

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
REGIONAL JATAÍ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**DOSES DE NITROGÊNIO NA CULTURA DO MILHO
CULTIVADO EM SUCESSÃO A PLANTAS DE COBERTURA
SOLTEIRA E CONSORCIADAS SOB SISTEMA DE PLANTIO
DIRETO NO CERRADO**

Juliete Barros
Engenheira Agrônoma

JATAÍ – GOIÁS – BRASIL
OUTUBRO - 2016

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR AS TESES E DISSERTAÇÕES ELETRÔNICAS NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

1 **1. Identificação do material bibliográfico:** **Dissertação** **Tese**

1 **2. Identificação da Tese ou Dissertação**

2

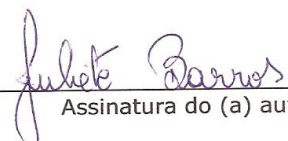
Nome completo do autor: Juliete Barros

Título do trabalho: DOSES DE NITROGÊNIO NO MILHO CULTIVADO EM SUCESSÃO A PLANTAS DE COBERTURA SOLTEIRA E CONSORCIADAS SOB SISTEMA DE PLANTIO DIRETO NO CERRADO

3. Informações de acesso ao documento:

Concorda com a liberação total do documento SIM NÃO¹

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF da tese ou dissertação.


Assinatura do (a) autor (a)

Data: 24 / 11 /2016

¹ Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Os dados do documento não serão disponibilizados durante o período de embargo.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
REGIONAL JATAÍ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**DOSES DE NITROGÊNIO NA CULTURA DO MILHO
CULTIVADO EM SUCESSÃO A PLANTAS DE
COBERTURA SOLTEIRA E CONSORCIADAS SOB
SISTEMA DE PLANTIO DIRETO NO CERRADO**

Juliete Barros

Orientador: Prof. Dr. Leandro Flávio Carneiro

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Goiás,
Regional Jataí, para a obtenção
do título de Mestre em
Agronomia (Produção Vegetal).

DADOS CURRICULARES DA AUTORA

JULIETE BARROS – nasceu em 12 de novembro de 1990 em Jataí, Goiás. É filha de Adelço Souza Barros e Ana Alice Barros e Barros. Tornou-se Engenheira Agrônomo pela Universidade Federal de Goiás – UFG – Campus Jataí, onde atuou na área de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, sendo bolsista de iniciação científica do CNPq. Realizou estágio curricular na área de Assistência técnica a agricultura familiar. Em 2015, iniciou o curso de pós-graduação em Agronomia, área de concentração Produção Vegetal, nível Mestrado pela Universidade Federal de Goiás - UFG, Regional Jataí, trabalhando na linha Solos e Nutrição de Plantas, principalmente com a cultura do milho, adubação nitrogenada e plantas de cobertura.

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Barros, Juliete

Doses de nitrogênio no milho cultivado em sucessão a plantas de cobertura solteira e consorciada sob sistema de plantio direto no cerrado [manuscrito] / Juliete Barros. - .

vii, 41 f.

Orientador: Prof. Dr. Leandro Flávio Carneiro.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Unidade Acadêmica Especial de Ciências Agrárias, Programa de Pós Graduação em Agronomia, Jataí, .

Bibliografia. Apêndice.

Inclui tabelas, lista de figuras, lista de tabelas.

1. Braquiaria . 2. crotalária. 3. sorgo. I. Flávio Carneiro, Leandro , orient. II. Título.

CDU 631.4



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
REGIONAL JATAÍ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

ATA DA REUNIÃO DA BANCA EXAMINADORA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE **JULIETE BARROS** - Aos vinte e oito dias do mês de Outubro de dois mil e dezesseis (28/10/2016), às 14:00 horas, reuniram-se os componentes da Banca Examinadora: Prof. Dr. Leandro Flávio Carneiro - Orientador, Prof. Dr. João Batista Leite Júnior e Flávio Araújo Pinto, para, sob a presidência do primeiro, e em sessão pública realizada no auditório do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Regional Jataí da UFG, procederem à avaliação da defesa de dissertação intitulada: “ **Doses de nitrogênio no milho cultivado em sucessão a plantas de cobertura solteira e consorciadas sob sistema de plantio direto no cerrado**”, em nível de Mestrado, área de concentração em Produção Vegetal, de autoria de **JULIETE BARROS**, discente do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Goiás da Regional Jataí. A sessão foi aberta pelo presidente da Banca Examinadora, Prof. Dr. Leandro Flávio Carneiro, que fez a apresentação formal dos membros da Banca. A palavra a seguir, foi concedida ao autor da dissertação que, em 30 minutos procedeu à apresentação de seu trabalho. Terminada a apresentação, cada membro da Banca arguiu o examinando, tendo-se adotado o sistema de diálogo sequencial. Terminada a fase de arguição, procedeu-se à avaliação da defesa. Tendo-se em vista o que consta na Resolução nº. 1143/2013 do Conselho de Ensino, Pesquisa, Extensão e Cultura (CEPEC), que regulamenta o Programa de Pós-Graduação em Agronomia e procedidas às correções recomendadas, a dissertação foi **APROVADA** por unanimidade, considerando-se integralmente cumprido este requisito para fins de obtenção do título de MESTRE EM AGRONOMIA, na área de concentração em PRODUÇÃO VEGETAL pela Universidade Federal de Goiás. A conclusão do curso dar-se-á quando da entrega na secretaria do PPGA da versão definitiva da dissertação, com as devidas correções. A Banca Examinadora recomenda a publicação de artigo científico, oriundo dessa dissertação em periódicos de circulação nacional e, ou, internacional, depois de procedidas às modificações sugeridas. Cumpridas as formalidades de pauta, às 16:30min a presidência da mesa encerrou esta sessão de defesa de dissertação e para constar lavrou-se a presente Ata que depois de lida e aprovada, será assinada pelos membros da Banca Examinadora em quatro vias de igual teor.

Prof. Dr. Leandro Flávio Carneiro
Presidente – REJ/UFG

Prof. Dr. João Batista Leite Júnior
Membro Interno

Prof. Dr. Flávio Araújo Pinto
Membro Externo

*A minha mãe e aos meus irmãos pelo o amor e carinho, por estarem sempre
ao meu lado me apoiando e acreditando.*

Dedico

A Deus e à minha família por estarem em minha vida me guiando e iluminado a cada passo, me dando coragem e força.

Ofereço

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer, em primeiro lugar, a Deus, por me abençoar durante esta caminhada.

A minha mãe, Ana Alice, pela coragem, dedicação e carinho, por ter me criado como uma mulher de valores e princípios que foram fundamentais à minha formação, pelo apoio, pelo amor de mãe incondicional e carinho que só ela é capaz de me dar.

Aos meus irmãos, Diogo e Oraldo Neto que sempre estiveram ao meu lado, acompanhando os meus passos e me dando força para nunca desistir.

A toda a minha família pelo suporte e momentos felizes.

Ao professor Leandro Flávio Carneiro pela orientação, ensinamentos e paciência.

A CAPES pela concessão da bolsa.

Aos meus amigos da faculdade que estiveram comigo nestes dois anos, crescendo e aprendendo juntos, pela amizade e carinho.

Aos alunos Guilherme Felisberto, João Hélio, Dryela e Eloene, que me ajudaram e auxiliaram durante o projeto.

A todos os professores e funcionários da Universidade que de forma direta ou indireta participaram da minha formação.

Ao Programa de Pós-Graduação que me concedeu a oportunidade de me tornar uma profissional melhor.

À Universidade Federal de Goiás, Regional de Jataí pelo suporte técnico.

Sumário

Lista de tabelas.....	X
Lista de figuras.....	XI
Resumo-	12
Abstract.....	13
1.INTRODUÇÃO.....	14
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	16
2.1 Importância da Cultura de Milho	16
2.2 Dinâmica e disponibilidade do Nitrogênio no solo.....	16
2.3 Plantas de Cobertura no Sistema Plantio Direto.....	18
2.4 A Adubação Nitrogenada e Plantas de Cobertura	20
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	21
4. RESULTADOS E DISCUÇÃO	25
4.1 Plantas de cobertura	25
4.2 Milho em sucessão as plantas de cobertura	26
5. CONCLUSÕES.....	34
6. BIBLIOGRAFIA	35

Lista de tabelas

- Tabela 1** Caracterização química da área experimental antes do cultivo das plantas de cobertura em diferentes profundidades, Jataí-GO.....**19**
- Tabela 2** Matéria seca da parte aérea (MSPA) de plantas de cobertura cultivadas em consorcio ou solteiras, na entressafra, antes da semeadura do milho em Jataí – GO 2014.....**22**
- Tabela 3** Índice de cor verde do milho no estágio V6 cultivado em sucessão a plantas de cobertura em condições do Cerrado, Jataí-GO.....**24**
- Tabela 4.** Diâmetro de espigas (cm) e número de espigas de milho cultivado em sucessão a plantas de cobertura no Cerrado, Jataí-GO.....**26**
- Tabela 5** Produção de grãos e de espigas do milho cultivado em sucessão a plantas de cobertura no Cerrado, Jataí-GO.....**27**

Lista de figuras

Figura 1 Ciclo do Nitrogênio.....14

Figura 2 Peso de 1000 grãos de milho sob doses de N em cobertura, cultivado em sucessão a plantas de cobertura no Cerrado, Jataí-GO.....25

Figura 3 Produtividade de grãos e peso de espigas de milho em função das doses de nitrogênio em cobertura no milho, cultivado em sucessão a plantas de cobertura no Cerrado, Jataí-GO.....28

RESUMO - DOSES DE NITROGÊNIO NO MILHO CULTIVADO EM SUCESSÃO A PLANTAS DE COBERTURA SOLTEIRA E CONSORCIADAS SOB SISTEMA DE PLANTIO DIRETO NO CERRADO

O uso de plantas de cobertura no sistema de plantio direto trás novos desafios para um adequado manejo da adubação nitrogenada nas culturas em sucessão, especialmente as mais exigentes neste nutriente, como é o caso do milho. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a adubação nitrogenada no milho em sucessão a plantas de cobertura no sudoeste goiano. O experimento foi desenvolvido na Universidade Federal de Goiás – Jataí. Os tratamentos foram constituídos por um fatorial 5X4, sendo cinco plantas de cobertura (capim braquiária (*Urochloa ruziziensis*), crotalária (*Crotalaria spectabilis*), consórcio de sorgo (*Sorghum bicolor*) com braquiária, consórcio de sorgo com crotalária e plantas espontâneas) e quatro doses de N em cobertura (0; 50; 100; 150 kg ha⁻¹) com quatro repetições, totalizando 80 parcelas. O delineamento experimental foi em blocos casualizados. O consorcio de sorgo com crotalária e braquiária proporcionaram maior aporte de matéria seca para o milho em sucessão. Crotalária solteira ou consorciada com sorgo forrageiro proporcionaram maior produtividade do milho em sucessão. O milho em sucessão a plantas de cobertura foi responsivo às doses de nitrogênio em cobertura.

Palavra-chave: crotalária, braquiária, sorgo.

Abstract

NITROGEN DOSES ON CORN GROWN IN SUCCESSION A SINGLE COVER CROPS AND SYNDICATED UNDER NO-TILLAGE SYSTEM IN THE CERRADO

The use of cover crops in no-till system behind new challenges for proper management of nitrogen fertilizer on crops in succession, especially the most demanding in this nutrient, such as corn. This study aimed to evaluate the nitrogen fertilization in corn in succession to cover crops in southwestern Goiás. The experiment was conducted at the Federal University of Goiás - Jataí. The treatments were constituted by a 5X4 factorial, five cover crops (Brachiaria grass) (Urochloa ruziziensis) (Crotalaria spectabilis), sorghum consortium (Sorghum bicolor) with braquiária, sorghum intercropping with C. juncea and fallow) and four doses of N topdressing (0, 50, 100, 150 kg ha⁻¹) with four replications, totaling 80 installments. The experimental design was a randomized block. The sorghum consortium with sun hemp and pasture showed higher intake of dry matter for corn in succession. Crotalaria single or intercropped with forage sorghum provided the largest grain yield in succession. The corn in succession to cover crops was responsive to nitrogen levels in coverage.

Keyword: crotalária, braquiária, sorghum.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de milho (*Zea mays*), sendo que, a maior região produtora é o Centro Oeste e o estado de Goiás contribuiu com 11% da produção nacional. Enquanto a produção de milho está projetada para crescer 2,67% ao ano nos próximos anos, a área plantada deverá aumentar apenas 0,73% (MAPA, 2013). O incremento na produção e a tímida expansão de áreas estão atrelados a diversos fatores, dentre eles o uso sustentável dos recursos naturais, fertilizantes e agrotóxicos.

O sistema de plantio direto apresenta-se como uma alternativa de cultivo racional que otimiza o uso do solo, atenuando problemas com erosão, desestruturação do solo, perdas de nutrientes e desequilíbrio da macro e micro fauna, somado a isso, o acúmulo de palha, promove supressão de plantas daninhas e proporciona ambiente favorável ao desenvolvimento de inimigos naturais de pragas agrícolas e maior acúmulo de matéria orgânica.

A implantação e manutenção de áreas de sistema plantio direto requer o uso de plantas de cobertura, algumas com alto índice de fixação biológica de nitrogênio como a mucuna-preta e a crotalária, outras capazes de reciclar nutrientes, absorvendo-os nas camadas mais profundas e após manejo disponibilizá-los. Por isso, a substituição total ou parcial da prática de adubação com nitrogênio por plantas de cobertura pode ser uma alternativa viável em locais onde determinadas plantas de cobertura expressam seu máximo potencial.

O efeito das plantas de cobertura associada com o manejo da adubação nitrogenada deve ser estudado nos sistemas de produção, avaliando o efeito destes, nas principais culturas de interesse econômico. É importante, portanto que se avalie a eficiência das tecnologias citadas anteriormente para que se possam estabelecer parâmetros confiáveis para a recomendação das mesmas para os agricultores.

Para o estado de Goiás, é incipiente o desenvolvimento de tecnologias que visem o uso sustentável dos recursos naturais voltadas à produção agrícola. Assim, estudos que apontem melhor eficiência do uso dos fertilizantes, promovam melhorias nos atributos do sistema de produção e facilitem a aplicação prática pelos agricultores, devem ser priorizadas para que sejam adotadas em campo, garantindo o ponto de equilíbrio entre lucratividade e sustentabilidade na agricultura.

Diante do desafio de manejar corretamente o nitrogênio na cultura do milho em sistemas conservacionistas de produção, objetivou-se com este estudo avaliar doses de nitrogênio em cobertura no milho cultivado em sucessão a plantas de cobertura no sistema de plantio direto.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Importâncias da Cultura do Milho

Estima-se que a produção mundial de milho na safra 2016/2017 será de 1011,9 milhões de toneladas destacando-se os maiores produtores mundiais: EUA, China, Brasil, responsáveis respectivamente por 36,24%; 22,21% e 8,1% da produção mundial (CONAB, 2016).

Estima-se que a produção de milho no Brasil na safra 2015/2016 será de 66,9 milhões de toneladas e o estado de Goiás contribuíram com 9,38% deste total (CONAB, 2016). A safra nacional de verão totalizou 25853,6 mil toneladas e a segunda safra, 41126,1 mil toneladas (CONAB, 2016). A área plantada com milho foi 58,3 mil ha, sendo uma aumento de 0,7%. Na primeira safra e segunda safra 246,4 e 1274,7 mil ha foram cultivados, respectivamente em Goiás. A produção do milho é relativamente dispersa no país, tendo como cinco maiores estados produtores o Mato Grosso, Paraná, Goiás, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, que corresponderam em 2016 por 76,53% da produção nacional (CONAB, 2016).

O estudo das projeções de produção de milho, realizado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2013), indica aumento de 20% entre a safra de 2012/2013 e 2022/2023. Em 2022/2023, a produção deverá ficar em 93,62 milhões de toneladas e o consumo em 62,63 milhões de toneladas. Esses resultados embasam a importância da cultura no país e indicam que o Brasil deverá fazer ajustes no seu quadro de suprimentos para garantir o abastecimento do mercado interno e obter excedente para exportação.

2.2 Dinâmica e disponibilidade do Nitrogênio no solo

O nitrogênio (N) é um dos nutrientes mais exigidos pela maioria das culturas incluindo o milho. Sendo sua principal função ser constituinte de aminoácidos, proteínas e ácidos nucleicos. A atmosfera tem cerca de 78,3% de N na forma de gás (N_2 , N_2O , NO_2), porém as plantas só conseguem absorver na forma de amônio (NH_4^+) ou nitrato (NO_3^-) solúvel em solução do solo e em contato com as raízes (TORRES, et. al.; 2005).

Algumas plantas tem a capacidade de fazer a fixação biológica do N no solo às leguminosas. Após este processo o N sofre varias transformações no solo, como a amonificação que é a passagem do N_2 para NH_4^+ (amônio), e a nitrificação que a passagem do NH_4^+ para NO_3^- (nitrato), este processo ocorre por meio de bactérias encontradas no solo com as *Nitrossomonas* e as *Nitrobacter*.

Após estas transformações este N que está na forma de nitrato fica disponível na solução do solo para que as plantas possam absorvê-lo, quando isso não ocorre por algum motivo como a queda no teor de oxigênio no meio, as bactérias *Pseudomonas* transformam este nitrato em gás e este é devolvido à atmosfera, fechando assim o ciclo do nitrogênio no meio ambiente (Figura 1).

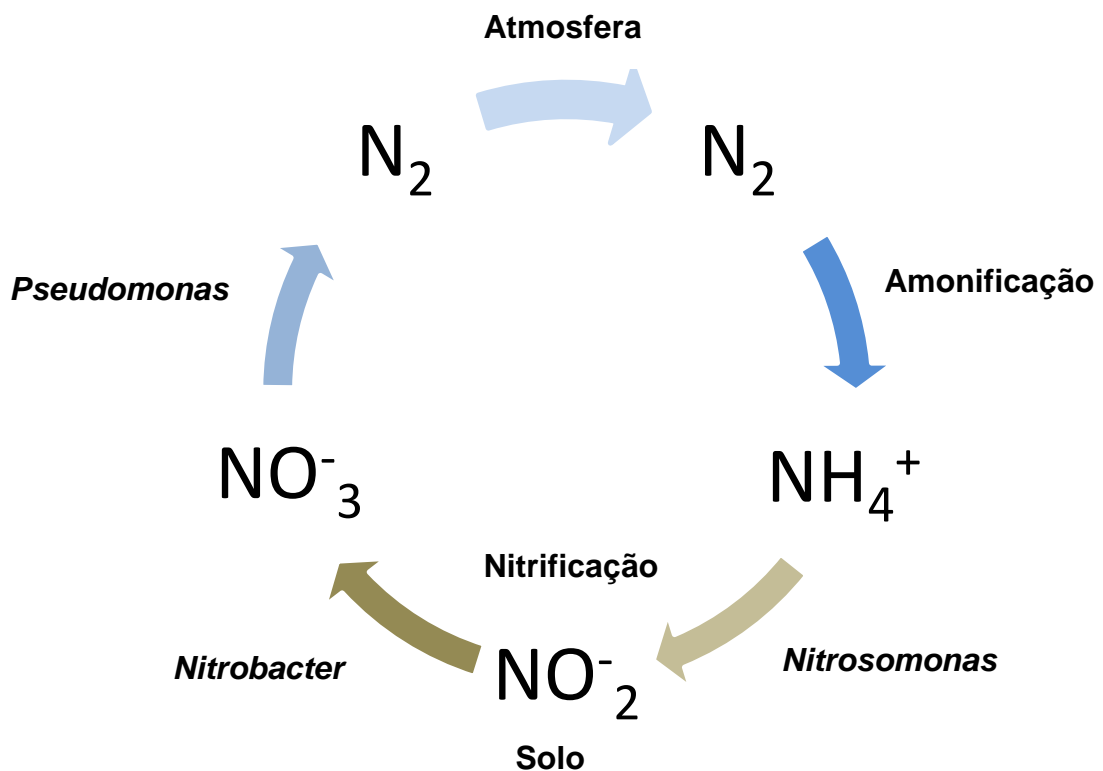


Figura 1 Ciclo do Nitrogênio

A mineralização e a imobilização são processos que ocorrem no solo com alguns nutrientes incluído o N. Quando ocorre a mineralização este N fica disponível para as plantas na forma de NH_4^+ e NO_3^- . Essa mineralização pode ser influenciada por vários fatores como temperatura, umidade, aeração, pH do solo e também pela quantidade de matéria orgânica e atividade microbiana no solo.

A imobilização é o processo inverso da mineralização, ou seja, é a transformação do N-mineral em N-orgânico, e esse N-orgânico é uma forma indisponível para as plantas.

Plantas em geral têm diferentes teores de lignina, pectina, e etc, o que faz com que tenham diferentes teores de relação C/N, e essa relação é o que determina a mineralização e imobilização do N no solo. Quando essa relação C/N é menor que 20 a mineralização é maior que a imobilização no solo, quando este valor está entre 20 e 30 a mineralização tende a ser igual à imobilização, e quando este valor é maior que 30 a imobilização é maior que a mineralização. Gramíneas tem relação C/N maior que 30 logo estas demoram mais tempo para decompor-se, já leguminosas tem relação C/N menores que 20 por isso sua decomposição é mais rápida.

De acordo com Sá (1999), os efeitos das altas relações C/N tendem a ser mais expressivos nos primeiros anos de adoção do SPD e serão ainda maiores se o estágio de degradação do solo for elevado. Isso torna a demanda em N pela biomassa microbiana do solo e pelas culturas elevada, mais expressivamente na fase inicial de crescimento, exigindo maiores doses de N para suprir as exigências nutricionais nessa fase.

Devido essa dinâmica do N e suas várias transformações faz com que as adubações nitrogenadas tenham um baixo efeito residual e assim uma baixa eficiência. Essa dinâmica faz também com que seja difícil a avaliação de sua disponibilidade no solo, sendo feita apenas por meio do teor de matéria orgânica no solo por uma estimativa que dá uma ideia da quantidade de N potencialmente mineralizável a médio e longo prazo, porém não prediz valores disponíveis para períodos curto como uma estação de crescimento ou um ano agrícola.

2.3 Plantas de Cobertura no Sistema Plantio Direto

Os solos de importantes regiões produtoras do cerrado têm passado por grandes problemas de degradação física e química devido ao uso intensivo, à erosão, à perda da fertilidade, à redução do teor de matéria orgânica e, principalmente, à formação de camadas compactadas. Essa compactação gera substancial alteração da sua estrutura, desencadeando a reorganização das partículas e de seus agregados, podendo limitar a absorção de nutrientes, a

infiltração e redistribuição de água, as trocas gasosas e o crescimento do sistema radicular, resultando no decréscimo da produtividade das culturas (ROQUE et al., 2008).

Como alternativa importante para os sistemas de produção no sudoeste goiano, o sistema plantio direto assume grande importância por constituir uma maneira racional de cultivo, uma vez que atenua problemas com erosão, desestruturação do solo, perdas de nutrientes e desequilíbrio da macro e micro fauna.

Nos últimos anos, a área ocupada com o sistema de plantio direto assumiu notável importância, sendo que na safra 2007/2008 chegou próximo de 117 milhões de hectares no mundo e 31,8 milhões de hectares no Brasil na safra 2011/2012 (FEBRAPDP, 2014).

O uso de plantas de cobertura na instalação e manutenção do sistema plantio direto é altamente viável quer pelo efeito direto e imediato sobre o rendimento das culturas subsequentes quer pelo efeito indireto na melhoria crescente nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo, na diminuição da ocorrência e disseminação de pragas, doenças e plantas daninhas, bem como na redução dos custos para seu controle. Além disso, muitas espécies apresentam múltiplos usos, podendo ser utilizadas para adubação verde, para produção de grãos, para pastejo animal e para produção de feno e silagem.

Determinadas espécies são capazes de romper camadas compactadas e melhorar a estrutura do solo, por isso preconiza-se que componham sistemas de sucessão/rotação de culturas de forma planejada e duradoura, de acordo com a recomendação para cada região, observando-se a densidade e a época de semeadura.

Para a região do cerrado brasileiro, principalmente em regiões com altitudes superiores a 700 m como na região do sudoeste goiano, as culturas da soja, milho primeira e segunda safra, e o feijoeiro de inverno (no caso de cultivos irrigados) tem se destacado. Desta forma, a busca por sistemas de produção com sucessão e rotação com plantas que não sejam hospedeiras de pragas e patógenos, produzam boa quantidade de massa seca, principalmente com relação C/N mais elevadas, aproveitem melhor os nutrientes por meio da reciclagem dos mesmos ou fixação biológica de N, e para tais culturas, são de interesse dos agricultores.

Uma sucessão adequada de culturas pode trazer benefícios não apenas em termos de aumento de rendimento de grãos da cultura, mas como também trazer benefícios a todo o ambiente. Isto porque permite aumento da cobertura e proteção do solo (portanto maior controle da erosão), melhor equilíbrio das características físicas, químicas e biológicas do solo (equilíbrio entre os nutrientes, melhor estruturação do solo, aumento da população de minhocas entre outros organismos, etc.) e, com a variação de produtos e doses (inseticidas, herbicidas) promove redução e maior eficiência no controle de pragas, patógenos e plantas daninhas (BUNCH, 2012).

2.4 A Adubação Nitrogenada e Plantas de Cobertura

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

Várias espécies de plantas podem ser inseridas no Sistema de Plantio Direto (SPD), contudo, há especial destaque às leguminosas e gramíneas. Leguminosas são capazes de formar associações simbióticas com bactérias fixadoras de N_2 incorporando nitrogênio aos seus tecidos, podendo fixar 37 a 600 kg ha⁻¹ de N por ano (WUTKE et al., 2014).

Segundo Gitti et al. (2012), a disponibilidade de nitrogênio pelos resíduos vegetais e pelas plantas de cobertura está relacionada à relação C/N da palha. Enquanto leguminosas proporcionam maior aporte de N no solo (TEODORO et al., 2011), gramíneas apresentam maior permanência da palha sobre a superfície do solo em função da menor velocidade de decomposição (maior relação C/N) (TORRES et al., 2008).

Sangoi et al. (2011) observou que as exigências de nitrogênio pelo milho na fase reprodutiva são maiores que na fase vegetativa. Portanto, o início da fase reprodutiva, quando a cultura tem entre cinco e seis folhas expandidas, é o momento adequado para se efetuar a cobertura nitrogenada, pois quando aplicado nesta fase auxiliará na expansão foliar, na formação de clorofila, na manutenção das folhas fotossinteticamente ativas por mais tempo e no desenvolvimento das espigas.

Fontoura & Bayer (2009) trabalhando em um total de 61 experimentos envolvendo adubação nitrogenada, na cultura do milho na região sul do país, concluíram que para a região centro sul do Paraná em solos com teor de matéria orgânica menor que 4%, visando produtividade de 10 a 12 toneladas de grãos por hectare, seriam necessários em torno de 220 kg ha⁻¹ de N para o milho cultivado em sucessão às gramíneas e em torno de 130 kg ha⁻¹ quando semeado em sucessão a leguminosas, economia de 90 kg ha⁻¹ de N.

Sousa & Lobato (2004) citam que na região do cerrado, para cada 1% de matéria orgânica tem-se um potencial de N mineralizado de 30 a 50 kg ha⁻¹ de N (considerando uma mineralização anual da matéria orgânica variando de 3 a 5% e uma relação C/N de 11,5).

NOGUEIRA et al. (2011), observaram o acúmulo de N em seis espécies de adubos verdes (leguminosas). Observaram que o maior acúmulo de N aos 275 dias foi da indigófera (*Indigofera tinctoria*), seguido pela crotalária (*Crotalaria spectabilis*) e do feijão guandu (*Cajanus cajan*). Concluíram com base nos resultados obtidos que, a espécie escolhida como planta de cobertura exerce influência sobre os teores de N no solo, podendo promover mudanças, principalmente na adubação nitrogenada para a cultura principal.

AITA et al. (2004), observaram que o consórcio de aveia (*Avena strigosa*) e ervilhaca (*Vicia sativa*) provocou uma diminuição no teor de N mineral no solo em relação ao cultivo da ervilhaca solteira. E que o maior teor de N lixiviado foi observado após o cultivo da ervilhaca solteira, quando comparado com o nabo solteiro (*Raphanus sativus*) e o consórcio aveia e ervilhaca. Os autores atribuíram esse resultado à rápida decomposição dos resíduos de ervilhaca.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em área experimental da Universidade Federal de Goiás, regional Jataí (UFG), localizado no município de Jataí, GO. As coordenadas geográficas das áreas são 18°01'11" S, 51°56'11" W e altitude de 801 m. A área possui histórico de cultivo de soja, seguido do cultivo de sorgo em sucessão, sobre o sistema plantio direto. O solo é classificado como Latossolo Vermelho distroférico de textura argilosa (LVdf) (EMBRAPA, 2006).

Para caracterização química e física do solo antes da instalação do experimento, coletou-se amostras de solo na camada de 0-10, 10-20, e 20-40 cm de profundidade, nas quais são apresentadas na tabela 1. As análises foram feitas no laboratório de fertilidade de solo da Universidade Federal de Goiás, Regional Jataí.

Tabela 1 Caracterização química da área experimental antes do cultivo das plantas de cobertura em diferentes profundidades, Jataí-GO.

Camada (cm)	Atributos químicos do solo											
	pH H ₂ O	P ¹	K	Ca	Mg	SB ²	T ³	Al	H+Al	V ⁴	M ⁵	MOS ⁶
		..mg dm ⁻³cmolc dm ⁻³%.....		g Kg ⁻¹	
0-10	5,57	1,25	62,4	2,21	0,77	3,14	10,78	0,08	7,64	29,13	2,48	3,67
10-20	5,51	0,35	36,1	1,29	0,52	1,90	8,19	0,05	6,29	23,33	2,56	2,55
20-40	5,48	0,35	26,3	0,89	0,38	1,34	6,27	0,03	4,93	21,33	2,18	2,28

¹ Fósforo extraído com Mehlich-1; ²SB Soma de bases, ³ T ctc a pH 7,0, ⁴ V saturação por bases, ⁵ m saturação por alumínio, ⁶ MOS matéria orgânica do solo.

O clima segundo Köppen (1931) é classificado como Awa, tropical de savana, mesotérmico, com duas estações bem definidas, verão chuvoso e inverno seco. De acordo com INMET (2015) o índice pluviométrico varia de 1.400 a 1.800 mm, o que propicia duas safras anuais de alto rendimento.

Os tratamentos foram constituídos por um fatorial 5X4, sendo cinco plantas de cobertura capim braquiária (*Urochloa ruziziensis*), crotalária (*Crotalaria spectabilis*), consórcio de sorgo (*Sorghum bicolor*) com braquiária e consórcio de sorgo com crotalária, além das plantas espontâneas que foi constituído basicamente com gramíneas predominando capim colônia (*Panicum maximum*) e quatro doses de N

em cobertura (0; 50; 100; 150 kg ha⁻¹) e quatro repetições, totalizando 80 parcelas. O delineamento experimental foi em blocos casualizados e as parcelas apresentavam 45 m² respectivamente de área total e útil.

As parcelas continham 5 m de largura x 10 m de comprimento e as subparcelas 2,5 m de largura x 5 m de comprimento. A área útil das subparcelas constituiu de 3 linhas centrais da cultura do milho e 4 m de comprimento.

Foi feita correção do solo de acordo com análise de solo antes do plantio das plantas de cobertura aplicando 1000 kg ha⁻¹ de calcário Filler com PRNT de 92,54%, 36% de CaO e 15% de MgO, um terço da dose necessária para elevar a saturação por bases para 60%, em superfície sem incorporação

A semeadura das plantas de cobertura foi feito em fevereiro de 2014, com semeadora de plantio direto espaçada em 0,5 m. Foram adicionados 50 kg ha⁻¹ de P₂O₅ na forma de superfosfato simples na semeadura sendo também forma de veículo para as sementes de crotalária (15 kg ha⁻¹) e braquiária (1,2 kg ha⁻¹). Nas parcelas de consórcio, o sorgo foi semeado espaçado em 0,9 m, preconizando 22 sementes por metro linear.

Em 29 de setembro de 2014 realizou-se o manejo das plantas de cobertura com roçadoras manuais, deixando seus resíduos vegetais sobre o solo, e antes do plantio do milho foi feita a dessecação da área.

Em 5 de janeiro de 2015 procedeu-se a semeadura do milho híbrido simples convencional Pioneer 3862, em semeadura direta, espaçado em 0,5 m entrelinhas e aproximadamente 3,5 sementes m⁻¹. A adubação de plantio foi realizada com 492 kg ha⁻¹ do formulado 06-24-14.

Aos 25 dias após a emergência do milho no estágio de desenvolvimento V5, realizou-se a aplicação das doses de N em cobertura nas subparcelas, utilizando ureia (45% de N) como fonte, de forma manual e incorporada por meio da abertura de sulcos de aproximadamente 0,05 m de profundidade nas entrelinhas da cultura. Posteriormente a aplicação do fertilizante os sulcos foram recobertos para evitar perdas por volatilização de amônia.

Antes da semeadura do milho foi realizada a avaliação da produção de massa seca da parte aérea (MSPA) das plantas de cobertura onde foram realizadas amostragens ao acaso com quadrado de 0,25 m² (0,5 x 0,5 m) em dois pontos representativos de cada parcela. Em seguida, o material coletado foi submetido à secagem em estufa com renovação e circulação forçada de ar a temperatura de

65°C, até atingir massa constante. A MSPA foi obtida, dessa maneira, pela média aritmética entre os dois pontos amostrados, com os valores médios transformados para kg ha^{-1} .

Em fevereiro de 2015 foi feito teor de clorofila total quando as plantas se encontravam em estágio de desenvolvimento V6, onde a leitura do teor de clorofila total nas folhas fotossinteticamente ativas foi realizado com clorofilômetro (ClorofiLOG) coletando uma amostra em cada lado da folha abaixo e oposta à da primeira espiga, de cada planta, adotando a média dos valores lidos. Foram feitas essas leituras em 10 plantas no florescimento e a medida indireta de clorofila também foi feita sempre no período da manhã para minimizar os efeitos da radiação (GODOY, 2002).

O peso de espigas de milho foi obtido a partir da pesagem de 10 espigas sorteadas aleatoriamente na área útil da subparcela e extrapolado para kg ha^{-1} .

Para determinação da massa de 1.000 grãos, foi realizada a contagem ao acaso de cinco repetições de 100 grãos (MAPA, 2009) de cada subparcela, que teve suas massas determinadas e ajustadas para 13% de teor de água, possibilitando estimar assim a massa de 1.000 grãos.

A produtividade foi obtida a partir da massa dos grãos, contidos na área útil de cada subparcela mediante pesagem, e expressa em kg ha^{-1} , ajustadas para 13% de teor de água e extrapolado para kg ha^{-1} .

Os dados coletados do experimento foram submetidos à análise de variância a 5% de probabilidade pelo teste F, as médias dos tratamentos qualitativos (tipos de cobertura) foram comparadas pelo teste de Scott-Knott e dos quantitativos (doses de N) submetidos à análise de regressão pelo programa SISVAR (Apendice A).

4. RESULTADOS E DISCUÇÃO

Não houve interação entre os tratamentos plantas de cobertura e doses de nitrogênio.

4.1 Plantas de cobertura

Observou-se efeito significativo de plantas de cobertura cultivadas antes da cultura do milho. O consorcio de sorgo com crotalária, e sorgo com capim braquiária apresentaram maiores valores de matéria seca da parte aérea (MSPA) (Tabela 2), sem diferirem entre si, e, para as demais plantas de cobertura, não houve diferença entre as mesmas.

Tabela 2: Matéria seca da parte aérea (MSPA) de plantas de cobertura cultivadas em consorcio ou solteiras, na entressafra, antes da semeadura do milho em Jataí – GO 2014.

Plantas de cobertura	MSPA (Mg ha ⁻¹)
Braquiária	8,67 b
Crotalária	6,25 b
Plantas espontâneas	7,20 b
Sorgo/Braquiária	11,23 a
Sorgo/Crotalária	10,84 a
CV%	13,95

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

O elevado rendimento de MSPA apresentados pelos tratamentos, envolvendo o sorgo, evidencia o potencial do uso destas plantas de cobertura no Sudoeste Goiano. O uso em rotação ou sucessão destas plantas de cobertura, além de proporcionar maior eficiência no uso de fertilizantes por meio do processo de reciclagem de nutrientes, proporcionam maior proteção superficial do solo e aumento nos teores de matéria orgânica do solo (MOS), tanto pelo maior aporte de

C da parte aérea quanto pelas raízes, melhorando ao longo do tempo, os atributos químicos, físicos e biológicos do solo.

Correa & Sharma (2004) observaram maior produtividade do algodoeiro em SPD no Cerrado cultivado em rotação soja-milheto e soja-sorgo decorrentes de maior permanência da palha sobre o solo. Os autores ressaltam que o uso de plantas de cobertura com relação C:N superior a 25 tende a apresentar maior permanência no solo (DERPSCH et al., 1991), refletindo em benefícios para o sistema de produção.

Alvarenga et al. (2001) consideram uma produção ótima de fitomassa pelas plantas de cobertura em torno de $6,0 \text{ Mg ha}^{-1}$ e, neste sentido, observa-se que todas as plantas de cobertura usadas neste trabalho apresentaram valores médios superior a esse valor, mostrando que as mesmas são promissoras para produção de fitomassa no Cerrado. Souza et al. (2008) avaliando a produção de fitomassa de espécies em Jataí-GO, semeadas em fevereiro, observaram que a *Crotalaria spectabilis* solteira e *Braquiária decumbens* produziram $6,5$ e $4,2 \text{ Mg ha}^{-1}$, respectivamente.

Destacam-se os tratamentos envolvendo sorgo consorciado, mesmo sendo um granífero de pequeno porte plantado em entressafra. No cerrado as gramíneas têm sido mais utilizadas com a finalidade de plantas de cobertura, isso se deve a maior tolerância ao déficit hídrico, maior produção de biomassa, menor custo de sementes e menor velocidade de decomposição da fitomassa em relação às leguminosas de menor relação C:N (CABEZAS et al., 2004).

Em condições de Cerrado e época de cultivo igual ao do presente trabalho, Carvalho et al. (2004) quantificaram valores de $7,3$ a $9,4 \text{ Mg ha}^{-1}$ para milho, $3,5$ a $5,3 \text{ Mg ha}^{-1}$ para crotalaria e de $4,1$ a $5,1 \text{ Mg ha}^{-1}$ para plantas espontâneas em Selvíria-MS.

4.2 Milho em sucessão as plantas de cobertura

O índice de cor verde avaliado no estágio V6 da cultura do milho apresentou efeito significativo de plantas de cobertura, apresentando maior média quando o milho foi cultivado em sucessão ao sorgo consorciado com braquiária e crotalaria e após braquiária solteira, independentemente das doses utilizadas em cobertura (Tabela 3).

O índice de cor verde na folha infere o estado nutricional de nitrogênio no milho, uma vez que, a clorofila correlaciona-se positivamente com teor de N na planta. Valores de 50, 50 a 60 e acima de 60 indicam baixo, intermediário e bom estado nutricional em nitrogênio pelo milho, respectivamente (Argenta et al., 2003). Neste sentido, milho após crotalária solteira e plantas espontâneas apresentaram valores intermediários, porém próximos ao limite superior desta classe de interpretação. Portanto, mesmo sem adubação de cobertura, infere-se que as plantas de milho apresentavam teores satisfatórios de N.

Tabela 3: Índice de cor verde do milho no estágio V6 cultivado em sucessão a plantas de cobertura em condições do Cerrado, Jataí-GO.

Plantas de cobertura	Índice de cor verde
Braquiária	63,7 a BOM
Crotalária	57,4 b INTERMEDIARIO
Plantas espontâneas	55,1 b INTERMEDIARIO
Sorgo/Braquiária	63,7 a BOM
Sorgo/Crotalária	61,8 a BOM
CV%	5,7

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott 5% de probabilidade.

Para peso de 1000 grãos houve interação entre os fatores. Observa-se incremento linear no peso de grãos do milho, com aumento das doses de N em cobertura, após cultivo de consórcio de sorgo-braquiária, braquiária e plantas espontâneas. Nos tratamentos com uso da crotalária, estima-se um ponto de mínima dos pesos dos grãos de 376 g na dose de 57 kg ha⁻¹ de N, seguido de um aumento, e de máximo de 419 g, na dose de 117 kg ha⁻¹ de N, respectivamente, no consórcio de sorgo-braquiária e na crotalária (Figura 2). Nos tratamentos sem crotalária, em geral, houve aumento de 10% nos pesos dos grãos do milho, quando se compara a ausência de N em cobertura com a máxima dose de N aplicada.

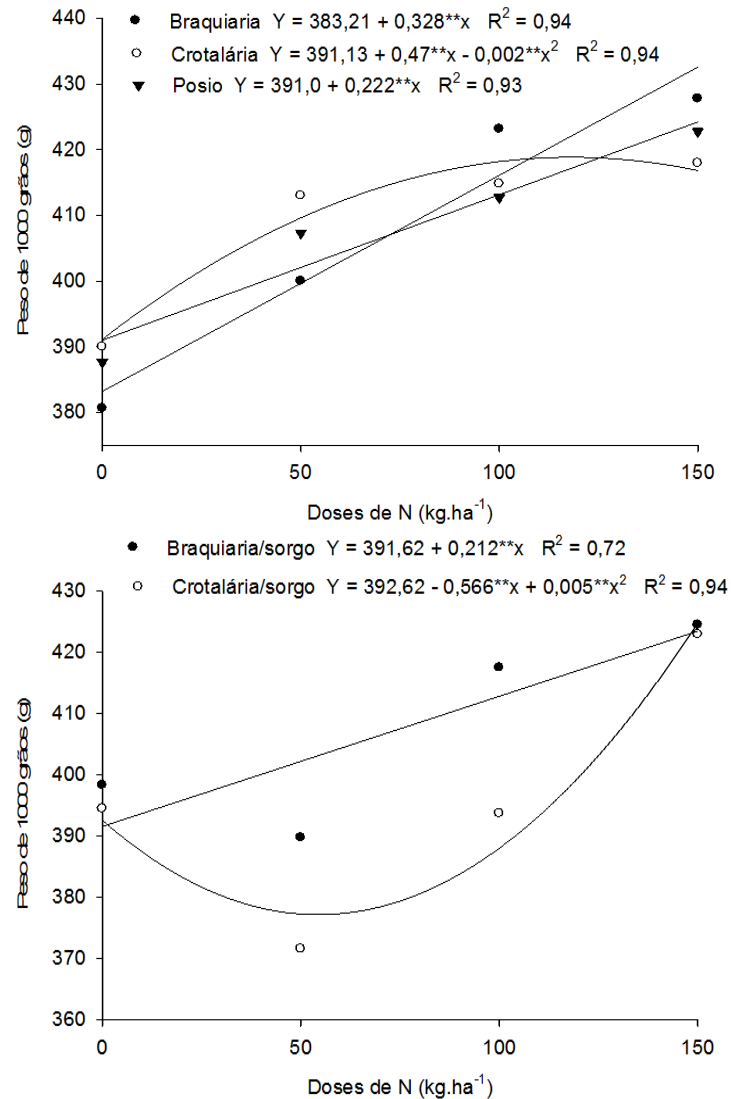


Figura 2. Peso de 1000 grãos de milho sob doses de N em cobertura, cultivado em sucessão a plantas de cobertura no Cerrado, Jataí-GO.

Observou-se na dose de 50 kg de N que houve uma queda no peso de 1000 grãos isso se acredita que foi devido ao aumento da atividade microbiana que ocorreu devido ao aumento da matéria orgânica no solo, e com esse aumento a dose de 50 kg não conseguiu suprir a demanda de N pela cultura.

Ta & Weiland (1992), usando N¹⁵ para medir a taxa de remobilização de N sob condições de campo, em milho, observaram que as folhas e os caules forneceram cerca de 45% do N remobilizado durante o enchimento dos grãos, enquanto as raízes contribuíram com cerca de 10%. Estes resultados demonstram que quase metade do N usado para enchimento é proveniente do solo, neste

sentido, a deficiência de N no solo durante este período pode afetar significativamente o peso final dos grãos.

Outro fator que pode influenciar o enchimento de grãos do milho é a baixa disponibilidade hídrica, uma vez que, neste estágio, ocorre a acumulação de carboidratos nos grãos e a falta de água pode reduzir o transporte de fotossimilados levando a baixas produtividades de grãos (MAGALHÃES & DURÃES, 2006; WEISMANN, 2008). Fato este, provavelmente não ocorrido neste trabalho em função dos elevados peso dos grãos observados. Guareshi et al. (2013), sob Latossolo Vermelho distroférico de textura média (50% de argila), no Sudoeste Goiano, obtiveram massa de mil grãos variando de 315 a 378 g com 0 e 150 kg ha⁻¹ de N, respectivamente, sem déficit hídrico durante a condução do experimento.

O diâmetro das espigas do milho apresentou efeito isolado das plantas de cobertura. As maiores médias foram observadas com o cultivo do milho após braquiária, crotalária e consórcio sorgo-crotalária (Tabela 4). As diferenças entre os tratamentos foram significantes, sustentada principalmente pelo baixo coeficiente de variação. Para o número de espigas, observa-se que houve menor média nos tratamentos sem crotalária (Tabela 4).

Tabela 4: Diâmetro de espigas (cm) e número de espigas de milho cultivado em sucessão a plantas de cobertura no Cerrado, Jataí-GO.

Plantas de cobertura	Diâmetro de espigas (cm)	Numero de espigas ha ⁻¹
Braquiária	4,87 a	52662 b
Crotalária	4,88 a	54976 a
Plantas espontâneas	4,77 b	51620 b
Sorgo/Braquiária	4,82 b	52083 b
Sorgo/Crotalária	4,85 a	55439 a
CV%	1,67	7,52

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott 5% de probabilidade.

O híbrido utilizado neste experimento (Pioneer 3862) apresentava apenas uma espiga por planta e, portanto, infere-se que o número de espigas é igual ao número de plantas. Reduções no estante dos tratamentos sem crotalária pode ser explicado pela alta produção de fitomassa de alta relação C:N destas plantas de

cobertura, pois apresentam maior resistência a decomposição e ao corte dos discos da semeadora. Resíduos de braquiária, com mais de 4.000 kg ha⁻¹ tem causado problemas no plantio e no desempenho de culturas em sucessão (Scott et al., 2010), principalmente em épocas em que o plantio desta gramínea se dá no período das águas, pois a produção de matéria seca é alta e a umidade da palhada aumenta a resistência ao corte da mesma (Rainbow & Derpsch, 2011; Trogello et al., 2014).

Essa queda de estande pode ter ocorrido também devido ao veranico ocorrido nas primeiras semanas após o plantio, dificultando assim o nascimento das plântulas.

Entretanto, considerando o espaçamento de 0,5 m entre fileiras e 3,5 sementes por metro linear, esperava-se um estande em torno de 70.000 plantas por ha. Considerando o maior estande observado no milho após consórcio de sorgo-crotalária de 55.439 plantas por ha, nota-se um déficit de 14.561 plantas por ha o que contribuiu consideravelmente para redução da produtividade esperada. Acredita-se, portanto, que a grande quantidade de resíduos observada em todas as plantas de cobertura afetou a eficiência dos elementos de corte da semeadora, prejudicando a semeadura e posterior emergência da cultura do milho e nivelando por baixo os efeitos esperados dos tratamentos.

Para produtividade de grãos e de espigas houve efeitos isolados para plantas de cobertura e doses de N no milho. O uso de crotalária solteira e consorciada com sorgo proporcionou maior produtividade de grãos e, para as demais plantas de cobertura, não houve diferença significativa (Tabela 5). Os resultados de peso de espigas foram iguais ao da produtividade de grãos, porém a sucessão do milho com braquiária solteira também apresentou maiores valores (Tabela 5). Estas variáveis responderam de forma linear ao aumento das doses de N aplicadas em cobertura no milho, independentemente das plantas de cobertura utilizadas (Figura 3).

Tabela 5: Produção de grãos e de espigas do milho cultivado em sucessão a plantas de cobertura no Cerrado, Jataí-GO.

Plantas de cobertura	Produtividade	Peso de espigas
	(Mg. ha ⁻¹)	
Braquiária	5,35 b	6,11 a
Crotalária	5,76 a	6,46 a
Plantas espontâneas	5,10 b	5,76 b
Sorgo/Braquiária	5,19 b	5,84 b
Sorgo/Crotalária	5,63 a	6,25 a
CV%	9,00	9,61

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott 5% de probabilidade.

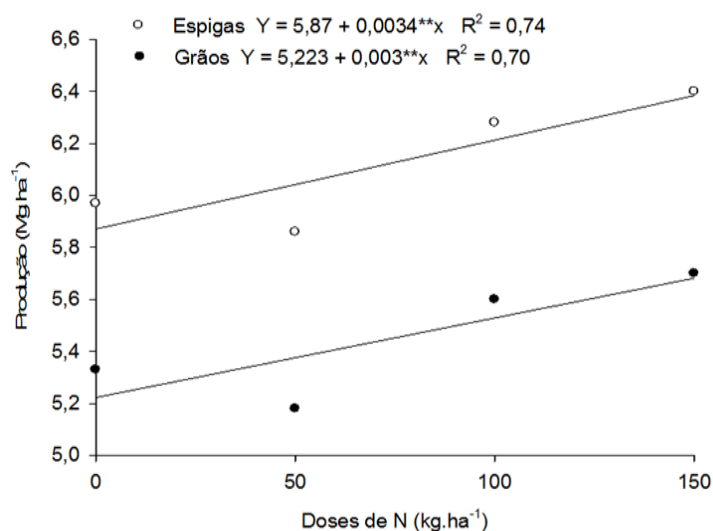


Figura 3: Produtividade de grãos e peso de espigas de milho em função das doses de nitrogênio em cobertura no milho, cultivado em sucessão a plantas de cobertura no Cerrado, Jataí-GO.

A crotalária é uma leguminosa que fixa biologicamente o N atmosférico, liberando para as culturas em sucessão, de forma mais rápida em relação as gramíneas, por apresentarem uma relação C:N menor que 20 (Argenta et al., 2001). Além disso, apresentam um sistema radicular profundo, aumentando a capacidade de ciclagem de vários nutrientes (WUTKE, 2014). TORRES et al., (2014) mostraram

que a produtividade do milho foi sempre maior quando semeado sobre a crotalária em cinco safras consecutivas entre os anos de 2000-2005.

Mesmo com estande reduzido das plantas de milho, ele respondeu linearmente a adubação nitrogenada em cobertura, porém com baixo coeficiente linear, representando um incremento, em produção de grãos, de $3 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ para cada $1 \text{ kg} \text{ ha}^{-1}$ de N aplicado (Figura 3), o que mostra uma baixa eficiência no aproveitamento de N pelo milho no sistema de cultivo.

Apesar das diferenças observadas na produtividade do milho cultivado em sucessão as plantas de cobertura e em função do aumento das doses de N aplicadas em cobertura, as mesmas foram pouco expressivas. Fatores como decomposição da fitomassa das plantas de cobertura e consequente liberação de nitrogênio ao longo do ciclo do milho (diferentes relações C:N), dose de N no plantio ($36 \text{ kg} \text{ ha}^{-1}$ de N), mineralização da matéria orgânica do solo ($3,6 \text{ g} \text{ kg}^{-1}$), especialmente na camada mais superficial amostrada, favorecida provavelmente pela correção da acidez superficial do solo antes do plantio do milho, boas condições edafoclimáticas ao longo do ciclo do milho e estande podem ajudar no entendimento das respostas do milho aos tratamentos.

Souza et al. (2008), avaliando a produção de fitomassa e acúmulo de N em *braquiária decumbens* e *crotalária spectabilis* nas mesmas condições edafoclimáticas do presente estudo, observaram uma produção de fitomassa de 4,2 e $6,3 \text{ Mg} \text{ ha}^{-1}$ (valores menores aos observados no presente trabalho) e acúmulo de N na parte aérea de 80 e $175 \text{ kg} \text{ ha}^{-1}$ de N, respectivamente para braquiária e crotalária. Considerando acúmulo de N nas plantas de cobertura usados neste trabalho, as quais foram provavelmente maiores em relação ao trabalho supracitado, a decomposição de palhadas, tanto de leguminosas como de gramíneas, que é menos limitante nas condições edafoclimáticas do Cerrado (Torres, et al., 2005), juntamente com o N usado em semeadura e mineralização de N da MOS, estima-se uma contribuição significativa de N ao longo do ciclo do milho pelo sistema de produção. Cenário este que, garantiu uma produtividade média de grãos de $5,3 \text{ Mg} \text{ ha}^{-1}$ sem aplicação de N em cobertura no milho (Figura 3) com estande estabelecido neste trabalho, independentemente da planta de cobertura.

Considerando a produtividade média de grãos observada de $5,3 \text{ Mg} \text{ ha}^{-1}$ sem aplicação de N em cobertura, independentemente da plantas de cobertura usada (Figura 3), uma extração média de N de $24,3 \text{ kg}$ para cada tonelada de grãos

produzida (Resende et al., 2012) e, uma eficiência no uso de N pelo milho de 50% (fator de correção de 2,0), estima-se uma dose de 256 kg ha^{-1} de N ($128 \text{ kg ha}^{-1} * 2$). Dose esta suprida em parte pelo sistema (solo + palhada), uma vez que, a contribuição via MOS em média pode ser em torno de 30 kg ha^{-1} para cada 1% de MOS (108 kg ha^{-1}) (Moreira & Siqueira, 2006) e via plantas de cobertura.

Em relação ao suprimento de N via plantas de cobertura e, considerando um tratamento de maior relação C;N e baixo teor de N na matéria seca (plantas espontâneas com predomínio de capim colônia), em torno de 14 g kg^{-1} de N (Souza et al., 2008) e, ainda a produção de fitomassa deste tratamento de $7,2 \text{ Mg ha}^{-1}$, estima-se um potencial de ciclagem de N em torno de $100,8 \text{ kg ha}^{-1}$ de N. Essa estimativa de fornecimento de N via sistema (solo + palhada), representa em torno de 80% (208 kg ha^{-1} de N) da dose necessária (256 kg ha^{-1} de N) estimada no tratamento referido no parágrafo anterior.

Porém, é preciso ressaltar que, a estimativa de contribuição de N via sistema (solo + palhada) é complexa e pouco precisa, uma vez que o N está associado a vários processos de transformação (mineralização, imobilização, nitrificação, desnitrificação e lixiviação), os quais são influenciados diretamente pela atividade da biomassa microbiana.

5. CONCLUSÕES

O consórcio de sorgo com crotalária e com braquiária proporcionaram maior aporte de matéria seca para o milho em sucessão.

Crotalária solteira ou consorciada com sorgo forrageiro proporcionaram maior produtividade do milho em sucessão.

O milho em sucessão a plantas de cobertura foi responsivo às doses de nitrogênio em cobertura.

A dose de 100 kg de N e com crotalária como planta de cobertura antecessora foi o tratamento que demonstrou melhor resultado.

6. BIBLIOGRAFIA

AITA, C.; GIACOMINI, S. J.; HÜBNER, A. P.; CHIAPINOTTO, I. C.; FRIES, M. R. Consorciação de plantas de cobertura antecedendo o milho em sistema de plantio direto. I – Dinâmica do nitrogênio no solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, n.28, p. 739-749, 2004.

ALVARENGA, R. C.; LARA CABEZAS, W. A.; CRUZ, J. C.; SANTANA, D. P. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 22, n. 208, p. 25-36, 2001.

ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; da; FLECK, N. G.; BORTOLINI, C. G.; NEVES, R.; AGOSTINETTO, D. Efeitos do manejo mecânico e químico da aveia preta no milho em sucessão e no controle do capim papua. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, p.851-860,2001.

ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; FOSTHOFER, E. L.; STRIEDER, M. L.; SUHRE, E.; TEICHMANN, L. L. Adubação nitrogenada em milho pelo monitoramento do nível de nitrogênio na planta por meio do clorofilômetro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 1, p. 109-119, 2003.

BUNCH, R. **Restoring the soil**: A guide for using green manure/covercrops to improve the food security of smallholder farmers. Canadian Foodgrains Bank, Winnipeg, 2012. 104p.

CABEZAZ, W. A. R. L; et al. Influencia da cultura antecessora de adubação nitrogenada na produtividade de milho em sistema de plantio direto e solo preparado. **Ciência Rural, Santa Maria**, v34, n 4, p. 1005 – 1013, 2004.

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

CARVALHO, M.A.C., Soratto, R.P., Athayde, M.L.F., Arf, O., Sá, M.E. 2004. Produtividade do milho em sucessão a adubos verdes no sistema de semeadura direta e convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 39: 47-53.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos: Safra 2014/15, Décimo primeiro levantamento**. Brasília, v. 1, n. 11, 2016. 82p.

CORREA, J.C.; SHARMA, R.D. Produtividade do algodoeiro herbáceo em plantio direto no Cerrado com rotação de culturas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 39, n.1, p. 41-46, 2004.

DERPSCH, R.; ROTH, C. H.; SIDIRAS, N.; KOPKE, U. Controle da erosão no Paraná, Brasil: sistemas de cobertura do solo, plantio direto e preparo conservacionista do solo. **Eschborn: GTZ/IAPAR**, 1991. 271p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2 ed. Rio de Janeiro, 2006. 306p.

FEBRAPDP. Federação Brasileira de Plantio na Palha. Evolução da área de plantio direto no Brasil. Disponível em: <<http://www.febrapdp.org.br>>. Acessado em 10 de agosto de 2014.

FONTOURA, S.M.; BAYER, C. Adubação nitrogenada para alto rendimento de milho em plantio direto na região centro-sul do Paraná. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33, p. 1721-1732, 2009.

GITTI, D.C.; ARF, O.; PORTUGAL, J.R.; CORSINI, D.C.D.C.; RODRIGUES, R.A.F.; KANEKO, F.H. Coberturas vegetais, doses de nitrogênio e inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense* em arroz de terras altas no sistema plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v. 71, n. 4, 2012.

GODOY, L.J.G. Manejo do nitrogênio em cobertura na cultura do milho (*Zea mays* L.) em solo arenoso baseado no índice relativo de clorofila. 2002, 94f. **Tese de Mestrado**. Botucatu, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. 2002.

GUARESHI, R. F.; PERIN, A.; GAZOLLA, P. R. Produtividade de milho submetido à aplicação de ureia revestida por polímeros. **Global Science and Technology**, Rio Verde, v. 6, n. 2, p. 31-37, 2013.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). Online. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br>>. Acesso em 02 jun. 2015.

KÖPPEN, W. Climatologia con un studio de los climas de la tierra. **Buenos Aires**, 1931. 320p.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M. Fisiologia da produção de milho. **Circular Técnica 76**, Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 2006. 10p.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Regras para análise de sementes. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Secretaria de Defesa Agropecuária, Brasília, Mapa/ACS, 2009. 399p.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Projeções do agronegócio: Brasil 2012/13 a 2022/23 - Projeções de longo prazo. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Assessoria de Gestão Estratégica, Brasília: Mapa/ACS, 2013. 96p.

MOREIRA, F. S., SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e Bioquímica do Solo**. Editora UFLA, Lavras, MG, Brasil, 2006.

NOGUEIRA, N. T.; SUARES, D. R.; CARVALHO, J. O. M.; MENDES, A. M. Adubos verdes como plantas de cobertura para o sistema de plantio direto em Porto Velho – RO. **Resumos do VII Congresso Brasileiro de Agroecologia**, Fortaleza, 2011.

RAINBOW, R.; DERPSCH, R.; Avanços no plantio direto gestão e tecnologias agrícolas de compactação do solo em sistemas de agricultura de sequeiro. **Sistemas Agrícolas de sequeiro**, 2011.

RESENDE, V, A.; COELHO, M, A.; SANTOS, C, F.; LACERDA, J, J, J. Fertilidade do solo e manejo da adubação NPK para alta produtividade de milho no Brasil central. **Circular técnico 181**, Sete Lagoas MG, 2012.

ROQUE, M.W.; MATSURA, E.E.; SOUZA, Z.M.; BIZARI, D.R.; SOUZA, A.L. Correlação linear e espacial entre a resistência do solo ao penetrômetro e a produtividade do feijoeiro irrigado. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, p. 1827-1835, 2008.

SÁ, J.C. de M. Manejo da fertilidade do solo no sistema plantio direto. In: SIQUEIRA, J.O; MOREIRA, F.M.S.; LOPES, A.S.; GUILHERME, L.R.G.; FAQUIM, V.; FURTINI NETO, A.E. e CARVALHO, J.G. (eds.). **Inter-relação fertilidade, biologia do solo e nutrição de plantas**. Lavras: SBCS, 1999. p.267-319.

SANGOI, L.; VARGAS, V. P.; SCHMITT, A.; PLETSCH, A.; VIEIRA, J.; SIEGA, E.; CARNIEL, G.; MENGARDA, R. A disponibilidade de nitrogênio afeta a sobrevivência e a contribuição dos perfilhos ao rendimento de grãos do milho. **Revista Brasileira de Ciência do solo**. Viçosa, v.35, p.183-191, 2011.

Scott, K.A.; Setterfield, S.A.; Douglas, M.M. & Andersen, A.N. 2010. Fire tolerance of perennial grass tussocks in a savanna woodland. *Austral Ecology*, 35: 858-861.

SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. Cerrado: correção do solo e adubação. Brasília, **Embrapa Informação Tecnológica**, 2004. 416p.

SOUSA NETO, E. L.; ANDRIOLI, I.; BEUTLER, A. N.; CENTURION, J. F. Atributos físicos do solo e produtividade de milho em resposta a culturas de pré-safra. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 2, p. 255-260, 2008.

TA, C.T.; WEILAND, R.T. Nitrogen partitioning in maize during ear development. **Crop Science**, Madison, v.32, p.443- 451, 1992.

TEODORO, R.B.; OLIVEIRA, F.L.; SILVA, D.M.N.; FÁVERO, C.; QUARESMA, M.A.L. Aspectos agronômicos de leguminosas para adubação verde no cerrado do alto vale do Jequitinhonha. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.35, p. 635-643, 2011.

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**, n. 29, p.609-618, 2005.

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

TORRES, J.L.R.; PEREIRA, M.G. Produção e decomposição de resíduos culturais antecedendo milho e soja num latossolo no cerrado mineiro. **Comunicata Scientiae**, 5 (4) : 419-426,2014.

TROGELLO, E.; MODOLO, A.; DALLACORT, R.; BAESSO, M.; SCARSI, M. Desenvolvimento do milho sobre diferentes manejos de palhada, sulcadores e velocidades de semeadura. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 13, n. 2, 2014.

WEISMANN, M. Fases de desenvolvimento da cultura do milho. In: FUNDAÇÃO MS, **Tecnologia e produção: milho safrinha e culturas de inverno 2008**. Maracajú: Fundação MS, 2007. p. 31-38.

WUTKE, B, E.; CALEGARI, A.; WILDNER, P, L.; Especies de adubos verdes e plantas de cobertura e recomendação para seu uso. **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil**, Brasília-DF, Embrapa, v.1, p. 59-168, 2014.

Apendice A

Tabela 1A. Resumo da análise de variância para matéria seca de plantas de cobertura (MSPC), (Jataí, GO, 2015).

F.V	G.L	Q.M M.S.P.C
Tratamento	4	24725108,40**
Bloco	3	8874515,58**
Erro	12	1591420,32
Total	19	
C.V %		13,95

*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F

**Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

Tabela 2A. Resumo da análise de variância para diâmetro de espigas (DE), peso de espigas (PE), produtividade (P), teor de clorofila (TC), número de espigas (NE), da cultura do milho em função de plantas de cobertura e doses de nitrogênio em cobertura (Jataí, GO, 2015).

F.V	G.L	Q.M do erro				
		D.E	P.E	P	T.C	N.E
Plantas de cobertura	4	0,0309*	1,3242**	1,2734**	241,9621**	5558941,06*
Erro 1	12	0,0081	0,2854	0,2104	11,4923	2044800,89
Doses	3	0,0076	1,3003*	1,0282**	98,4447**	1334138,32
Plantas X Doses	12	0,0110	0,3111	0,2960	8,1015	1981626,33
Repetição	3	0,0038	0,4183	0,2507	8,0038	2952133,51
Erro 2	45	0,0061	0,3635	0,2505	11,9376	2920735,17
Total	79					
C.V 1 %		1,86	8,77	8,48	5,61	11,28
C.V 2 %		1,61	9,90	9,25	5,72	13,48

*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F

**Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F