - significativo ($p < 0,05$) pelo teste de Scott-Knott.

A aveia por ser uma planta de cobertura que apresenta menor imobilização de N durante sua decomposição possibilitou melhor desenvolvimento do milho. Salientar também que, a grande quantidade da palhada da aveia proporcionou maior umidade e menor temperatura no solo, favorecendo deste modo melhor desenvolvimento inicial do milho. A cultura do milho semeado após a ervilhaca apresentou maior altura da planta devido à capacidade que ervilhaca tem de fixar N. O colmo é estrutura de armazenamento de sólidos solúveis que serão utilizados posteriormente na formação dos grãos. O diâmetro de colmo é uma característica geneticamente intrínseca ao cultivar não sofrendo, portanto, muita influência de fatores do meio (FANCELLI e DOURADO-NETO 2004).

Os resultados da variável comprimento de espiga demonstraram que não houve diferença significativa entre os tratamentos. No entanto, houve diferença significativa para o diâmetro da espiga e para o número de grãos por espiga. O tratamento com cártamo, crambe, níger, aveia, ervilhaca e pousio apresentou maior diâmetro de espiga e elevado número de grãos por espiga (Tabela 3).

Tabela 3. Valores médios das variáveis: comprimento de espiga (cm), diâmetro de espiga (mm) e número de grãos por espiga da cultura de milho em função da cultura antecessora. Dourados – MS, 2013/14.

| Cultura antecessora | Comprimento de espiga (cm) | Diâmetro de espiga (mm) | Número de grãos por espiga |
|----------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| Pousio | 18,53 | 44,67 a | 536 a |
| Braquiária | 18,97 | 41,67 b | 433 b |
| Girassol | 17,90 | 43,00 b | 420 b |
| Canola | 17,60 | 42,67 b | 472 b |
| Trigo | 18,07 | 42,50 b | 481 b |
| Nabo forrageiro | 19,43 | 43,50 b | 453 b |
| Cártamo | 19,87 | 47,33 a | 533 a |
| Crotalaria | 17,40 | 43,83 b | 470 b |
| Crambe | 20,60 | 46,67 a | 546 a |
| Níger | 20,73 | 45,33 a | 550 a |
| Aveia | 19,07 | 45,67 a | 520 a |
| Ervilhaca | 19,50 | 46,50 a | 547 a |
| F | 1,66 ^{ns} | 7,67 [*] | 3,36 [*] |
| CV (%) | 7,86 | 2,61 | 9,01 |

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$). * - significativo ($p < 0,05$) pelo teste de Scott-Knott, ns- não significativo.

Estes resultados corroboram com Freitas (2014), que em trabalho com plantas oleaginosas antecedendo o milho, também verificou maior diâmetro de espiga e maior número de grãos por espiga quando milho foi semeado após crambe, níger e pousio. Estudando diferentes cobertura de solo Ohland et al. (2005), observaram que não houve diferença significativa para comprimento de espigas. O comprimento de espiga, o diâmetro de espiga, o número de espigas por área e a densidade dos grãos são características que determinam o potencial de produtividade.

Constatou-se na presente pesquisa uma correlação direta entre diâmetro da espiga e o número de grãos na espiga. Ou seja, ao se aumentar o diâmetro da espiga, o número de grãos na espiga apresenta um acréscimo significativo. A falta de água e de nutrientes na fase de formação dos primórdios da espiga pode afetar os componentes diâmetros de espiga e número de fileiras por espiga (FANCELLI e DOURADO-NETO, 2004). Portanto, precipitação pluvial aliado a média de temperatura de 21 °C registrada na segunda semana após a emergência das plântulas favoreceu a determinação destes componentes de produção.

Em relação à massa de mil grãos e produtividade dos grãos, houve diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 4). O milho semeado sobre a palhada de nabo forrageiro, cártamo, crotalária, crambe, níger, aveia e ervilhaca apresentou maior peso de 1000 grãos enquanto que milho semeado sobre a palhada de girassol e canola apresentou menor peso (Tabela 4). A massa de grãos é uma característica influenciada pelo genótipo, pela disponibilidade de nutrientes e pelas condições climáticas durante os estádios de enchimento dos grãos (OHLAND et al., 2005).

O menor peso de 1000 grãos do milho semeado após girassol e canola pode ser explicado pelas quantidades e permanência não suficientes da palha sobre a superfície do solo. O maior peso de 1000 grãos do milho pode ser explicado pela maior liberação dos nutrientes N e K por estas plantas de cobertura principalmente no estágio de enchimento de grãos, além de a palhada ter melhorado a umidade do solo.

As maiores produtividades do milho foram obtidas quando o milho foi semeado sobre as palhadas de: nabo forrageiro, cártamo, crotalária, crambe, níger, aveia e ervilhaca. As menores produtividades foram obtidas quando o milho foi semeado sobre as palhadas de:

braquiária, girassol, canola, trigo e pousio (Tabela 4). De referir que a produtividade média do milho na 1ª safra de 2013/14 no estado do Mato Grosso do Sul foi de 8350 kg ha⁻¹(CONAB, 2014).

Tabela 4. Valores médios das variáveis: massa de mil grãos (g) e produtividade dos grãos (kg ha⁻¹) da cultura do milho em função da cultura antecessora. Dourados – MS, 2013/14.

| Cultura antecessora | Massa de mil grãos (g) | Produtividade (kg ha ⁻¹) |
|---------------------|------------------------|--------------------------------------|
| Pousio | 371,73 b | 6774 b |
| Braquiária | 364,23 c | 5515 b |
| Girassol | 341,27 d | 5415 b |
| Canola | 343,10 d | 5922 b |
| Trigo | 358,33 c | 6748 b |
| Nabo forrageiro | 393,83 a | 7648 a |
| Cártamo | 380,00 a | 8267 a |
| Crotalaria | 382,33 a | 8204 a |
| Crambe | 389,33 a | 8548 a |
| Níger | 393,10 a | 9196 a |
| Aveia | 397,33 a | 9004 a |
| Ervilhaca | 389,00 a | 8974 a |
| F | 18,89* | 10,03* |
| CV (%) | 2,08 | 10,14 |

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (p<0,05). * - significativo (p<0,05) pelo teste de Scott-Knott.

Pesquisa desenvolvida por Guimarães et al. (2006) observaram maior produtividades de grãos de milho quando semeado em sucessão a mucuna preta e menor produtividade na sucessão braquiária/milho. A menor produtividade de milho em sucessão a braquiária pode ser explicada pela maior quantidade de palha desta espécie que durante a decomposição da palha houve maior imobilizado de N pelos microorganismos competindo com a planta de milho, e possivelmente, a aplicação de 60 kg de N ha⁻¹ em cobertura não foi o suficiente para atender a demanda da planta.

Em uma pesquisa com milho em sucessão a trigo, Franchini et al. (2011) também observaram que o milho cultivado em sucessão ao trigo apresentou menor crescimento inicial e apresentou menor produtividade dos grãos (11200,0 kg ha⁻¹) enquanto que milho em sucessão a

aveia apresentou uma produtividade intermediária (12000.0 kg ha⁻¹). A palhada de trigo, por possuir alta relação C/N, apresenta grande imobilização de N, reduzindo assim o desenvolvimento inicial do milho. A baixa produtividade de grãos de milho semeado após trigo observada aqui, pode ser explicada pela pouca quantidade da palha que não proporcionou boa cobertura ao solo, aliado à imobilização de N para a cultura do milho.

A espécie aveia possui alta produtividade da massa seca (MS) e acredita-se que esta grande quantidade da palhada proporciona boa cobertura ao solo e conseqüentemente melhora o armazenamento de água, aumenta o carbono orgânico no solo e melhora a estrutura e agregação do solo.

Os valores de produtividade de milho semeado após as oleaginosas obtidos no presente estudo corroboram com os resultados observados por Freitas (2014) que estudando a rotação e sucessão de culturas com oleaginosas em Dourados-MS, também obteve maiores produtividades de milho quando foi semeado em sucessão a níger, crambe e girassol. Pesquisa desenvolvida no município de Ponta Porã em Mato Grosso do Sul, avaliando diferentes espécies de oleaginosas e gramíneas foi também observou maiores produtividade de milho quando foi semeado após níger, crambe e canola e menor produtividade de milho em sucessão ao trigo (FRANCHINI, 2014).

Segundo os resultados, pode-se afirmar que a palhada destas oleaginosas proporcionou melhores condições como a reestruturação das condições físicas do solo e liberação rápida de nutrientes, tais como o fósforo, potássio e nitrogênio.

Em pesquisa realizada na Etiópia, Zerihun et al. (2013) avaliando a resposta da cultura de milho à rotação de culturas e a aplicação de estrumes de animais e de adubos inorgânicos, obtiveram produtividade de 8500,0 kg ha⁻¹ de grãos de milho quando foi semeado em sucessão a níger. O efeito de níger na produtividade de milho pode possivelmente estar ligado as melhorias das propriedades físico-químicas do solo e pode ainda o níger, ter melhorado a disponibilidade residual do fósforo, que pode aumentar o enchimento dos grãos (TOLERA et al., 2005). O níger contribui grandemente na conservação e manutenção do solo devido à sua associação com micorrizas e o seu potencial como biofertilizante (GUETINETI e SHARMA, 1996).

O bom desempenho do milho semeado após o nabo forrageiro pode ser atribuído ao aumento da disponibilidade de N devido ao processo de reciclagem (AMADO, 1997). Nabo forrageiro pode gerar acréscimos na ordem de 20% na produtividade de milho, além de propiciar a redução do número de plantas daninhas em cultivos subsequentes (HERNANI et al., 1995; PITOL e SALTON, 1993).

Avaliando o potencial produtivo de milho cultivado sobre resíduos de oleaginosas associada com adubação nitrogenada em cobertura, Pedrotti et al. (2012) observaram maior produtividade de milho em sucessão a nabo forrageiro e menores produtividade nas parcelas onde a culturas antecessoras foram cártamo e crambe. Observou-se que a palhada de cártamo proporcionou excelente cobertura que provavelmente aumentou a conservação da água. As raízes profundas do cártamo podem melhorar a estrutura do solo aumentando a eficiência de uso de água e de nitrogênio em sistemas de cultivo. Devido ao seu sistema radicular pivotante, crambe contribui com a melhoria da qualidade do solo, além de propiciar a descompactação do solo (BASSIL, 2002).

A fraca produtividade do milho quando semeado após a canola e girassol provavelmente pode ser por causa da quantidade e permanência não suficientes da cobertura do solo por estas espécies, o que possivelmente não proporcionou maiores benefícios químicos e físicos. O girassol possui menor relação C/N nas folhas, o que acelera a decomposição da palhada, expondo o solo às oscilações climáticas (PASQUALETTO e COSTA, 2001).

A produtividade de grãos de milho semeado após a *Crotalária ochroleuca* observada neste estudo, corrobora com resultados obtidos por Venegas e Scudeler (2012). O aumento de produtividade de milho semeado após a crotalária pode ser explicada pela capacidade e grande potencial que essa espécie tem de fixar biologicamente o nitrogênio atmosférico. A sua maior proporção de fitomassa proporciona prolongada cobertura do solo, melhorando sua fertilidade.

Estudando sistemas de cobertura no inverno, Silva et al. (2007) observaram maior produtividade (14400,0 kg. ha⁻¹) de grãos de milho em sucessão à ervilhaca comum solteiro e menor produtividade (4000,0 kg. ha⁻¹) em sucessão a aveia preta. A maior produtividade de grãos de milho em sucessão a ervilhaca pode ser explicada pelo aumento da quantidade de N liberado pela ervilhaca. A ervilhaca é uma eficiente planta para a cobertura do solo e beneficia

culturas em sucessão, porque contribui para a redução da adubação nitrogenada devido à capacidade de fixar nitrogênio atmosférico pelas bacterias em suas raízes, deixando-o para a próxima cultura (CALEGARI et al., 1992).

5. CONCLUSÕES

1. As culturas antecessoras influenciam na altura de planta, altura de inserção da 1^a espiga, o diâmetro do colmo, diâmetro da espiga, número de grãos por espiga, massa de 1000 grãos e produtividade da cultura do milho.
2. Existe uma relação direta entre o diâmetro de espiga e número de grãos de milho.
3. O milho semeado sobre a palhada de níger, aveia, ervilhaca, crambe, cártamo, crotalária e nabo forrageiro apresenta maior produtividade dos grãos.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AITA, C.; BASSO, C. J.; CERETTA, C. A.; GONÇALVES, C. N.; ROS, C. O. Plantas de cobertura do solo como fonte de nitrogênio ao milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.25, p.157–165, 2001.

AMADO, T. J. C.; SANTI, A.; DA COSTA, J. A. A. Adubação nitrogenada na aveia preta. II – Influência na decomposição de resíduos, liberação de nitrogênio e rendimento de milho sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, p.1085-1096, 2003.

AMADO, T.J.C.; MIELNCZUK, J.; AITA, C. Recomendação de adubação nitrogenada para o milho no RS e RC adaptada ao uso de culturas de cobertura de solo, sob plantio direto, **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 26, p. 241-248, 2002.

AMADO, T.J.C. **Disponibilidade de nitrogênio para o milho em sistemas de cultura e preparo do solo**. 201f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.

ANDRIOLI, I. **Plantas de cobertura do solo em pré-safra a cultura do milho em plantio direto, na região de Jaboticabal-SP**. 2004. 78f. Tese (Livre Docência). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade estadual Paulista, Jaboticabal, 2004.

BALBINOT JR, A.A.; FONSECA, J.A.; TÔRRES, A.N.L.B. Palha de ervilhaca em cobertura morta do solo afeta a incidência de plantas daninhas e a produtividade do milho. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 2, n. 1, p. 42-49, 2003.

BAYER, C.; MIELNICZUCK, J.; AMADO, T. J. C.; MARTIN-NETO, L.; FERNANDES, S. V. Organic matter storage in a sandy clay loam Acrisol affected by tillage and cropping systems in southern Brazil. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 54, p.101-109, 2000.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Características químicas do solo afetadas por métodos de preparo e sistemas de cultura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.21, n.1, p.105-112, 1997.

BASSIL, E. S.; KAFFKA, S. R.; HUTMACHER, R. A. Response of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) to residual soil N following cotton (*Gossypium* spp.) in rotation in the San Joaquin Valley of California. **The Journal of Agricultural Science**, New York, v. 138, I. 04, p. 395-402, Jun./2002.

BERGAMIN, A. C. **Indicadores da qualidade estrutural de um Latossolo cultivado com oleaginosas em sistema de sucessão com soja e milho**. 2012.134 f. Dissertação (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS.

BERTA, L.; OLIVEIRA, R. C. Efeitos de palhada de crambe no desenvolvimento e produtividade de soja e milho em condição de campo. **Anais do 11º Encontro Científico Cultural Interinstitucional**. 2013 p. 313-317.

BERTIN, E.G.; ANDRIOLI, I.; CENTURION, J. F. Plantas de cobertura em pré-safra ao milho em plantio direto. **Acta Scientiarum**, Londrina, v.27, p.379-386, 2005.

BERTOL, I; CIPRANDI, O; KURTZ, C.; BAPTISTA, A.S. Persistência de resíduos culturais de aveia e milho sobre a superfície do solo em semeadura direta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.22, p.705 – 712,1998.

BOER, C. A.; ASSIS, R. L.; SILVA, G. P.; BRAZ, A. J. B. P.; BARROSO, A. L. L.; CARGNELUTTI FILHO, A.; PIRES, F.R. Ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura na entressafra em um solo de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.9, p.1269-1276, 2007.

BRASIL, MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E REFORMA AGRÁRIA, Regras para análise de sementes. Brasília: SNDA/DNDV CLAV, 2009. 395p.

CALEGARI, A. **Plantas de cobertura**. In: CASÃO JÚNIOR, R.; SIQUEIRA, R.; MEHTA, Y. R.; PASSINI, J.J. (Eds.). Sistema plantio direto com qualidade. Londrina: IAPAR, Foz do Iguaçu: ITAIPU Binacional. Cap. 5, p. 55-73. 2006.

CALEGARI, A.; MONDARDO, A.; BULISANI, E.A.; WILDNER, L. P.; COSTA, M. B. B. C.; ALCÂNTARA, P. B.; MIAYASAKA, S.; AMADO, T. J. C. **Adubo verde no sul do Brasil**. Rio de Janeiro: ASPTA, 1992. 346 p.

CAMPOS, A. X. **Fertilização com sulfato de amônio na cultura do milho em um solo do cerrado de Brasília sob pastagem de Brachiaria decumbens**. 2004. 94 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.

CARVALHO, I. Q.; SILVA, M. J. S; PISSAIA.; PAULETTI, V.; POSSAMAI, J. C. Espécies de cobertura de inverno e nitrogênio na cultura do milho em sistema de plantio direto. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 8, n. 2, p. 179-184, 2007.

CARVALHO, M. A. C.; SORATTO, R. P.; ATHAYDE, M. L. F.; ARF, O. SÁ, M. E. Produtividade de milho em sucessão a adubos verdes no sistema de plantio direto e convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 39, n. 1, p 47-53, jan, 2004.

CARVALHO, M. A. C.; SORATTO, R. P.; ATHAYDE, M. L. F.; ARF, O.; SÁ, M. E. Produtividade do milho em sucessão a adubos verdes no sistema de semeadura direta e convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.1, p.47-53, 2004a.

CARVALHO, M. A. C.; SORATTO, R. P.; ATHAYDE, M. L. F.; ARF, O. SÁ, M. E. Produtividade do milho em sucessão a adubos verdes no sistema de plantio direto e convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 1, p. 47-53, 2004b.

CASTRO FILHO, C., MUZILLI, O., PADANOSCHI A. L. Estabilidade dos agregados e sua relação com o teor de carbono orgânico num latossolo roxo distrófico, em função de sistemas de plantio, rotação de culturas e métodos de preparo das amostras. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 22, p.527-538, 1998.

CERETTA, C. A.; AITA, C.; BRAIDA, J. A.; PAVINATO, A.; SALET, R. L. Fornecimento de nitrogênio por leguminosas para o milho em sucessão nos sistema de cultivo mínimo e convencional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.18, p.215-220, 1994.

CONAB, COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra Brasileira – Grãos – Safra 2013/2014**, 11^o Levantamento, agosto/2014. Disponível em: << http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14_07_09_09_36_57_10_levantamento_d_e_graos_julho_2014.pdf>> Acesso em: 8 de Julho de 2014.

CORÁ, J. E. **Sistema de semeadura direta na região do município de Jaboticabal, SP: efeitos em atributos do solo e produtividade de culturas**. 2006. 87 f. Tese (Livre-Docência) Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2006.

DAROLT, M.R. Princípios para manutenção e implantação do sistema. In: DAROLT, M.R. **Plantio direto: pequena propriedade sustentável**. Londrina: IAPAR, 1998. p. 16– 45 (circular 101).

ELTZ, F.L.P.; PEIXOTO, R.T.G.; JASTER, F. Efeito de sistemas de preparo do solo nas propriedades físicas e químicas de um Latossolo Bruno Álico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.13, p.259-267, 1989.

EMBRAPA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Cultivo de milho**. Disponível em <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes,milho/economia.htm>. acesso em: 20 mai. 2012b.

EMBRAPA. **Recomendações técnicas para o cultivo do milho**, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. EMBRAPA-SPI, Brasília 2^a ed, 204p. 1996.

ESPINDOLA, J. A. A.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, L. de; TEIXEIRA, M. G.; URQUIAGA, S. Composição e liberação de nutrientes acumulados em leguminosas herbáceas perenes consorciadas com bananeira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.30, p.321-328, 2006.

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

v. 1. 360p., 2004.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 360 p., 2000.

FLOSS, E. L. Benefícios da biomassa da aveia. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, v. 57, p. 25-29, maio/jun. 2000.

FRANCHINI, R. G. **Rotação de culturas com oleaginosas e gramíneas na produção de soja e milho**. 2014. 98f Dissertação (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS.

FRANCHINI, J. C.; COSTA, J. M.; DEBIASI, H. Rotação de culturas: prática que confere maior sustentabilidade à produção agrícola no Paraná. **Informações agronômicas**, São Paulo, n. 134, p.7-31, 2011.

FRANCHINI, J. C.; MIYAZAWA, M.; PAVAN, M. A.; MALAVOLTA, E. Dinâmica de íons em solo ácido lixiviado com extratos de resíduos de adubos verdes e soluções puras de ácidos orgânicos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, p. 2267-2276, 1999.

FREITAS, M. E. **Rotação e sucessão de culturas com ênfase em oleaginosas de outono-inverno em plantio direto**. 2014. 83f Dissertação (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS.

GAMA-RODRIGUES, A. C.; GAMA-RODRIGUES, E. F.; BRITO, E. C. Decomposição e liberação de nutrientes de resíduos culturais de plantas de cobertura em Argissolo Vermelho-Amarelo na região noroeste fluminense-RJ. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.31, p.1421-1428, 2007.

GETINETI, A.; SHARMA, S. M. níger. *Guizotia abyssinica* (L. f.) Cass. Promoting the 198 conservation and use of underutilized and neglected crops. **International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI)**. International Usina Genetic Resources Institute, Roma, 1996.

GUIMARÃES, G. L.; BUZETTI, S.; LAZARINI, E.; SÁ, M. E.; ARF, O.; ANDRADE, J. A. C. Efeitos de culturas de verão e opções de inverno na cultura do milho e no solo na implantação do plantio direto, **Acta Sci. Agron.** Maringá, v. 28, n. 4, p. 471-477, Oct./Dec., 2006.

HENRICHES, R.; AITA, C.; AMADO, T. J. C. & FANCELLI, A. L. Cultivo consorciado de aveia e ervilhaca: relação C/N da fitomassa e produtividade do milho em sucessão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.25: p. 331-340, 2001.

HERNANI, L. C.; ENDRES, V. C.; PITOL, C.; SANTON, J. C. **Adubos verdes de outono/inverno no Mato Grosso do Sul**. Dourados: Embrapa-CPAO, 1995. 93p.

JANTALIA, C. P.; SANTOS, H.P. dos; DENARDIN, J.E.; KOCHHANN, R.; ALVES, B.J.R.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R.M. Influência de rotações de culturas no estoque de carbono e nitrogênio do solo sob semeadura direta e preparo convencional. **Agronomia**, Seropédica, v. 37, n. 2, p.91- 97, 2003.

LARA CABEZAS, W. A. R.; ALVES, B.J.R.; CABALLERO, S. S. U.; SANTANA, D. G. Influência da cultura antecessora e da adubação nitrogenada na produtividade de milho em sistema semeadura direta e solo preparado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 4, p.1005-1013, 2004.

LARA CABEZAS, W. A. R.; TRIVELIN, P. C. O.; KORNDÖRFER, G. H.; PEREIRA, S. Balanço da adubação nitrogenada sólida e fluida de cobertura na cultura do milho em sistema plantio direto no Triângulo Mineiro (MG). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, p.363-376, 2000.

LOMBARDI-NETO, F., DECHEN, S. C. F, CONAGIN, A, BERTONI, J. Rotação de culturas: análise estatística de um experimento de longa duração em Campinas (SP). **Bragantia**, Campinas, v. 61, n. 2, p. 127-141, 2002.

LOPES, A.S.; WIETHÖLTER, S.; GUILHERME, L.R.G.; SILVA, C.A. **Sistema plantio direto: bases para o manejo da fertilidade do solo**. São Paulo: Associação Nacional para Difusão de Adubos, 2004. 115p.

MUZILLI, O. Influência do sistema de semeadura direta, comparado ao convencional sobre a fertilidade da camada arável do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.7, p.95 – 102,1983.

OHLAND, R.A.A.; SOUZA, L.C.F.; HERNANI, L.C.; MARCHETTI, M.E.; GONÇALVES, M.C. Culturas de cobertura do solo e adubação nitrogenada no milho em plantio direto. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 3, p.538-544, 2005.

OLIVEIRA, T. K.; CARVALHO, G.J.; FURTINI NETO, A.E., LIMA, P.C.; MORAES, R.N.S. Atributos químicos do solo sob diferentes plantas de cobertura na implantação do sistema plantio direto. **Revista Agropecuária Tropical**. Cuiabá, v. 8, p.57-75, 2004.

PASQUALETTO, A.; COSTA, L.M. da; SILVA, A.A., SEDIYAMA, C. Ocorrência de plantas daninhas na cultura do milho (*Zea mays* L.) em sucessão a culturas de safrinha no sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 31, n. 2, p. 133-138, 2001.

PEDROTTI, M. C.; SOUZA, L. C. F.; FREITAS, M. E.; DARBELO, L. T.; TANAKA, K. S. Potencial Produtivo do Milho Cultivado Sobre Resíduos de Oleaginosas e da Adubação Nitrogenada em Cobertura. In: XXIX CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO - Águas de Lindóia - 26 a 30 de Agosto de 2012. p. 1954-1959.

PITOL, C.; SALTON, J. C. **Nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L. var. *oleiferus* Metzg):** opção para sua cobertura do solo. Maracaju: Fundação MS para Pesquisa e Difusão de Tecnologias Agropecuárias, 1993. 24p.

RIBEIRO, P. H.; SANTOS, J. V. M.; COSER, S. M.; NOGUEIRA, N. O.; MARTINS, C. A. S. Adubação verde, os estoques de carbono e nitrogênio e a qualidade da matéria orgânica do solo. **Revista Verde**, Mossoró, v. 6, n. 1, p. 43-50, 2011.

RIZZARDI, M. A.; SILVA, L.F. Influência das coberturas vegetais de aveia-preta e nabo forrageiro na época de controle de plantas daninhas em milho. **Planta daninha**, Viçosa, v. 24, n. 4, p. 669-675, 2006.

ROSOLEM, C. A.; CALONEGO, J. C. Phosphorus and potassium budget in the soil-plant system in crop rotations under no-till. **Soil and Tillage Research**, v. 126, n. 6, p. 127-133, 2013.

SÁ, J. C. M. **Manejo de fertilidade do solo em semeadura direta**. Carambeí: Fundação ABC, 1993. 96 p.

SANTOS, H. P.; TOMM, G. O. Disponibilidade de nutrientes e teor de matéria orgânica em função de sistemas de cultivo e de manejo de solo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.3, p.477-486, 2003.

SATURNINO, H. M.; LANDERS, J. N. **O meio ambiente e a semeadura direta**. Brasília: EMBRAPA/SPI, 1997. 116 p.

SIDIRAS, N.; PAVAN, M. A. Influência do sistema de manejo do solo no nível de fertilidade. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.9, p.249 – 254, 1985.

SILVA A. A., P.R.F.; SUHRE, E.; ARGENTA, G.; STRIEDER, M.L.; RAMBO,L. Sistemas de cobertura no inverno e seus efeitos sobre o rendimento de grãos o milho em sucessão. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, n.4, p. 928-935, 2007.

SILVA, I. F.; MIELNICZUK, J. Ação do sistema radicular de plantas na formação e estabilização de agregados do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas v.21, p.113-117, 1997a.

SILVA, I.F.; MIELNICZUCK, J. Sistemas de cultivo e características do afetando a estabilidade dos agregados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.22, p.311 – 317, 1997b.

SOUZA, W. J. O.; MELO, W. J. Teores de nitrogênio no solo e nas frações da matéria orgânica sob diferentes sistemas de produção de milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.24, p.885 – 896, 2000.

THEISEN, G.; VIDAL, R. A.; FLECK, N. G. Redução da infestação de *Brachiaria plantaginea* em soja pela cobertura do solo com palha de aveia preta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v. 35, p. 753-756, 2000.

TOLERA, A.; DABA, F.; HASAN, Y.; TESFAYE, G. G. Influence of precursor crops on inorganic fertilizer response of Maize at Bako.Ethiopia, **Plant Science**. v. 8, n.12, p. 1678-1684, 2005.

TOMM, G.O.; WIETHÖLTER, S.; DALMAGO, G.A.; SANTOS, H.P. dos. **Tecnológicos para produção de canola no Rio Grande do Sul**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 41p., 2009.

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G.; FABIAN, A. J. Produção de resíduo vegetal por plantas de cobertura e mineralização de seus resíduos em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v.43, n.3, p.421-428, 2008.

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G.; ANDRIOLI, I.; POLIDORO, J. C.; FABIAN, A. J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura em um solo de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa**, v.29, n.4, p.609-618, 2005.

VANEGAS, F.; SCUDELER, F. Diferentes coberturas vegetais na produção de milho (*Zea mays* L.), **Ensaio e Ciência: Ciências, Biológicas, Agrárias e da Saúde**, São Paulo, v. 16, n. 2, p. 9-20, 2012.

ZERIHUN, A.; TOLERA, A.; DEDEFO, T.; FRED, K. Maize yield response to crop rotation, farmyard manure and inorganic fertilizer application in Western Ethiopia. **African Journal of Agricultural Research**, Lagos, v. 8, n. 46, p. 5889-5895, nov./2013.

<http://www.monsanto.com/global/br/produtos/pages/sementes.aspx>. Acesso: em 11 de novembro de 2014.

7. ANEXOS

Anexo 1. Análises de variância de altura de plantas, altura de inserção da espiga, diâmetro do colmo, comprimento de espiga, diâmetro de espigas, número de grãos por espiga, massa de mil grãos e produtividade na cultura do milho em função das culturas antecessoras. Dourados –MS, 2013.

| Fator de variação | Quadrados médios | | | | |
|---------------------------------|------------------|-------------|-----------|--------|--------------------|
| | Blocos | Tratamentos | Resíduo | CV (%) | Teste F |
| Altura de planta | 0,00167 | 0,12638 | 0,00721 | 3,95 | 17,52* |
| Altura da 1 ^a espiga | 0,00074 | 0,03657 | 0,00411 | 5,19 | 8,89* |
| Diâmetro do colmo | 0,22861 | 4,20816 | 1,02467 | 4,81 | 4,11* |
| Comprimento de espiga | 1,93694 | 3,70051 | 2,22513 | 7,86 | 1,66 ^{ns} |
| Diâmetro de espiga | 0,36111 | 10,32323 | 1,34596 | 2,61 | 7,67* |
| Número de grãos por espiga | 12,19444 | 6727,5354 | 2001,5884 | 9,01 | 3,36* |
| Massa de mil grãos | 27,03083 | 1150,94788 | 60,94326 | 2,08 | 18,89* |
| Produtividade | 228745,95 | 5831399,80 | 581125,76 | 10,14 | 10,03* |

* - significativo; ^{ns} - não significativo.