

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

**ADUBAÇÃO NITROGENADA NA CULTURA DO MILHO EM
SUCESSÃO A PLANTAS DE COBERTURA NO SUDOESTE
GOIANO**

Guilherme Felisberto

Engenheiro Agrônomo

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

ADUBAÇÃO NITROGENADA NA CULTURA DO MILHO
EM SUCESSÃO A PLANTAS DE COBERTURA NO
SUDOESTE GOIANO

Guilherme Felisberto

Orientador: Prof. Dr. Leandro Flávio Carneiro
Coorientadores: Prof. Dr. Flávio Hiroshi Kaneko
Prof. Dr. Paulo César Timossi

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

Ficha catalográfica elaborada automaticamente
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a), sob orientação do Sibi/UFG.

Felisberto, Guilherme

Adubação nitrogenada na cultura do milho em sucessão a plantas de cobertura no Sudoeste Goiano [manuscrito] / Guilherme Felisberto. - 2015.

v, 50 f.

Orientador: Prof. Dr. Leandro Flávio Carneiro; co-orientador Prof. Dr. Paulo César Timossi; co-orientador Prof. Dr. Flávio Hiroshi Kaneko.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Regional Jataí, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Jataí, 2015.

Bibliografia. Apêndice.

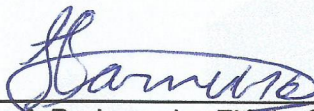
Inclui gráfico, tabelas, lista de figuras, lista de tabelas.

1. Adubação verde. 2. Cerrado. 3. Sistema conservacionista. 4. Zea mays. I. Carneiro, Leandro Flávio, orient. II. Timossi, Prof. Dr. Paulo César, co-orient. III. Título.

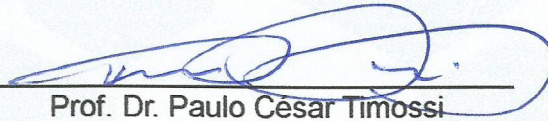
GUILHERME FELISBERTO

**TÍTULO: “ADUBAÇÃO NITROGENADA NA CULTURA DO MILHO EM
SUCESSÃO A PLANTAS DE COBERTURA NO SUDOESTE GOIANO”**

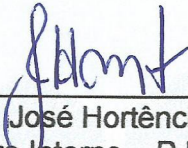
Dissertação DEFENDIDA e APROVADA em 29 de julho de 2015, pela
Banca Examinadora constituída pelos membros:



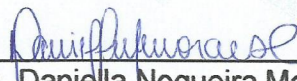
Prof. Dr. Leandro Flávio Carneiro
Presidente – RJ/UFG



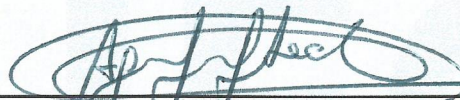
Prof. Dr. Paulo César Timossi
Membro Interno – RJ/UFG



Prof. Dr. José Hortêncio Mota
Membro Interno – RJ/UFG



Dra. Daniella Nogueira Moraes Carneiro
Membro Externo – RJ/UFG



Prof. Dr. Aginaldo José Freitas Leal
Membro Externo – CPCS/UFMS

Jataí - Goiás
Brasil

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

GUILHERME FELISBERTO – nasceu em 22 de dezembro de 1986 em Mogi Guaçu, São Paulo. É filho de Osvaldo Felisberto e Sueli Gonçalves Felisberto. Tornou-se Engenheiro Agrônomo pela Universidade Estadual Paulista – UNESP – "Júlio de Mesquita Filho", Câmpus de Registro em 2012, onde atuou na área de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, sendo bolsista de iniciação científica da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP. Realizou estágio curricular na área de Experimentação Agrícola e Desenvolvimento de Produtos Fitossanitários em multinacional de defensivos agrícolas, biotecnologia e sementes. Em 2014, 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.

"Aquele que aprende e não põe em prática o que aprendeu é como aquele que ara e não semeia."

(Saadi)

Aos meus pais e à minha esposa Patrícia, pelo amor, companheirismo, por terem me apoiado e permanecido ao meu lado sempre que precisei.

Dedico

*A Deus e à Nossa Senhora Aparecida,
por estar sempre presente em minha vida, me iluminando, me guiando e dando
coragem em todos os momentos para eu seguir em frente.*

Ofereço

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida e por estar sempre ao meu lado.

À Universidade Federal de Goiás – Regional Jataí e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, pela oportunidade.

À CAPES, pela bolsa concedida.

Ao Prof. Dr. Leandro Flávio Carneiro, exemplo de orientador, pelos ensinamentos transmitidos, dedicação e confiança em meu trabalho.

Aos coorientadores Prof. Dr. Paulo César Timossi e Prof. Dr. Flávio Hiroshi Kaneko, pelos ensinamentos técnicos e práticos, materiais de campo e insumos.

À minha esposa Patrícia Aparecida de Carvalho Felisberto, por estar sempre ao meu lado, ajudando, apoiando e contribuindo em todas as etapas do experimento, sem a qual este trabalho não seria possível.

Aos meus pais Osvaldo e Sueli, por acreditarem em mim, me apoiando incondicionalmente mesmo geograficamente distantes.

Ao meu irmão Fidel, exemplo de dedicação e trabalho, pelo companheirismo, incentivo e apoio.

Aos meus sogros Paulo e Maria, pela torcida, apoio e confiança demonstrada.

Aos meus amigos Deucimar, Oscar e Pedro, pelos momentos de risadas, conselhos e ensinamentos compartilhados durante minha estadia em Goiás.

Aos colegas Dênio e Andréia Ramos, pela ajuda nas avaliações de campo.

Aos professores Darly, Simério e Jeander pelos ensinamentos e empréstimos de materiais para as avaliações.

À Vânia, Sr. Mário e aos funcionários de campo “Grande”, Jean, “Montanha”, “Magrão” e “Seus Zés” pelos auxílios prestados nas atividades de campo.

Ao Marcos, pela ajuda nas análises no Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas.

À Fundação Chapadão pela doação de fertilizantes.

Ao meu orientador da graduação Prof. Dr. Leandro José Grava de Godoy, exemplo de ética e compreensão, por estar sempre presente e contribuindo em minha formação.

A todos os meus colegas do Programa de Pós-Graduação em Agronomia.

E a todos que direta ou indiretamente contribuíram com este trabalho.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	ii
LISTA DE FIGURAS.....	iii
RESUMO.....	iv
SUMMARY.....	v
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1 Importância econômica da cultura de milho.....	4
2.2 O sistema de plantio direto e o papel das plantas de cobertura	4
2.3 Adubação nitrogenada em sistema de plantio direto e sua relação com plantas de cobertura	6
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	9
3.1 Caracterização da área experimental	9
3.2 Implantação e condução do experimento	11
3.3 Avaliações	12
3.4 Análise estatística.....	16
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
4.1 Residual de massa seca das plantas de cobertura sobre o solo	17
4.2 Estande inicial da cultura do milho	19
4.3 Índice de cor verde e teor de N foliar em plantas de milho	19
4.4 Componentes morfoagronômicos da cultura do milho.....	21
5 CONCLUSÕES.....	34
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	35
APÊNDICES.....	45
APÊNDICE A	46
APÊNDICE B	48

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Análise química e física do solo na profundidade de 0-0,2 m amostrado antes da instalação do experimento	10
Tabela 2. Plantas de cobertura e densidade de semeadura empregadas no experimento.....	11
Tabela 3. Residual de massa seca das plantas de cobertura sobre o solo	17
Tabela 4. Estande inicial da cultura do milho cultivado em sucessão a plantas de cobertura	19
Tabela 5. Diâmetro de colmo na maturidade fisiológica em função de plantas de cobertura e doses de nitrogênio em cobertura na cultura do milho.....	23
Tabela 6. Produtividade de grãos da cultura do milho em função de plantas de cobertura	30

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Dados climatológicos e eventos importantes durante o desenvolvimento de plantas de cobertura e a cultura do milho.....	9
Figura 2. Dados climatológicos do mês de Janeiro de 2015, quando a cultura do milho se encontrava entre os estádios VT e R3 de desenvolvimento	10
Figura 3. Índice de cor verde nos estádios de desenvolvimento V6 e R1 da cultura do milho em função da aplicação de doses de N em cobertura	20
Figura 4. Teor de N foliar em função da aplicação de doses de N em cobertura na cultura do milho	20
Figura 5. Diâmetro do colmo de plantas de milho no florescimento em função da aplicação de doses de N em cobertura	22
Figura 6. Diâmetro de colmo na maturidade fisiológica em função de plantas de cobertura e doses de nitrogênio em cobertura na cultura do milho	24
Figura 7. Altura de plantas e altura de inserção de espigas de plantas de milho em função da aplicação de doses de N em cobertura	26
Figura 8. Massa seca de parte aérea de plantas de milho no florescimento feminino em função da aplicação de doses de N em cobertura.....	27
Figura 9. Massa de espigas de milho com palha e sem palha em função da aplicação de doses de N em cobertura	28
Figura 10. Massa do sabugo e massa da palha de espigas de milho em função da aplicação de doses de N em cobertura	28
Figura 11. Número de fileira de grãos por espiga de milho em função da aplicação de doses de N em cobertura	29
Figura 12. Número de grãos por espiga de milho em função da aplicação de doses de N em cobertura.....	29
Figura 13. Produtividade de grãos de milho em função da aplicação de doses de N em cobertura	31

ADUBAÇÃO NITROGENADA NA CULTURA DO MILHO EM SUCESSÃO A PLANTAS DE COBERTURA NO SUDOESTE GOIANO

RESUMO – Há a possibilidade de redução da adubação nitrogenada na cultura do milho sob sistema de plantio direto em sucessão a plantas de cobertura. Visando gerar informações sobre o tema objetivou-se com o presente trabalho avaliar a adubação nitrogenada na cultura do milho em sucessão a plantas de cobertura no sudoeste goiano. O experimento foi conduzido na Universidade Federal de Goiás, Regional Jataí, sob o delineamento de blocos casualizados com quatro repetições, em esquema de parcelas subdivididas. Os tratamentos alocados nas parcelas foram dez plantas de cobertura (*Cajanus cajan*, *Canavalia ensiformis*, *Crambe abyssinica*, *Crotalaria juncea*, *Crotalaria ochroleuca*, *Crotalaria spectabilis*, *Mucuna aterrima*, *Pennisetum glaucum*, *Raphanus sativus* e *Urochloa ruziziensis*), cultivadas em antecessão à cultura do milho. Os tratamentos alocados nas subparcelas foram quatro doses de nitrogênio (0, 50, 100 e 150 kg ha⁻¹ de N) aplicadas no estágio de desenvolvimento V5 da cultura do milho, totalizando 40 tratamentos. O déficit hídrico limitou as respostas da cultura do milho a adubação nitrogenada em cobertura, cultivada em sucessão a plantas de cobertura. O milho cultivado em sucessão a *Urochloa ruziziensis* com pastejo simulado e ao *Crambe abyssinica* apresentou menor produtividade de grãos.

Palavras-chave: adubação verde, Cerrado, sistema conservacionista, *Zea mays*

NITROGEN FERTILIZATION IN MAIZE FOLLOWING COVER CROPS IN SOUTHWESTERN GOIÁS

SUMMARY – There is the possibility of reduction of nitrogen fertilization in maize under no-tillage system following cover crops. In order to generate information about the subject, this work was carried out to evaluate the nitrogen fertilization in maize following cover crops in southwestern Goiás. The experiment was developed at the Universidade Federal de Goiás, Regional Jataí, under a randomized block design with four replications in split plot. Treatments allocated on plots were ten cover crops (*Cajanus cajan*, *Canavalia ensiformis*, *Crambe abyssinica*, *Crotalaria juncea*, *Crotalaria ochroleuca*, *Crotalaria spectabilis*, *Mucuna aterrima*, *Pennisetum glaucum*, *Raphanus sativus* and *Urochloa ruziziensis*), grown before maize. Treatments allocated in the subplots were four nitrogen rates (0, 50, 100 and 150 kg ha⁻¹ of N) topdressed in the V5 growth stage of the crop, totaling 40 treatments. The water deficit limited the maize crop response to nitrogen topdressing, grown in succession to cover crops. The maize grown after *Urochloa ruziziensis* with simulated grazing and *Crambe abyssinica* showed lower yield.

Keywords: green manures, Cerrado, conservation tillage system, *Zea mays*

1 INTRODUÇÃO

A adubação nitrogenada tem uma importante função na cultura do milho, por ser o nitrogênio (N), o nutriente absorvido em maior quantidade por essa espécie. Além disso, avaliar a disponibilidade de N no solo e a eficiência da adubação nitrogenada ainda é algo complexo (CANTARELLA & DUARTE, 2004). O nitrogênio pode seguir por vários caminhos e processos, como ser absorvido pela cultura, nitrificado, lixiviado, volatilizado, desnitrificado, carregado por erosão e ainda, incorporado à fração orgânica do solo (LARA CABEZAS et al., 2000; DINESS et al., 2002; RANDALL & MULLA, 2002; SILVA et al., 2006a) dificultando seu manejo de forma adequada.

O manejo da adubação nitrogenada na cultura do milho tem sido alterado, em função do considerável acúmulo de palha, maior teor de matéria orgânica do solo e maior tempo de adoção do sistema de plantio direto (SPD), uma vez que, a disponibilidade deste nutriente no solo é controlada pelos processos microbianos de mineralização e imobilização, os quais dependem basicamente da relação C/N e da composição bioquímica dos resíduos culturais em decomposição, principalmente no SPD, em que os mesmos permanecem na superfície do solo (HEINZMANN, 1985; SÁ, 1996; SILVA et al., 2006a).

O não revolvimento do solo, um dos pressupostos do sistema de plantio direto, promove modificações na dinâmica de imobilização e mineralização do nitrogênio. Na fase de consolidação do sistema, recomenda-se a utilização de 30% a mais da adubação nitrogenada que a recomendação para o sistema de plantio convencional (LOPES et al., 2004). Dessa forma, novas técnicas de manejo são exigidas para aumentar a produtividade da cultura do milho sem elevar os custos de produção, de modo que a quantidade requerida para otimizar a produtividade de grãos pode alcançar valores superiores a 150 kg ha⁻¹ de N (AMADO et al., 2002).

Plantas de cobertura no sistema de plantio direto promovem aporte significativo de palha sobre o solo, que ao se decompor disponibilizam nutrientes

para as culturas sucessoras, permitindo a redução dos custos de produção (TORRES & PEREIRA, 2008; SÁ et al., 2009; TEIXEIRA et al., 2011).

Segundo Wutke et al. (2014) há muitas espécies de plantas de cobertura adaptadas às distintas condições agroclimáticas do país. Entretanto, basicamente são utilizadas duas famílias de plantas, as leguminosas (Fabaceae) e as gramíneas (Poaceae). As leguminosas promovem aumento do teor e disponibilidade de N nos solos por realizarem associações simbióticas com bactérias capazes de fixar nitrogênio. Mas possuem como inconveniente, a rápida decomposição de seus resíduos, o que propicia pouca cobertura do solo e rápida liberação de nutrientes à cultura sucessora. As gramíneas possuem elevada capacidade de absorção de nutrientes em subsuperfície, produção e persistência de palhada e eficiente reciclagem de nutrientes, porém com restituição limitada por se decompor de maneira mais lenta (AMADO et al., 2002; TORRES et al., 2008; TEIXEIRA et al., 2009; PARTELLI et al., 2011).

Outras famílias de plantas como as brássicas (Brassicaceae) e compostas (Astereaceae) prestam-se igualmente à prática de cobertura do solo (WUTKE et al., 2014). Espécies como o nabo-forrageiro (*Raphanus sativus*) são capazes de se desenvolver em solos compactados, até mesmo com considerável teor de argila (CHEN & WEIL, 2014) e ainda absorver nitrogênio eficientemente de camadas subsuperficiais do solo (DEAN & WEIL, 2009).

A adoção de outras famílias de plantas e até mesmo o pousio, no qual permite-se o desenvolvimento da vegetação espontânea, constitui uma estratégia para formação e manutenção da palhada do solo, bem como a reciclagem de nutrientes.

Visando a sustentabilidade econômica e ambiental, a dose de N a aplicar é, para muitos, a mais importante decisão no manejo do fertilizante no cultivo de milho (COELHO, 2003). A crescente adoção do SPD no Brasil, a necessidade de utilizar plantas de cobertura e a rotação de culturas são aspectos que devem ser considerados na otimização da adubação nitrogenada para a sustentabilidade desse sistema. Vale salientar que, diversos trabalhos têm evidenciado a possibilidade de redução da adubação nitrogenada em sucessão a plantas de cobertura em diversas regiões do país (SOUSA & LOBATO, 2004; FONTOURA & BAYER, 2009; KAPPES et al., 2015).

Nesse contexto, com o intuito de gerar informações sobre o tema objetivou-se com o presente trabalho avaliar a eficiência da adubação nitrogenada na cultura do milho cultivada em sucessão a plantas de cobertura no sudoeste goiano.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Importância econômica da cultura de milho

A produção de milho no Brasil na safra 2014/2015 foi de 79 milhões de toneladas e o estado de Goiás contribuiu com 11% deste total. A primeira safra totalizou 31 milhões toneladas e a segunda safra, 48 milhões. A área plantada com milho foi 15,7 milhões de hectares, sendo 6,4 e 9,3 milhões de hectares cultivados na primeira safra e segunda safra, respectivamente. Desse total, 9% das áreas são pertencentes ao estado de Goiás (IBGE, 2015).

A produtividade anual média nacional foi de 5000 kg ha⁻¹ enquanto Goiás destacou-se como um dos estados com maior produtividade (6480 kg ha⁻¹). A produção do milho é relativamente dispersa no país, tendo como cinco maiores estados produtores o Mato Grosso, Paraná, Goiás, Mato Grosso do Sul e Minas Gerais, que corresponderam em 2014 por 74% da produção nacional. As maiores regiões produtoras são o Sul, com 31% e o Centro Oeste com 46% da produção nacional (IBGE, 2015).

O estudo das projeções de produção de milho, realizado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2014), indica aumento de 32% entre a safra de 2013/2014 e 2023/2024. Em 2023/2024, a produção deverá ficar em 103,12 milhões de toneladas e o consumo em 64,10 milhões de toneladas.

Esses resultados embasam a importância da cultura do milho no país e indicam que o Brasil deverá otimizar a produtividade de grãos para garantir o abastecimento do mercado interno e obter excedente para exportação.

2.2 O sistema de plantio direto e o papel das plantas de cobertura

Solos de importantes regiões produtoras do Cerrado têm passado por grandes problemas de degradação física devido ao uso intensivo, à erosão, 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 sustentável para a degradação observada em solos cultivados, surge o sistema de plantio direto, o qual remete a mudanças graduais nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo ao longo do tempo. Este tipo de sistema, está fundamentado em três requisitos mínimos: revolvimento do solo restrito à cova ou sulco de plantio, a biodiversidade pela rotação de culturas, e a cobertura permanente do solo com culturas específicas para formação de palhada (BERNARDI et al., 2003). No entanto, produzir e manter a palha sobre o solo tem sido um dos grandes desafios para agricultores no Cerrado, com destaque para o sudoeste goiano. Nestes locais, a cobertura morta das culturas de interesse econômico e plantas daninhas que possam vir a desenvolver é insuficiente para a adequada cobertura do solo (FREITAS et al., 2013).

Diversos fatores estão atrelados à dificuldade em formação e manutenção da palha, principalmente em regiões tropicais onde as altas temperaturas, aliadas ao inverno seco e verão úmido, promovem rápida decomposição da palhada. Esses fatores limitantes dificultam a manutenção da cobertura sobre o solo por maiores períodos, comprometendo a sustentabilidade do SPD (TEIXEIRA et al., 2009; CRUSCIOL et al., 2010; PACHECO et al., 2011). Portanto, torna-se fundamental o uso de plantas de cobertura capazes de produzir adequada quantidade de massa seca, permitindo que o solo permaneça coberto o maior tempo possível (BORGHI & CRUSCIOL, 2007; PARIZ et al., 2009).

O uso de plantas de cobertura em SPD baseia-se no efeito direto sobre a produtividade das culturas subsequentes e no efeito indireto na melhoria crescente nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo, na diminuição da ocorrência e disseminação de insetos-praga, doenças e plantas daninhas, bem como na redução dos custos para seu controle. Além disso, muitas espécies apresentam múltiplos usos, podendo ser utilizadas para produção de grãos, pastejo animal e, ou, produção de feno e silagem, e adubação verde. Quando manejadas, através do corte e deposição dos restos vegetais sobre o solo, o material vegetal se decompõe liberando nutrientes (TEODORO et al., 2011).

Dentre as características agronômicas a serem consideradas na escolha de plantas de cobertura pode-se citar a velocidade de estabelecimento, produção de massa, cobertura do solo e persistência de seus restos vegetais, fixação de N e reciclagem de nutrientes, ciclo compatível com o das culturas comerciais, produção de sementes, enraizamento profundo, tolerância ao alumínio, tolerância ao déficit hídrico, eficiência no controle de plantas daninhas e de nematoides, e não ser hospedeira de insetos-praga e doenças (AMABILE et al., 1999; SILVA et al., 2014).

Várias espécies de plantas podem ser inseridas no 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 ano⁻¹ (WUTKE et al., 2014). Além disso, apresentam baixa relação C/N (de 10 a 25), o que pode favorecer a rápida decomposição dos restos vegetais e mineralização da matéria orgânica, com significativo aporte de N ao solo (PARTELLI et al., 2011).

As gramíneas, de forma geral, produzem grande quantidade de massa em curtos espaços de tempo, sendo importantes na formação de palhada (ALVARENGA et al., 2001). Algumas espécies dessa família de plantas produzem raízes capazes de absorver nutrientes presentes nas camadas mais profundas do perfil do solo, principalmente aqueles facilmente lixiviáveis, como o caso do K e $N-NO_3^-$ (SÁ, 1996; AMADO et al., 2002). Já a cobertura vegetal dessas plantas apresenta elevada relação C/N quando comparado às leguminosas o que proporciona maior persistência de seus resíduos sobre o solo (TORRES et al., 2008).

Outras famílias de plantas como Brassicaceae e Asteraceae são utilizadas principalmente devido ao seu rápido desenvolvimento, relação C/N intermediária entre as leguminosas e gramíneas, suportarem seca e baixas temperaturas, e sistemas radiculares capazes de reciclar nutrientes eficientemente (ANSELMO et al., 2013; WUTKE et al., 2014).

2.3 Adubação nitrogenada em sistema de plantio direto e sua relação com plantas de cobertura

Adicionar quantidades elevadas de resíduos culturais ao solo, como acontece no SPD, faz com que microrganismos, atuantes na decomposição da matéria orgânica, tornem-se gradativamente ativos e multipliquem-se produzindo CO_2 em

grandes quantidades. Nestas condições, o nitrogênio, na forma de nitrato e amônio, praticamente desaparece do solo. Durante certo período, a cultura em desenvolvimento terá pouca ou nenhuma disponibilidade de N mineral para o seu desenvolvimento, causando um “estresse” pela carência de N no sistema. A medida que ocorre o processo de decomposição, diminui a relação C/N do solo, pela perda de CO₂ e a conservação do N na biomassa microbiana até que os resíduos vegetais atinjam uma relação C/N em torno de 20. A partir deste ponto, a atividade microbiana diminui pela falta de carbono facilmente oxidável. O N deixa de ser limitante, passando então, a ocorrer a liberação de N mineral. A nitrificação volta a ser ativa, produzindo nitrato em nível superior às condições originais (VICTORIA et al., 1992).

A implantação e manutenção do SPD necessita de formação de palha, para tal, utiliza-se materiais de alta relação C/N, sobretudo em regiões como o Cerrado, onde os processos de degradação do material orgânico são mais acentuados. Isso torna a demanda em N pela biomassa microbiana do solo e pelas culturas elevada, notadamente na fase inicial do SPD (fase de implantação), caracterizada pela maior imobilização em relação a mineralização, exigindo maiores doses de N (LOPES et al., 2004). Segundo Bortolini et al. (2002) há a necessidade do aumento da dose de N em cultivos sob sistema de plantio direto para suprir a carência inicial do solo que pode ocorrer devido à imobilização do nutriente.

Passada a fase inicial do SPD nota-se que a imobilização e a mineralização apresentam a mesma intensidade, ou seja, o sistema se estabiliza. Neste ponto, de consolidação do sistema, a necessidade de N se dá apenas para o suprimento das culturas e reposição de eventuais perdas, que por sua vez são menores que na fase inicial devido ao incremento da matéria orgânica do solo (LOPES et al., 2004).

A fase final, sistema já consolidado, apresenta maior mineralização que imobilização, dessa forma os teores de matéria orgânica do solo já não apresentam grandes incrementos. Verifica-se uma certa resiliência do solo em relação a adubação nitrogenada e pesquisas têm constatado eficiência maior do sistema de plantio direto em relação ao preparo convencional, em função da melhoria da fertilidade do solo, levando ainda, a uma futura redução da utilização de corretivos e fertilizantes (AMADO et al., 2002; BERNARDI et al., 2003; COLLIER et al., 2006)

Diversos autores evidenciam a necessidade de ajuste da adubação nitrogenada em função da cultura antecessora. Gitti et al. (2012) trabalhando com

arroz (*Oryza sativa*) de terras altas em Silvíria, MS, obtiveram maiores produtividades quando cultivou-se arroz em sucessão às leguminosas feijão-guandu (*Cajanus cajan*) e crotalária-júncea (*Crotalaria juncea*) e seus consórcios com milho (*Pennisetum glaucum*) em relação ao cultivo solteiro de milho e de braquiária-ruziziensis (*Urochloa ruziziensis*). Fontoura & Bayer (2009) compilaram dados de um total de 61 experimentos envolvendo adubação nitrogenada e a cultura do milho, e concluíram que para a região centro sul do Paraná, em solos com teor de matéria orgânica menor que 4%, visando produtividades de 10 a 12 toneladas por hectare de grãos de milho, 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. Já no Cerrado do Mato Grosso do Sul, Kappes et al. (2013) trabalhando com plantas de cobertura, manejo de solo e adubação nitrogenada relataram maiores produtividades de milho sob SPD cultivado em sucessão à crotalária-júncea quando comparado ao seu cultivo em sucessão ao milho.

A adubação nitrogenada em SPD, em longo prazo, permite acréscimos nos teores de C e de N orgânico no solo, o que contribui para melhor desenvolvimento das culturas (DIVITO et al., 2011). Esse acréscimo dos teores de C e N orgânico no solo apresenta-se como um dos fatores mais importantes para a redução da quantidade de N aplicada via fertilizante, principalmente na cultura do milho cultivada em rotação a leguminosas (SOUSA & LOBATO, 2004). Estes mesmos autores observaram que no 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. No entanto, Sousa Neto et al. (2008) não evidenciaram diferenças de produtividade do milho cultivado em sucessão entre a crotalária e milho em SPD consolidado.

A ausência de trabalhos sobre o tema no Sudoeste Goiano torna necessário o estudo do efeito das plantas de cobertura associada ao manejo da adubação nitrogenada nesta região, a fim de se estabelecer parâmetros confiáveis para a recomendação aos agricultores, garantindo o ponto de equilíbrio entre lucratividade e sustentabilidade na agricultura.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área experimental

A pesquisa foi conduzida em área experimental da Universidade Federal de Goiás, UFG, Regional Jataí, localizada no município de Jataí, GO, sob as coordenadas geográficas 17°55'37,3" S, 51°43'4,7" W e com altitude de 623 m. O clima da região é classificado como Awa segundo Köppen (1931), tropical de savana, mesotérmico, com duas estações bem definidas, verão chuvoso e inverno seco. As temperaturas médias máximas e mínimas e a precipitação durante a condução do experimento (Figuras 1 e 2) foram coletadas em estação automática próxima a área experimental e os dados fornecidos pelo INMET (2015).

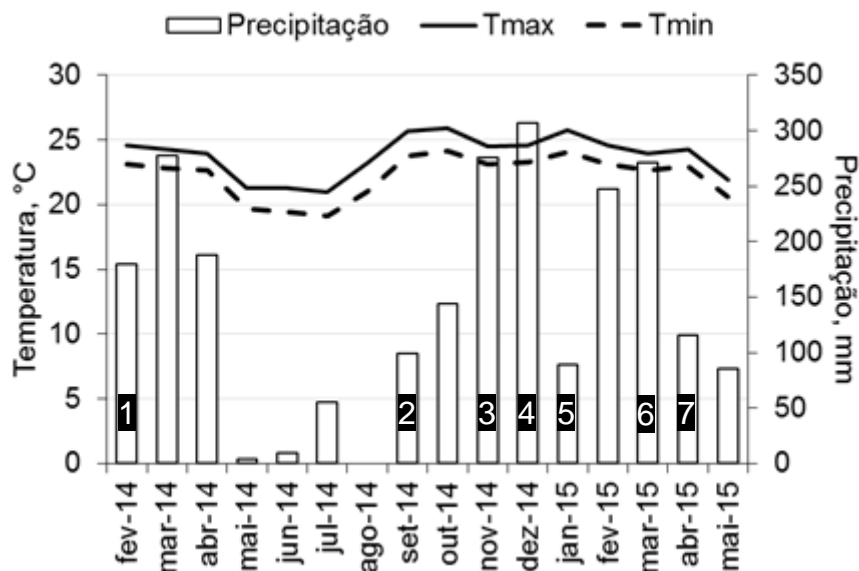


Figura 1. Dados climatológicos e eventos importantes durante o desenvolvimento de plantas de cobertura e a cultura do milho. (Tmax – temperatura média máxima; Tmin – temperatura média mínima; 1. Semeadura das plantas de cobertura; 2. Manejo das plantas de cobertura; 3. Semeadura do milho; 4. Adubação nitrogenada em cobertura no estágio de desenvolvimento V5 da cultura do milho; 5. Estádio de desenvolvimento VT (pendoamento) da cultura do milho; 6. Maturidade fisiológica; 7. Colheita) (INMET, 2015) (Jataí, GO, 2015).

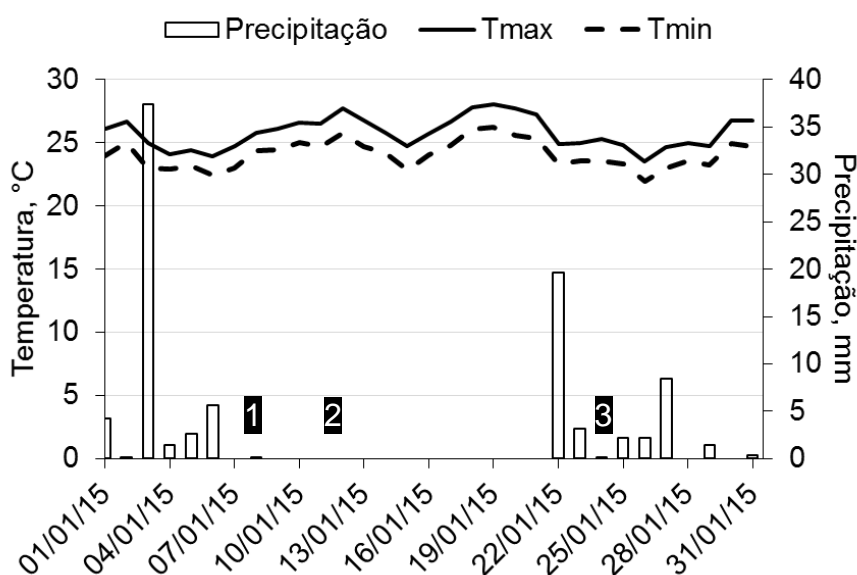


Figura 2. Dados climatológicos do mês de Janeiro de 2015, quando a cultura do milho se encontrava entre os estádios VT e R3 de desenvolvimento. (Tmax – temperatura média máxima; Tmin – temperatura média mínima; 1. Estádio de desenvolvimento VT (pendoamento); 2. Estádio de desenvolvimento R1; 3. Estádio de desenvolvimento R3) (INMET, 2015) (Jataí, GO, 2015).

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho distroférico de textura muito argilosa (EMBRAPA, 2013). A área foi cultivada em sistema convencional até o cultivo 2009/2010, e passou a ser cultivada sob sistema de plantio direto nos cultivos seguintes com soja na safra e sorgo (*Sorghum bicolor*) na segunda safra. Em fevereiro de 2014, antes da instalação das plantas de cobertura, foi realizada uma amostragem na camada de 0-0,2 m para caracterizar o solo (EMBRAPA, 2011) e os resultados estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Análise química e física do solo na profundidade de 0-0,2 m amostrado antes da instalação do experimento (Jataí, GO, 2015)

pH	H+Al	Al	Ca	Mg	K	P _{Mehlich-1}	MO	SB	CTC
H ₂ O	----- cmol _c dm ⁻³ -----				mg dm ⁻³		g kg ⁻¹	cmol _c dm ⁻³	
5,4	5,5	0,1	2,4	0,9	50,1	5,0	35,2	3,4	8,9
	Cu	Fe	Mn	Zn	Areia		Silte	Argila	
	----- mg dm ⁻³ -----				----- g kg ⁻¹ -----				
	4,2	8,9	9,7	3,5	119		273	608	

3.2 Implantação e condução do experimento

Utilizou-se o delineamento experimental de blocos casualizados em parcelas subdivididas com quatro repetições. As parcelas foram constituídas pelos resíduos de 10 plantas de cobertura (Tabela 2). As subparcelas foram constituídas por quatro doses de nitrogênio (0, 50, 100 e 150 kg ha⁻¹ de N) aplicadas em cobertura na cultura do milho. As parcelas continham 4,5 m de largura x 10 m de comprimento e as subparcelas 2,25 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.

Tabela 2. Plantas de cobertura e densidade de semeadura empregadas no experimento (Jataí, GO, 2015)

Tratamentos	Nome comum	Família	Sementes m ⁻²
<i>Cajanus cajan</i>	Feijão-guandu	Fabaceae	56
<i>Canavalia ensiformis</i>	Feijão-de-porco	Fabaceae	11
<i>Crotalaria juncea</i>	Crotalária-júncea	Fabaceae	56
<i>Crotalaria ochroleuca</i>	Crotalária-ocroleuca	Fabaceae	67
<i>Crotalaria spectabilis</i>	Crotalária-espectábilis	Fabaceae	73
<i>Mucuna aterrima</i>	Mucuna-preta	Fabaceae	9
<i>Pennisetum glaucum</i>	Milheto	Poaceae	167
<i>Urochloa ruziziensis</i>	Braquiária-ruziziensis	Poaceae	56
<i>Crambe abyssinica</i>	Crambe	Brassicaceae	67
<i>Raphanus sativus</i>	Nabo-forrageiro	Brassicaceae	56

Em 17 de fevereiro de 2014 semeou-se as plantas de cobertura em linhas, no espaçamento de 0,45 m, sem adubação. Em 26 de setembro de 2014 realizou-se amostragens de solo para caracterização das alterações químicas do solo promovidas pelo cultivo das plantas de cobertura, segundo metodologia descrita em EMBRAPA (2011), a fim de se proceder a correção e adubação do solo para a implantação da cultura do milho (Apêndice A).

Em 29 de setembro de 2014 realizou-se o manejo das plantas de cobertura com roçadoras manuais, deixando seus resíduos vegetais sobre o solo. Previamente, onde havia braquiária-ruziziensis, procedeu-se uma simulação de pastejo rebaixando as plantas a 0,25 m do solo, removendo 12,9 Mg ha⁻¹ de massa seca das unidades experimentais. Esse procedimento se fez necessário, uma vez que o excesso de resíduos da braquiária-ruziziensis poderia comprometer a semeadura da cultura do milho.

Aos 7 dias após o manejo das plantas de cobertura realizou-se a correção do solo aplicando-se 1300 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.

Em 18 de novembro de 2014 procedeu-se a semeadura do milho híbrido simples Impacto® Viptera® em semeadura direta, espaçado em 0,45 m entrelinhas e aproximadamente 3,5 sementes m⁻¹. A identificação dos estádios fenológicos da cultura para proceder as avaliações e os tratos culturais foi realizada de acordo com Magalhães & Durães (2006). A adubação de plantio foi realizada com 750 kg ha⁻¹ do formulado NPK 04-14-08 + 0,3% Zn. Quando o milho apresentou 3 folhas totalmente expandidas, estágio de desenvolvimento V3, procedeu-se a complementação da adubação potássica com 30 kg ha⁻¹ de K₂O em cobertura.

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 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.

Realizou-se o controle de plantas daninhas com 1300 g e.a. ha⁻¹ do herbicida glyphosate antes da semeadura das plantas de cobertura e do milho. A mesma dose e herbicida foram empregados quando a cultura do milho apresentava de 4 a 5 folhas totalmente expandidas. Entre os estádios V7 e V8 realizou-se a aplicação de 0,75 L ha⁻¹ de Epoxiconazol + Piraclostrobin para controle de Helminthosporiose (*Exserohilum turcicum*). Não foi observado o ataque de insetos-praga durante a condução do experimento.

3.3 Avaliações

3.3.1 Residual de massa seca de plantas de cobertura sobre o solo

Em setembro, após o manejo e deposição do material vegetal sobre o solo foi avaliado o residual de massa seca das plantas de cobertura (RMSP). Para a obtenção dos dados foram realizadas amostragens ao acaso com quadrado de 0,25 m² em dois pontos representativos de cada parcela. Em seguida, o material coletado

foi submetido à secagem em câmara com circulação forçada de ar a temperatura de 65 °C, até atingir massa constante, com a posterior pesagem em balança de precisão.

3.3.2 Estande

Para determinação do estande inicial da cultura do milho, no estágio de desenvolvimento V1 (29/11/2014), foram contadas todas as plantas da área útil de cada parcela e os resultados foram extrapolados para plantas por hectare.

3.3.3 Clorofila e teor de N foliar na cultura do milho

3.3.3.1 Índices de cor verde

O índice de cor verde foi determinado com o aparelho clorofilômetro (ClorofiLOG® CFL1030 Falker®). As avaliações foram realizadas coletando-se uma leitura em cada lado da última folha recém expandida, no estágio de desenvolvimento V6 (19/12/2014), e na folha abaixo e oposta à da primeira espiga, quando ocorreu o florescimento feminino (12/01/2015), adotando-se a média dos valores lidos. As leituras foram realizadas em 10 plantas tomadas ao acaso em cada subparcela.

3.3.3.2 Teor de nitrogênio foliar

Para determinação do teor de nitrogênio total nas folhas (N Foliar) foi realizada a coleta de 10 folhas por parcela quando ocorreu o florescimento feminino (12/01/2015) da cultura do milho. A folha diagnosticada foi a oposta e abaixo a da primeira espiga, excluída a nervura central (MALAVOLTA, 2006). As folhas foram secas em câmara com circulação forçada de ar a 65 °C até atingir massa constante. Após a secagem, as folhas foram processadas em moinho de facas do tipo Willey e o material submetido à determinação do teor de nitrogênio, segundo metodologia descrita por EMBRAPA (2009).

3.3.4 Componentes morfoagronômicos na cultura do milho

3.3.4.1 Diâmetro do colmo

No pleno florescimento masculino (08/01/2015) e na maturidade fisiológica (22/03/2015), determinou-se o diâmetro do colmo das plantas de milho, com paquímetro digital graduado em milímetro em 10 plantas tomadas ao acaso, de cada subparcela. Para a determinação foi considerado o diâmetro do segundo entrenó acima da superfície do solo.

3.3.4.2 Altura das plantas e altura de inserção da espiga

Realizou-se as avaliações de altura de plantas e altura de inserção de espiga em 10 plantas tomadas ao acaso de cada subparcela utilizando régua graduada. Para determinação da altura de planta foi considerada a distância entre o nível do solo e o ponto de inserção da última folha emitida antes da inflorescência masculina. Para avaliação da altura de inserção da espiga foi considerada a distância entre o nível do solo e a inserção da primeira espiga.

3.3.4.3 Massa seca de plantas de milho

No pleno florescimento feminino (12/01/2015) foram coletadas 3 plantas ao acaso por subparcela para determinação da massa seca das plantas de milho. As plantas foram retiradas do campo e o material seco em câmara com circulação forçada de ar até peso constante. Em seguida o material foi pesado em balança de precisão.

3.3.5 Componentes de produção

3.3.5.1 Massa de espigas com e sem palha, massa de palha e massa de sabugo

Dez espigas de cada subparcela foram tomadas ao acaso para determinação da massa de espigas com palha (MECP) e sem palha (MESP). A massa de palha foi obtida pela subtração da MECP pela MESP e a massa de sabugo pela subtração da MESP pela massa dos grãos presentes nessas espigas.

3.3.5.2 Número de fileiras de grãos e grãos por fileira de espigas e número de grãos por espiga

O número de fileira de grãos por espiga (NFG) e o número de grãos por fileira (NGF) de espiga foi obtido a partir da média da contagem desses parâmetros em 10 espigas coletadas aleatoriamente por subparcela. O número de grãos por espiga (NGPE) foi obtido pelo produto do NFG e NGF.

3.3.5.3 Massa de 1000 grãos

Para determinação da massa de 1000 grãos (M1000), foi realizada a contagem ao acaso de três repetições de 100 grãos de cada subparcela, que tiveram suas massas determinadas e ajustadas para 13% de teor de água e extrapolados para 1000 grãos.

3.3.5.4 Produtividade de grãos

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

3.4 Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F. Quando constatada significância, empregou-se o teste de Scott & Knott (1974) para as plantas de cobertura e análise de regressão para as doses de N, a 5% de probabilidade. A escolha do modelo de regressão foi baseada na significância da regressão pelo teste F, na significância dos coeficientes de regressão pelo teste T de Student e posteriormente no maior valor do coeficiente de determinação.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resumos das análises de variância das variáveis analisadas juntamente com os valores médios em função das plantas de cobertura e das doses de N em cobertura na cultura do milho podem ser observados no Apêndice B.

4.1 Residual de massa seca das plantas de cobertura sobre o solo

Os maiores valores de RMSP foram constatados para o feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*) e para a mucuna-preta (*Mucuna aterrima*) (Tabela 3). A crotalária-espectabilis (*Crotalaria spectabilis*) e o feijão-guandu (*Cajanus cajan*), por sua vez, apresentaram valores de RMSP próximos da quantidade mínima de resíduos necessária para manutenção e desenvolvimento do sistema de plantio direto, 6 Mg ha⁻¹, no Cerrado (ALVARENGA et al., 2001; NUNES et al., 2006).

Tabela 3. Residual de massa seca das plantas de cobertura sobre o solo (RMSP) (Jataí, GO, 2015)

Plantas de Cobertura	RMSP kg ha ⁻¹
<i>Cajanus cajan</i>	5983 b [±]
<i>Canavalia ensiformis</i>	7949 a
<i>Crotalaria juncea</i>	2416 d
<i>Crotalaria ochroleuca</i>	2942 d
<i>Crotalaria spectabilis</i>	5766 b
<i>Mucuna aterrima</i>	8063 a
<i>Pennisetum glaucum</i>	3370 d
<i>Urochloa ruziziensis</i>	5280 b*
<i>Crambe abyssinica</i>	4384 c
<i>Raphanus sativus</i>	4101 c
Pr>Fc	0,0000
CV, %	11,58

± - letras iguais não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade; *Simulação de pastejo com remoção de 12,9 Mg ha⁻¹ de massa seca. Pr>Fc – probabilidade de F tabelado ser maior que F calculado; CV – coeficiente de variação.

Cabe salientar que, no momento do manejo das plantas de cobertura algumas espécies como a crotalária-júncea, crotalária-ocroleuca (*Crotalaria ochroleuca*), milho, crumbe (*Crambe abyssinica*) e nabo-forrageiro já apresentavam estágio avançado de senescência enquanto as demais plantas de cobertura ainda estavam verdes.

Se a simulação de pastejo das parcelas de braquiária-ruziziensis não fosse realizada, a quantidade de RMSP excederia 18 Mg ha⁻¹, ou seja, 10 Mg ha⁻¹ a mais que a maior quantidade observada, que foi da mucuna-preta. A braquiária-ruziziensis possui hábito perene, o que a possibilita grande produção de fitomassa, sendo alternativa viável para a produção de palha na entressafra (PACHECO et al., 2011). Já a mucuna-preta, por possuir hábito de crescimento indeterminado, continuou seu crescimento mesmo após o florescimento, diferentemente de outras espécies como as brássicas, milho e as crotalárias desse estudo (WUTKE et al., 2014).

Pesquisando em área adjacente e com algumas espécies do presente estudo, Carneiro et al. (2008) observaram acúmulo de 441,9; 506,8; 239,6; 198,1; 232,7; 212,1 kg ha⁻¹ de N para feijão-guandu, feijão-de-porco, crotalária-júncea (*Crotalaria juncea*), crotalária-espectabilis, milho e nabo-forrageiro, respectivamente. Considerando os teores de nitrogênio relatados por esses autores e o RMSP do presente estudo, obtém-se uma estimativa de acúmulo de 156; 274; 72; 126; 48; 164 kg ha⁻¹ de N pelo feijão-guandu, feijão-de-porco, crotalária-júncea, crotalária-espectabilis, milho e nabo-forrageiro, respectivamente.

Segundo Aita et al. (2014), há uma preocupação em relação ao N, na utilização de gramíneas do ponto de vista nutricional da cultura comercial em sucessão, por provável redução na disponibilidade de N mineral no solo. Os mesmos autores citam que essa redução pode ser causada pela imobilização microbiana do nutriente e, ou, pelo fato de a gramínea extrair do solo, durante seu desenvolvimento, maior quantidade de N mineral do que é capaz de fornecer via mineralização do N de seus resíduos vegetais durante sua decomposição pela biomassa microbiana.

Para a região do sudoeste goiano foi observada uma média de 67 dias para decompor metade da quantidade de resíduos, independentemente das espécies de cobertura estudadas por Carneiro et al. (2008). Esses autores relatam que tal processo se deve, principalmente, às condições climáticas da região, tais como

elevadas temperaturas e precipitações pluviais, que favoreceram aumento da decomposição, independentemente da espécie de cobertura do solo.

4.2 Estande inicial da cultura do milho

As plantas de cobertura não promoveram diferenças significativas no número de plantas de milho por hectare (Tabela 4). No entanto, visualmente foi possível observar que, devido a grande produção de palhada pela braquiária-ruziziensis, mesmo após a simulação de pastejo, os elementos de corte da semeadora utilizada na semeadura do milho, não foram capazes de cortar os resíduos e promover a adequada deposição das sementes nos sulcos.

Tabela 4. Estande inicial da cultura do milho cultivado em sucessão a plantas de cobertura (Jataí, GO, 2015)

Plantas de Cobertura	População inicial da cultura do milho plantas ha ⁻¹
<i>Cajanus cajan</i>	72815 a [±]
<i>Canavalia ensiformis</i>	71519 a
<i>Crotalaria juncea</i>	74019 a
<i>Crotalaria ochroleuca</i>	72074 a
<i>Crotalaria spectabilis</i>	72537 a
<i>Mucuna aterrima</i>	74944 a
<i>Pennisetum glaucum</i>	73000 a
<i>Urochloa ruziziensis</i>	68278 a
<i>Crambe abyssinica</i>	73926 a
<i>Raphanus sativus</i>	76148 a
Pr>Fc	0,0407
CV, %	3,81

± - letras iguais não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade. Pr>Fc – probabilidade de F tabelado ser maior que F calculado; CV – coeficiente de variação.

Segundo Trogello et al. (2014), os fatores que mais interferem na emergência das culturas em sucessão às plantas de cobertura são o manejo da palhada e os implementos de corte da semeadora da cultura principal e não diretamente a espécie utilizada como cobertura do solo.

4.3 Índice de cor verde e teor de N foliar em plantas de milho

Os índices de cor verde nos estádios V6 e R1 da cultura do milho não diferiram em função das plantas de cobertura, apresentando índices médios de

46,71 e 61,14, respectivamente. Da mesma forma, o teor de nitrogênio foliar não foi influenciado pelos restos vegetais da espécie antecessora (Apêndice B), apresentando teor médio de 28 g kg⁻¹.

O índice de cor verde (Figura 3) e o teor de N foliar (Figura 4) do milho foram influenciados significativamente pelas doses de N. Eles aumentaram linearmente com o incremento na quantidade de N aplicada em cobertura. Alguns autores também observaram elevação linear tanto no índice de cor verde como no teor de N das folhas em resposta ao incremento de doses de N no milho (ARATANI, 2006; GOMES et al., 2007; MOTA et al., 2015).

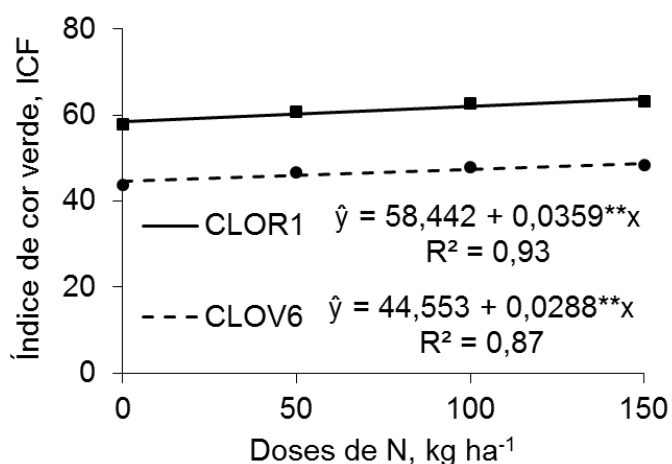


Figura 3. Índice de cor verde nos estádios de desenvolvimento V6 (CLOV6) e R1 (CLOR1) da cultura do milho em função da aplicação de doses de N em cobertura. ** - significativo pelo teste T de Student a $p \leq 0,01$. (Jataí, GO, 2015).

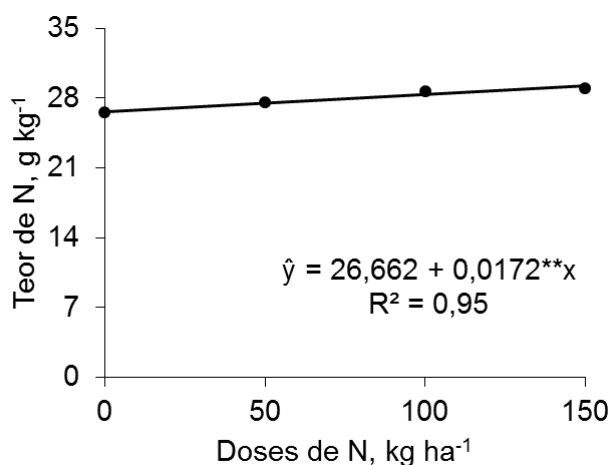


Figura 4. Teor de N foliar em função da aplicação de doses de N em cobertura na cultura do milho. ** - significativo pelo teste T de Student a $p \leq 0,01$. (Jataí, GO, 2015).

Argenta et al. (2003) citam que um índice de cor verde de 58, no estágio de desenvolvimento R1 da cultura do milho, indica nível adequado de N, dessa forma, acredita-se que mesmo na ausência da adubação nitrogenada as plantas se encontravam com teores satisfatórios de N (Figura 3). No entanto, Coelho (2008) relatou teores ideais para a cultura do milho na faixa de 2,75 a 3,25% sendo que o valor mínimo da faixa citada foi obtido neste estudo a partir da dose de 49,30 kg ha⁻¹ de N (Figura 4).

Costa Netto et al. (2012), em estudo no município de Jataí, avaliando doses de N em cobertura na cultura do milho (49, 91 e 126 kg ha⁻¹) constataram correlação entre o teor de N foliar e a leitura do índice de cor verde. Os autores atribuíram essa correlação ao fato de que mais de 50% do N presente nas folhas faz parte das moléculas de clorofila. Em SPD, Aratani et al. (2006), trabalhando com doses variando de 0 a 120 kg ha⁻¹ em milho irrigado verificaram que o teor de N foliar respondeu linearmente ao incremento da adubação nitrogenada, apresentando teores que variaram de 2,6 a 3,4%.

Os incrementos observados, tanto para o índice de cor verde, quanto para o teor de N foliar da cultura do milho foram baixos. Portanto, nas condições do presente experimento, essas variáveis foram pouco responsivas às doses de N em cobertura.

4.4 Componentes morfoagronômicos da cultura do milho

As plantas de cobertura não promoveram diferenças significativas na maioria dos componentes morfoagronômicos da cultura do milho (Apêndice B).

O diâmetro médio do colmo no florescimento não foi influenciado pelas plantas de cobertura, apresentando média de 21,39 mm. Por outro lado, o incremento nas doses de N em cobertura incrementou o diâmetro de colmo no florescimento, atingindo o maior diâmetro estimado em 21,78 mm (Figura 5).

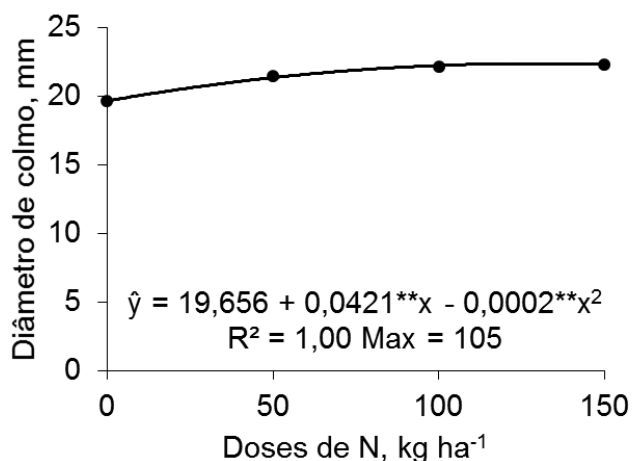


Figura 5. Diâmetro do colmo de plantas de milho no florescimento em função da aplicação de doses de N em cobertura. ** - significativo pelo teste T de Student a $p \leq 0,01$. (Jataí, GO, 2015).

Dartora et al. (2013), trabalhando com doses de N, observaram que a adubação nitrogenada influenciou positivamente o diâmetro do colmo no florescimento das plantas de milho, no entanto, observaram ajuste linear crescente ($p \leq 0,01$). Segundo Fancelli & Dourado Neto (2000), maior diâmetro do colmo está diretamente relacionado com o aumento da produção, uma vez que influencia o armazenamento de sólidos solúveis que serão utilizados posteriormente para a formação dos grãos.

Na ausência de adubação nitrogenada, foram observados os maiores diâmetros de colmo na maturidade fisiológica nas plantas de milho cultivadas após feijão-guandu, feijão-de-porco, crambe, crotalária-ocroleuca e nabo-forageiro (Tabela 5).

Tabela 5. Diâmetro de colmo na maturidade fisiológica em função de plantas de cobertura e doses de nitrogênio em cobertura na cultura do milho (Jataí, GO, 2015)

Plantas de Cobertura (PC)	----- Doses de N, kg ha ⁻¹ -----				Dose _{PC} Pr>F _c
	0	50	100	150	
	Diâmetro do colmo, mm				
<i>Cajanus cajan</i>	19,45 a*	20,29 b	20,96 b	22,10 a	0,0122
<i>Canavalia ensiformis</i>	19,51 a	19,56 b	20,62 b	20,82 a	0,2293
<i>Crotalaria juncea</i>	18,21 b	20,20 b	21,51 b	21,98 a	0,0000
<i>Crotalaria ochroleuca</i>	20,00 a	21,77 a	22,73 a	22,72 a	0,0028
<i>Crotalaria spectabilis</i>	18,04 b	21,26 a	20,56 b	22,12 a	0,0000
<i>Mucuna aterrima</i>	18,65 b	21,36 a	21,37 b	21,77 a	0,0006
<i>Pennisetum glaucum</i>	16,88 b	21,18 a	21,07 b	21,51 a	0,0000
<i>Urochloa ruziziensis</i>	18,31 b	20,44 b	22,13 a	22,28 a	0,0000
<i>Crambe abyssinica</i>	19,47 a	21,74 a	22,36 a	22,05 a	0,0020
<i>Raphanus sativus</i>	19,33 a	20,88 a	21,26 b	21,98 a	0,0121
PC _{Dose} , Pr>F _c	0,0003	0,0223	0,0192	0,3727	
Coeficiente de Variação, %	5,37	3,00	3,78	3,14	

PC_{Dose} – desdobramento dos efeitos das plantas de cobertura cultivadas em antecessão para cada dose de nitrogênio em cobertura na cultura do milho; Dose_{PC} – desdobramento dos efeitos das doses de nitrogênio em cobertura na cultura do milho para cada planta de cobertura cultivada em antecessão; Pr>F_c – probabilidade de F tabelado ser maior que F calculado; ± – letras iguais não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

As plantas de milho cultivadas em sucessão ao crambe, crotalária-ocroleuca, crotalária-espectabilis, mucuna-preta, milheto e nabo-forrageiro, e adubadas com 50 kg ha⁻¹ de N em cobertura apresentaram maiores diâmetros do colmo na maturidade fisiológica. O aumento da dose para 100 kg ha⁻¹ de N, proporcionou maiores diâmetros de colmo na maturidade às plantas de milho cultivadas em sucessão ao crambe, crotalária-ocroleuca e a braquiária-ruziziensis. Já na dose máxima, 150 kg ha⁻¹ de N, as plantas de cobertura não proporcionaram diferenças na variável estudada.

Ao avaliar os efeitos das doses de nitrogênio para cada planta de cobertura observou-se comportamento diferente entre as plantas de cobertura (Figura 6). Onde houve ajuste dos dados à regressão, o aumento das doses não proporcionou grandes incrementos na variável estudada. A ausência de efeito pode ter sido em função da imobilização de N pela biomassa microbiana na degradação dos restos culturais depositados sobre o solo, em função do fornecimento de N pela mineralização da matéria orgânica presente no solo ou até mesmo à liberação de N pela rápida decomposição dos resíduos das plantas de cobertura.

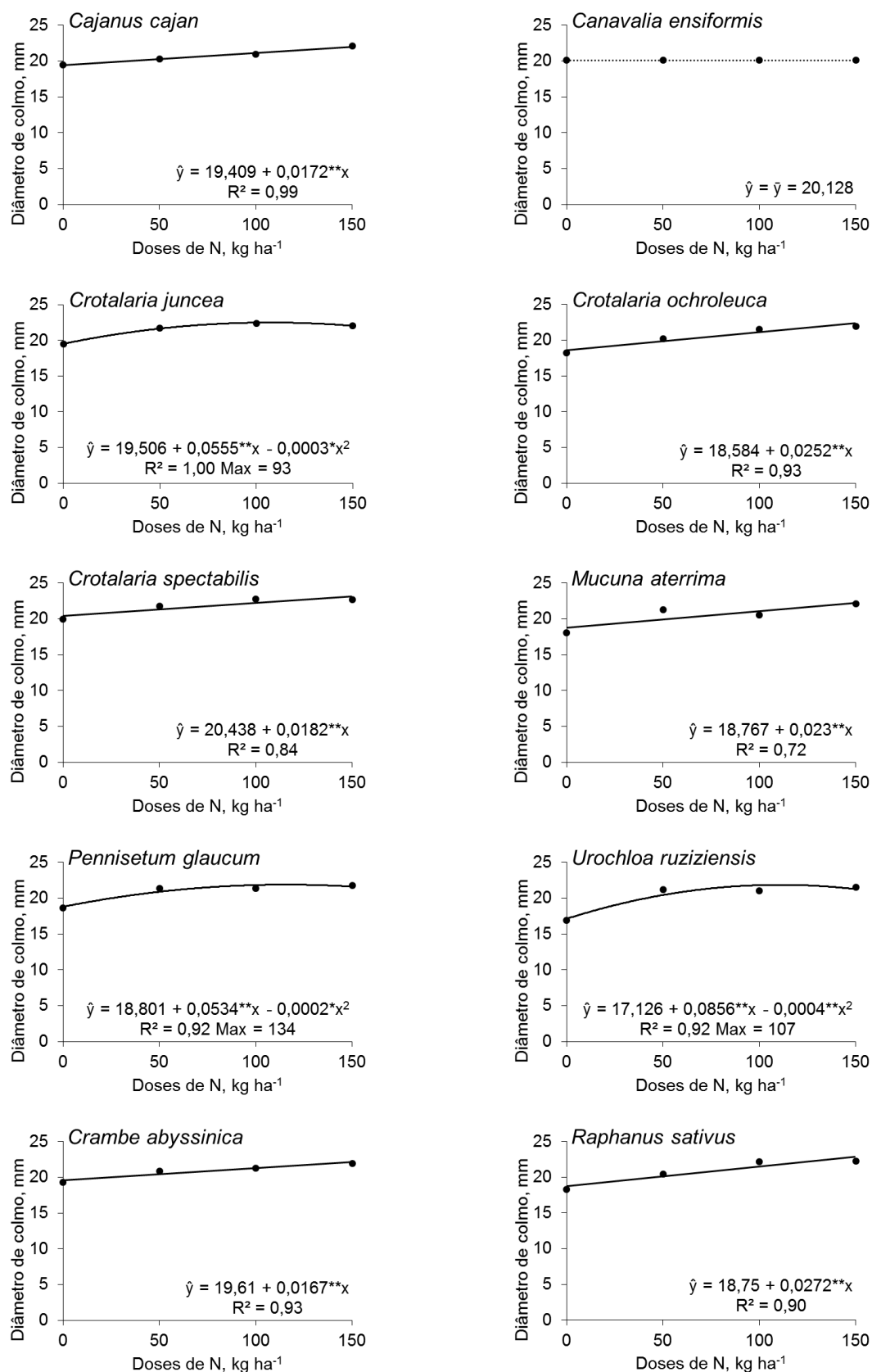


Figura 6. Diâmetro de colmo na maturidade fisiológica em função de plantas de cobertura e doses de nitrogênio em cobertura na cultura do milho. *, ** - significativo pelo teste T de Student a $p \leq 0,05$ e $p \leq 0,01$, respectivamente. (Jataí, GO, 2015).

Comportamento semelhante foi observado por Pandolfo et al. (2015), pesquisando em duas localidades de Santa Catarina sob sistema de plantio direto com a cultura do milho em sucessão às gramíneas aveia-preta e azevém. Os autores não verificaram efeitos da adubação nitrogenada no diâmetro do colmo na maturidade fisiológica de plantas de milho.

Segundo Silva & Mendonça (2007) em solos onde ocorreram calagem, adubação e aporte de substrato orgânico recente, situação semelhante ao do presente experimento, verifica-se aumento da população e atividade microbiana. Os mesmos autores citam que pode ocorrer competição entre o material orgânico adicionado e as plantas pelos nutrientes da solução do solo, dessa forma, quando a imobilização prevalece sobre a mineralização, a matéria orgânica passa a reter o nutriente diminuindo sua disponibilidade para as plantas, podendo ocasionar deficiência às culturas. Já em sistema de plantio direto estabilizado onde a imobilização é menor ou igual a mineralização e, ou, a mineralização é maior que a imobilização, certamente a ausência de resposta à adubação nitrogenada seria observada devido ao constante fornecimento de N pela matéria orgânica do solo.

Não se verificou efeito das plantas de cobertura sobre a altura de inserção de espiga e altura de plantas de milho (Apêndice B), sendo observado valores médios de 110 e 186 cm, respectivamente. Ao analisar o efeito das doses de N verificou-se que as alturas de inserção de espiga e altura de plantas (Figura 7) apresentaram comportamento semelhante. Estas variáveis, normalmente, estão relacionadas às características morfológicas, fisiológicas e fenológicas inerentes a cada genótipo (SANGOI et al., 2001). Entretanto, encontra-se na literatura trabalhos relatando respostas dessas variáveis em função da aplicação de N na cultura do milho (DARTORA et al., 2013; FREITAS et al., 2013; LEAL et al., 2013; GAZOLA et al., 2014), contrariando os resultados encontrados nesta pesquisa.

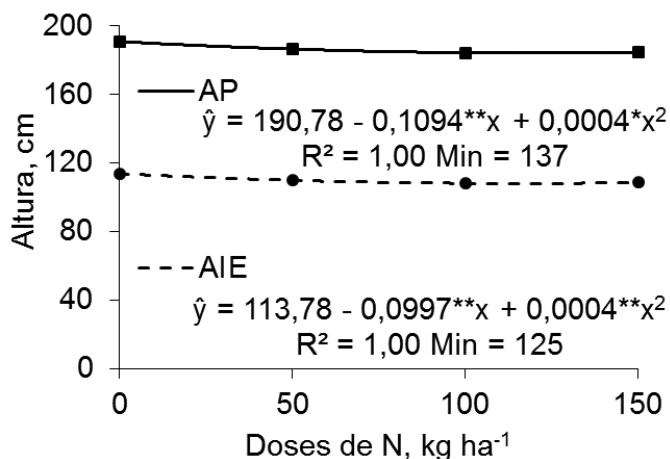


Figura 7. Altura de plantas (AP) e altura de inserção de espigas (AIE) de plantas de milho em função da aplicação de doses de N em cobertura. *, ** - significativo pelo teste T de Student a $p \leq 0,05$ e $p \leq 0,01$, respectivamente. (Jataí, GO, 2015).

O N atua no crescimento vegetativo influenciando diretamente a divisão e a expansão celular e o processo fotossintético, promovendo acréscimo em altura de planta e de espiga (SILVA et al., 2005). Plantas maiores tendem a ser mais produtivas pelo fato de acumularem maiores quantidades de reserva no colmo (SILVA et al., 2006b).

As plantas de cobertura não promoveram efeito na massa seca da parte aérea das plantas de milho no florescimento feminino, com produção média de 8,24 Mg ha⁻¹. Por outro lado, a produção de massa seca das plantas de milho respondeu positivamente às doses de N, chegando a produção de 9,02 Mg ha⁻¹ de massa na dose de 132 kg ha⁻¹ de N, cerca de 1,74 Mg ha⁻¹ de massa a mais em relação a ausência de adubação nitrogenada (Figura 8).

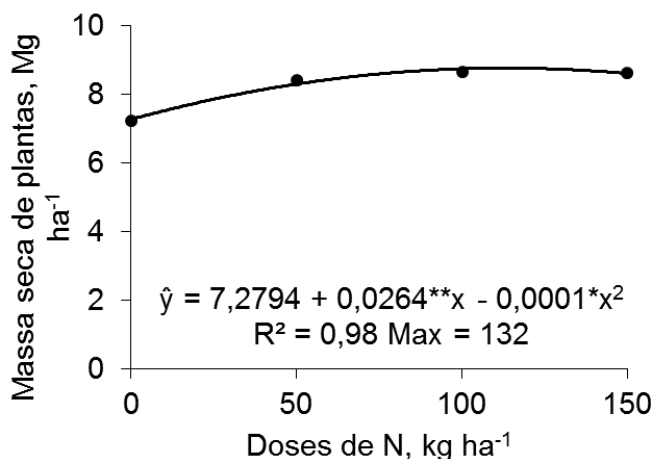


Figura 8. Massa seca de parte aérea de plantas de milho no florescimento feminino em função da aplicação de doses de N em cobertura. *, ** - significativo pelo teste T de Student a $p \leq 0,05$ e $p \leq 0,01$, respectivamente. (Jataí, GO, 2015).

Dartora et al. (2013) verificaram o mesmo comportamento da massa seca de plantas de milho em função da adubação nitrogenada, com produção máxima estimada de 6,9 Mg ha⁻¹ na dose de 108 kg ha⁻¹ de N aplicado e incrementos da ordem de 10,8 kg de massa para cada kg de N na fase vegetativa da cultura (V8). A massa acumulada pelas plantas de milho, pode ser fonte importante de fotossimilados e nutrientes por meio da redistribuição que se dá a partir da formação dos grãos.

4.5 Componentes de produção e produtividade da cultura do milho

A massa de espigas com palha e sem palha, a massa da palha e do sabugo não foram influenciadas pelas plantas de cobertura cultivadas em antecedência (Apêndice B), apresentando valores médios de 176, 162, 13,79 e 46,98 g, respectivamente. Em relação a adubação nitrogenada, a massa de espigas com palha e sem palha apresentaram incremento à medida que se aumentou as doses de N em cobertura a proporção de 0,12 e 0,10 g por espiga para cada 1 kg ha⁻¹ de N aplicado em cobertura, respectivamente (Figura 9).

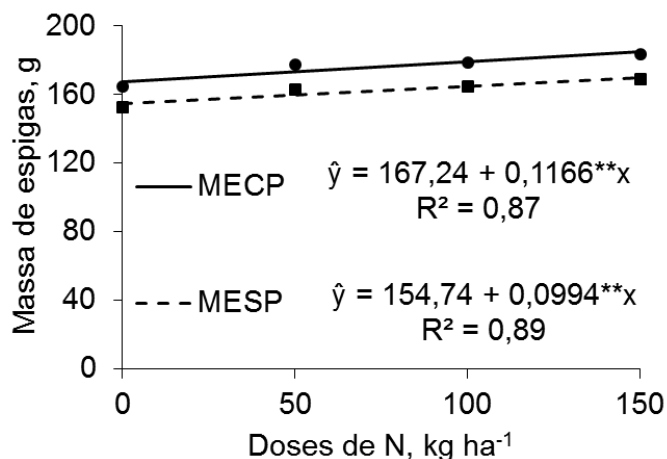


Figura 9. Massa de espigas de milho com palha (MECP) e sem palha (MESP) em função da aplicação de doses de N em cobertura. ** - significativo pelo teste T de Student a $p \leq 0,01$. (Jataí, GO, 2015).

A produção de palha e sabugo das espigas também incrementou com as doses de N. No caso da palha, a produção máxima estimada foi observada na dose de 116 kg ha^{-1} de N, já a produção máxima de sabugo, foi observada na dose de 97 kg ha^{-1} (Figura 10).

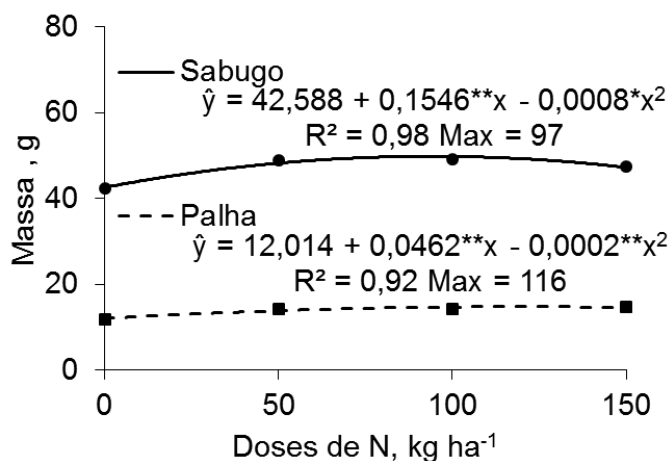


Figura 10. Massa do sabugo e massa da palha de espigas de milho em função da aplicação de doses de N em cobertura. *, ** - significativo pelo teste T de Student a $p \leq 0,05$ e $p \leq 0,01$, respectivamente. (Jataí, GO, 2015).

As variáveis número de fileira de grãos, número de grãos por fileira, número de grãos por espiga e massa de mil grãos não foram influenciados pelas plantas de cobertura apresentando valores médios de 16,42; 29,75; 488,52 grãos e 252,18 g, respectivamente.

O número de fileira de grãos por espiga de milho respondeu à adubação nitrogenada, porém o incremento observado a partir da ausência de adubação de cobertura em relação à dose de máxima resposta agrônômica não excedeu 1 fileira de grãos por espiga (Figura 11). Já o número de grãos por fileira não respondeu a adubação nitrogenada (Apêndice B).

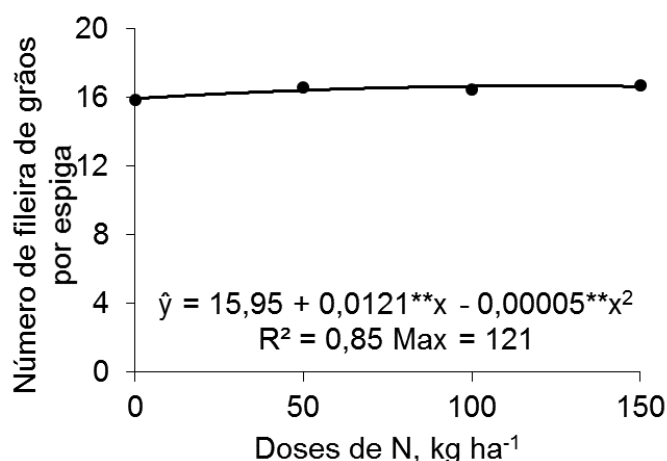


Figura 11. Número de fileira de grãos por espiga de milho em função da aplicação de doses de N em cobertura. ** - significativo pelo teste T de Student a $p \leq 0,01$. (Jataí, GO, 2015).

O produto do número de fileiras de grãos pelo número de grãos nas fileiras nas espigas de milho, que é a estimativa do número de grãos por espiga apresentou aumento de 0,17 grãos a cada 1 kg ha⁻¹ de N aplicado em cobertura (Figura 12).

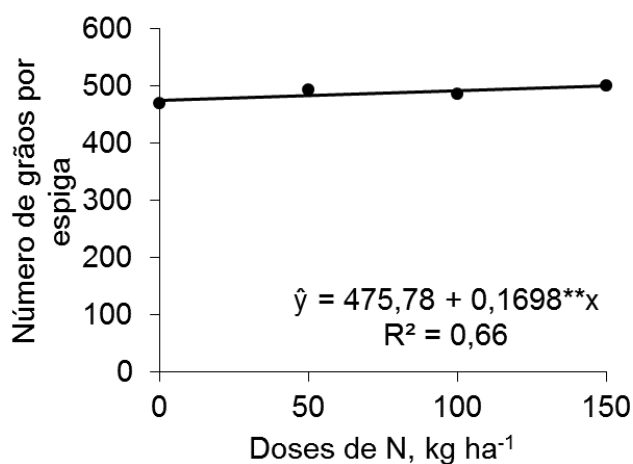


Figura 12. Número de grãos por espiga de milho em função da aplicação de doses de N em cobertura. ** - significativo pelo teste T de Student a $p \leq 0,01$. (Jataí, GO, 2015).

Estes dados corroboram com Goes et al. (2013) que, além de verificarem influência no NFG e NGPE também constataram influência de doses de nitrogênio no NGF e M1000. Sangoi et al. (2011) verificaram ajuste linear do número de grãos por espiga e massa de mil grãos, o que segundo os autores, contribuiu também para o mesmo comportamento apresentado pela produtividade de grãos.

A massa de mil grãos não foi influenciada por nenhum dos tratamentos, plantas de cobertura e doses de N em cobertura, apresentando valor médio de 252,54 g. Guareshi et al. (2013) pesquisando na safra 2008/2009 doses e fontes de ureia, também com o híbrido Impacto®, obtiveram massas de mil grãos superiores, variando de 315 a 378 g com 0 e 150 kg ha⁻¹ de N, respectivamente, no Sudoeste Goiano.

As menores produtividades de grãos de milho foram observadas nas parcelas onde foram cultivados a braquiária-ruziziensis e o crambe (Tabela 6).

Tabela 6. Produtividade de grãos da cultura do milho em função de plantas de cobertura (Jataí, GO, 2015)

Plantas de Cobertura	Produtividade de grãos kg ha ⁻¹
<i>Cajanus cajan</i>	7084 a [±]
<i>Canavalia ensiformis</i>	7009 a
<i>Crotalaria juncea</i>	7238 a
<i>Crotalaria ochroleuca</i>	7434 a
<i>Crotalaria spectabilis</i>	7313 a
<i>Mucuna aterrima</i>	7307 a
<i>Pennisetum glaucum</i>	7139 a
<i>Urochloa ruziziensis</i>	6195 b
<i>Crambe abyssinica</i>	6662 b
<i>Raphanus sativus</i>	6961 a
Pr>Fc	0,0119
Coeficiente de Variação, %	11,97

Pr>Fc – probabilidade de F tabelado ser maior que F calculado; ± – letras iguais não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Não foram observadas diferenças significativas dos componentes de produção da cultura do milho em função das plantas de cobertura em antecessão. No entanto, a interdependência das variáveis analisadas pode ter influenciado na produtividade de grãos, sobretudo o estande inicial e massa de mil grãos de milho, nas parcelas da braquiária-ruziziensis e do crambe, respectivamente (Apêndice B).

Spiassi et al. (2011), pesquisando os efeitos de diferentes coberturas vegetais de inverno em plântulas de milho, relata que a palhada de crambe pode interferir no desenvolvimento inicial das plantas, acarretando em menor altura e massa seca de parte aérea, devido à possível alelopatia. Visualmente, nos estádios iniciais da cultura não foi observado atraso no desenvolvimento da cultura, tão pouco na altura e massa seca das plantas de milho (Apêndice B). No entanto, verificou-se um possível efeito alelopático por parte dos resíduos de crambe na produtividade de grãos (Tabela 6). Estudos devem ser realizados para elucidar os efeitos da palhada de crambe na cultura subsequente, principalmente na cultura do milho, até os estádios finais da cultura.

Os dados de produtividade de grãos ajustaram-se à regressão linear, atingindo o maior valor (7311,3 kg ha⁻¹) mediante aplicação de 150 kg ha⁻¹ de N (Figura 13). Produtividade essa, maior que a média anual do estado de Goiás e do país (IBGE, 2015), no entanto, ainda considerada baixa para a região (Sindicato Rural de Jataí, 2015).

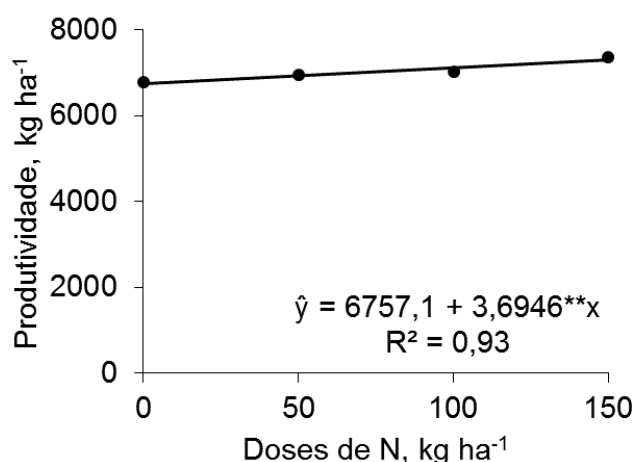


Figura 13. Produtividade de grãos de milho em função da aplicação de doses de N em cobertura. ** - significativo pelo teste T de Student a $p \leq 0,01$. (Jataí, GO, 2015).

O valor de produtividade observado, sem adubação nitrogenada, foi maior que os valores observados por Souza & Soratto (2006) e Kappes et al. (2009) obtidos com milho safrinha em Chapadão do Sul, MS e Santa Carmen, MT, respectivamente. Por outro lado, Kappes et al. (2014) pesquisando a cultura do milho primeira safra em sucessão a plantas de feijoeiro, sem a aplicação de nitrogênio em cobertura e apenas 32 kg ha⁻¹ de N no plantio, obtiveram

produtividade 25% maior (8512 kg ha⁻¹ de grãos) que o observado na presente pesquisa.

Diversos trabalhos evidenciam que a cultura do milho é exigente em nitrogênio e responsiva à aplicação desse nutriente (PANDOLFO et al., 2006; SANGOI et al., 2011; FARINELLI & LEMOS, 2012). No entanto, para cada 1 kg ha⁻¹ de N aplicado em cobertura houve incremento na produtividade da ordem de 3,7 kg ha⁻¹, taxa inferior a 9,3 kg ha⁻¹ para cada 1 kg ha⁻¹ de N observada por Pandolfo et al. (2015).

A dose máxima de nitrogênio em cobertura, 150 kg ha⁻¹ de N, não possibilitou encontrar o ponto de máxima produtividade, nem mesmo após o cultivo de leguminosas. Essa dose é relatada por Fontoura (2005) como uma quantidade média a ser aplicada em cobertura na cultura do milho, visando a máxima eficiência econômica do fertilizante. No entanto, a dose de máxima eficiência econômica tem chegado até 240 kg ha⁻¹ de N, o que tem sido atribuído à diferente capacidade de suprimento de N dos solos, da planta de cobertura utilizada, e da oscilação no volume de chuvas que afeta o potencial de rendimento e a reposta da cultura ao adubo nitrogenado.

Acredita-se que na área experimental, o sistema de plantio direto ainda esteja em fase de consolidação e o solo juntamente com a biomassa microbiana, atuaram como dreno de nitrogênio incorporando-o a compostos da matéria orgânica do solo, competindo assim com as plantas de milho, como relatado por alguns autores (VICTORIA et al., 1992; SÁ, 1996; LOPES et al., 2004).

Somado ao supracitado, verificou-se durante a condução do experimento momentos de elevada e outros com pouca precipitação (Figura 1 e 2). Essa alternância interfere na disponibilidade dos nutrientes e na dinâmica de liberação destes pelos restos vegetais, havendo maior disponibilidade sob maior precipitação, que por sua vez estão sujeitos às perdas por lixiviação (GONÇALVES et al., 2010).

O excesso de chuva após a aplicação das doses de N pode ter promovido a lixiviação de nitrato proporcionando baixa recuperação do N fertilizante pela cultura, embora teores de N foliar adequados tenham sido observados. Já as elevadas temperaturas e baixa disponibilidade hídrica no período que compreende os estádios VT e R3 de desenvolvimento (Figura 2) não permitiram a cultura expressar seu potencial produtivo. Nestes estádios, ocorre a acumulação de carboidratos nos grãos e a falta de água pode reduzir o transporte de fotoassimilados levando a

baixas produtividades de grãos (MAGALHÃES & DURÃES, 2006; WEISMANN, 2008).

O efeito do déficit hídrico durante o ciclo da cultura na produtividade se mostra mais evidente quando se compara os valores de massa de mil grãos encontrados na literatura, variando de 300 a quase 400 g (SANGOI et al., 2011; GUARESHI et al., 2013; PANDOLFO et al., 2015), com o valor médio de 252,54 g encontrado neste estudo.

Segundo relatório do Sindicato Rural de Jataí (2015), a estiagem observada no município em janeiro de 2015 promoveu redução de produtividade de grãos de até 20% do esperado, nas culturas de soja, milho e feijão, uma vez que essas culturas se encontravam na fase de enchimento de grãos.

Pode-se inferir que, quando há previsão de déficit hídrico nos estádios reprodutivos que compreendem o enchimento de grãos da cultura do milho, o agricultor pode reduzir a adubação nitrogenada em cobertura na cultura, devido a baixa resposta da planta ao N sob condições de seca.

5 CONCLUSÕES

O milho apresenta baixa resposta à adubação nitrogenada em cobertura, cultivado em sucessão a plantas de cobertura, sob sistema de plantio direto em consolidação, especialmente em condições de déficit hídrico no Cerrado brasileiro.

O milho cultivado em sucessão a *Urochloa ruziziensis* com pastejo simulado e ao *Crambe abyssinica* apresenta menor produtividade de grãos, independentemente da adubação nitrogenada.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AITA, C.; GIACOMINI, S. J.; CERETTA, C. A. Decomposição e liberação de nutrientes dos resíduos culturais de adubos verdes. In: LIMA FILHO, O. F.; AMBROSANO, E. J.; ROSSI, F.; CARLOS, J. A. D. (Ed.) **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: Fundamentos e prática**. Brasília: Embrapa, 2014. p. 225-264.
- 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.
- AMABILE, R. F.; FANCELLI, A. L.; CARVALHO, A. M. Absorção de N, P e K por espécies de adubos verdes cultivadas em diferentes épocas e densidades num Latossolo Vermelho-escuro argiloso sob Cerrados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 23, n. 4, p. 837-845, 1999.
- AMADO, T. J. C.; MIELNICZUK, J.; AITA, C. Recomendação de adubação nitrogenada para o milho no RS e SC adaptada ao uso de culturas de cobertura do solo, sob sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 26, n. 1, p. 241-248, 2002.
- ANSELMO, J. L.; COSTA, D. S.; SÁ, M. E. Plantas de cobertura para região de Cerrado. In: FUNDAÇÃO CHAPADÃO. **Algodão, milho safrinha e culturas de inverno (2013-2014)**, Chapadão do Sul: Fundação Chapadão. 2013. p. 178-183.
- ARATANI, R. G.; FERNANDES, F. M.; MELLO, L. M. M. Adubação nitrogenada de cobertura na cultura do milho irrigado, em sistema plantio direto. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, Garça, v. 5, n. 9, 2006.
- 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.

BERNARDI, A. C. C.; MACHADO, P. L. A.; FREITAS, P. L.; COELHO, M. R.; LEANDRO, W. M.; OLIVEIRA JUNIOR, J. P.; OLIVEIRA, R. P.; SANTOS, H. G.; MADARI, B. E.; CARVALHO, M. C. S. **Correção do Solo e Adubação no Sistema de Plantio Direto nos Cerrados**, Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2003. 22p. (Documentos, 46).

BIELLA, C. A. O projeto de extensão apicultura desenvolvimento sustentável. **Revista Extensão**, Cruz das Almas, v. 5, n. 1, p. 110-116, 2013.

BORGHI, E.; CRUSCIOL, C. A. C. Produtividade de milho, espaçamento e modalidade de consorciação com *Brachiaria brizantha* no SPD. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 2, p. 163-171, 2007.

BORTOLINI, C. G.; SILVA, P. R. F.; ARGENTA, G.; FORSTHOFER, E. L. Sistemas de aplicação de nitrogênio e seus efeitos sobre o acúmulo de N na planta de milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 26, n. 2, p. 361- 366, 2002.

BRASIL. Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento (MAPA). **Projeções do agronegócio: Brasil 2013/14 a 2023/24 - Projeções de longo prazo**. Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento. Assessoria de gestão estratégica, Brasília: Mapa/ACS, 2014. 100p.

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.

CARNEIRO, M. A. C.; CORDEIRO, M. A. S.; ASSIS, P. C. R.; MORAES, E. S.; PEREIRA, H. S.; PAULINO, H. B.; SOUZA, E. D. Produção de matéria seca de diferentes espécies de cobertura e suas alterações na atividade microbiana de solo de Cerrado. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 2, p. 455-462, 2008.

CHEN, G.; WEIL, R. R. Penetration of cover crop roots through compacted soils. **Plant and Soil**, v. 331, n.1, p. 31-43, 2010.

COELHO, A. M. Agricultura de precisão: Manejo da variabilidade espacial e temporal dos solos e das culturas. **Tópicos em Ciência do Solo**, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo v. 3, 2003. p. 209-248.

COELHO, A. M. Diagnose foliar em milho e sorgo. In: PRADO, R. M.; ROZANE, D. E.; VALE, D. W.; CORREIA, M. A. R.; SOUZA, H. A. (Ed.) **Nutrição de plantas:**

diagnose foliar em grandes culturas. Jaboticabal: FCAV, Capes/Fundunesp, 2008. p. 179-192.

COLLIER, L. S.; CASTRO, D. V.; DIAS NETO, J. J.; BRITO, D. R.; RIBEIRO, P. A. A. Manejo da adubação nitrogenada para o milho sob palhada de leguminosas em plantio direto em Gurupi, TO. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 4, p. 1100-1105, 2006.

COSTA NETTO, A. P.; FREITAS, R. F.; PALHARINI, C.; RIVA, L. C.; SANTOS, T. T. M.; LEITE, F. F. S.; OLIVEIRA, L. J.; RAGAGNIN, V. A.; GIELFI, F. S. Efeito de diferentes fontes de nitrogênio no teor de clorofila em diferentes híbridos de milho cultivados em segunda safra. In: Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 29, 2012, Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária; 2012. 1 CD-ROM.

CRUSCIOL, C. A. C.; SORATTO, R. P.; BORGHI, E.; MATEUS, G. P. Benefits of integrating crops and tropical pastures as systems of production. **Better Crops International**, Atlanta, v. 94, n. 1, p. 14-16, 2010.

DARTORA, J.; GUIMARÃES, V. F.; MARINI, D.; SANDER, G. Adubação nitrogenada associada à inoculação com *Azospirillum brasilense* e *Herbaspirillum seropedicae* na cultura do milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 10, p. 1023-1029, 2013.

DEAN, J. E.; WEIL, R. R. Brassica cover crops for n retention in the Mid-Atlantic coastal plain. **Journal of Environmental Quality**, v. 38, n. 2, p. 520–528, 2009

DINESS, D. L.; KARLEN, D. L., JAYNES, D. B.; KASPAR, T. C.; HATFIELD, J. L.; COLVIN, T. S.; CAMBARDELLA. C. A. Nitrogen management strategies to reduce nitrate leaching in tile-drained Midwestern soils. **Agronomy Journal**, v. 94, n. 1, p. 153-171. 2002.

DIVITO, G. A.; SAINZ ROZAS, H. R.; ENHEVERRIA, H. E.; STUDDERT, G. A.; WYNGGARD, N. Long term nitrogen fertilization: Soil property changes in an Argentinean Pampas soil under no tillage. **Soil and Tillage Research**, Haren, v. 114, n. 2, p. 117-126, 2011.

EMBRAPA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2.ed. Brasília, Informação Tecnológica, 2009. 628p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. ver., Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013. 353p.

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

FARINELLI, R.; LEMOS, L. B. Nitrogênio em cobertura na cultura do milho em preparo convencional e plantio direto consolidados. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 42, n. 1, p. 63-70, 2012.

FONTOURA, S. M. V. **Adubação nitrogenada na cultura do milho em Entre Rios, Guarapuava, Paraná**. Guarapuava, Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária, 2005. 94p.

FONTOURA, S. M. V.; 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, n. 6, p. 1721-1732, 2009.

FREITAS, R. J.; NASCENTE, A. S.; SANTOS, F. L. S. População de plantas de milho consorciado com *Urochloa ruziziensis*. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 43, n. 1, p. 79-87, 2013.

GAZOLA, D.; ZUCARELI, C.; SILVA, R. R.; FONSECA, I. C. B. Aplicação foliar de aminoácidos e adubação nitrogenada de cobertura na cultura do milho safrinha. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 18, n. 7, p. 700–707, 2014.

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, p. 509-517, 2012.

GOES, R. J.; RODRIGUES, R. A. F.; TAKASU, A. T.; ARF, O. Características agrônômicas e produtividade do milho sob fontes e doses de nitrogênio em cobertura no inverno. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 12, n. 3, p. 250-259, 2013.

GOMES, R. F.; SILVA, A. G.; ASSIS, R. L.; PIRES, F. R. Efeitos de doses e época de aplicação de nitrogênio nos caracteres agronômicos da cultura do milho sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, n. 5, p. 931-938, 2007.

GONÇALVES, S. L.; SARAIVA, O. F.; TORRES, E. **Influência de fatores climáticos na decomposição de resíduos culturais de aveia e trigo**, Londrina: Embrapa Soja, 2010. 27p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 5).

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.

HEINZMANN, F. X. Resíduos culturais de inverno e assimilação de nitrogênio por culturas de verão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 9, p. 1021-1030, 1985.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento sistemático da produção Agrícola**: Pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil. Rio de Janeiro: CDDI, v. 29, n. 4, 2015. 81 p.

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

KAPPES, C.; ARF, O.; ANDRADE, J. A. C. Produtividade do milho em condições de diferentes manejos do solo e de doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 37, n. 5, p. 1310-1321, 2013.

KAPPES, C.; ARF, O.; BEM, E. A. D.; PORTUGAL, J. R.; GONZAGA, A. R. Manejo do nitrogênio em cobertura na cultura do milho em sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 13, n. 2, p. 201-217, 2014.

KAPPES, C.; GITTI, D. C.; ARF, O.; ANDRADE, J. A. C.; TARSITANO, M. A. A. Análise econômica do milho em sucessão a diferentes adubos verdes, manejos do solo e doses de nitrogênio. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 31, n. 1, p. 55-64, 2015.

KAPPES, C.; CARVALHO, M. A. C.; YAMASHITA, O. M.; SILVA, J. A. N. Influência do nitrogênio no desempenho produtivo do milho cultivado na segunda safra em

sucessão à soja. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 39, n. 3, p. 251-259, 2009.

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

LARA CABEZAS, W. A. R.; TRIVELIN, P. C. O.; KONDÖRFER, G. H.; PEREIRA, S. Balanço da adubação nitrogenada sólida e fluída na cobertura da cultura do milho, em sistema plantio direto no triângulo mineiro (MG). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, n. 2, p. 363-376, 2000.

LEAL, A. J. F.; LAZARINI, E.; RODRIGUES, L. R.; MARCANDALLI, L. H. Adubação nitrogenada para milho com o uso de plantas de cobertura e modos de aplicação de calcário. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 37, n. 2, p. 491-501, 2013.

LOPES, A. S.; WIETHOLTER, S.; GUILHERME, L. R. G.; SILVA, C. A. **Sistema plantio direto**: Bases para o manejo da fertilidade do solo. São Paulo: ANDA, 2004. 115p.

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

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

MOTA, M. R.; SANGOI, L.; SCHENATTO, D. E.; GIORDANI, W.; BONIATTI, C. M.; DALL'IGNA, L. Fontes estabilizadas de nitrogênio como alternativa para aumentar o rendimento de grãos e a eficiência de uso do nitrogênio pelo milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 39, n. 2, p. 512-522, 2015.

NUNES, U. R.; ANDRADE JÚNIOR, V. C.; SILVA, E. B.; SANTOS, N. F.; COSTA, H. A. O.; FERREIRA, C. A. Produção de palhada de plantas de cobertura e rendimento do feijão em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 6, p. 943-978, 2006.

PACHECO, L. P.; LEANDRO, W. M.; MACHADO, P. L. O. A.; ASSIS, R. L., COBUCCI, T.; MADARI, B. E.; PETTER, F. A. Produção de fitomassa e acúmulo e liberação de nutrientes por plantas de cobertura na safrinha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 1, p. 17-25, 2011.

PANDOLFO, C. M.; VEIGA, M.; MASSIGNAM, A. M. Resposta do milho à adubação nitrogenada quando cultivado em sucessão a plantas de cobertura de inverno, no sistema plantio direto. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 19, n. 3, p. 79-83, 2006.

PANDOLFO, C. M.; VOGT, G. A.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; GALLOTTI, G. J. M.; ZOLDAN, S. R. Desempenho de milho inoculado com *Azospirillum brasilense* associado a doses de nitrogênio em cobertura. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 27, n. 3, p. 94-99, 2015.

PARIZ, C. M.; ANDREOTTI, M.; TARSITANO, M. A. A.; BERGAMASCHINE, A. F.; BUZETTI, S.; CHIODEROLI, C. A. Desempenhos técnicos e econômicos da consorciação de milho com forrageiras dos gêneros *Panicum* e *Brachiaria* em sistema de integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 39, n. 4, p. 360-370, 2009.

PARTELLI, F. L.; VIEIRA, H. D.; FERREIRA, E. P. B.; VIANA, A. P.; ESPINDOLA, J. A. A.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R. M. Biologic dinitrogen fixation and nutrient cycling in cover crops and their effect on organic Conilon coffee. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 3, p. 995-1006, 2011.

RANDALL, G. W.; MULLA, D. J. Nitrate nitrogen in surface waters as influenced by climatic conditions and agricultural practices. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v. 30, n. 2, p. 337-344, 2002.

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, n. 5, p. 1827-1835, 2008.

SÁ, J. C. M. **Manejo de nitrogênio na cultura de milho no sistema plantio direto**. Passo Fundo: Aldeia Norte, 1996. 23p.

SÁ, J. C. M.; CERRI, C. C.; LAL, R.; DICK, W. A.; PICCOLO, M. C.; FEIGL, B. E. Soil organic carbon and fertility interactions affected by a tillage chronosequence in a Brazilian Oxisol. **Soil and Tillage Research**, Haren, v. 104, n. 1, p. 56-64. 2009.

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

SANGOI, L.; VARGAS, V. P.; SCHIMITT, A.; PLETSCH, A. J.; VIEIRA, J.; SALDANHA, A.; SIEGA, E.; CARNIEL, G.; MENGARDA, R. T.; PICOLI JUNIOR, G. J. Disponibilidade de nitrogênio, sobrevivência e contribuição dos perfilhos ao rendimento de grãos do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 35, n. 1, p. 183-191, 2011.

SCOTT, A.; KNOTT, M. Cluster-analysis method for grouping means in analysis of variance. **Biometrics**, Washington, v. 30, n. 3, p. 507-512, 1974.

SILVA, A. D.; VITORINO, A. C. T.; SOUZA, L. C. F.; GONÇALVES, M. C.; ROSCOE, R. Culturas antecessoras e adubação nitrogenada na cultura do milho, em sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 5, n. 1, p. 75-88, 2006b.

SILVA, E. C.; AMBROSANO, E. J.; SCIVITTARO, W. B.; MURAOKA, T.; BUZETTI, S.; CARVALHO, A. M. Adubação verde como fonte de nutrientes às culturas. In: LIMA FILHO, O. F.; AMBROSANO, E. J.; ROSSI, F.; CARLOS, J. A. D. (Ed.). **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: Fundamentos e prática**. Brasília: Embrapa, 2014. p. 267-305.

SILVA, E. C.; BUZETTI, S.; GUIMARÃES, G. L.; LAZARINI, E.; SÁ, M. E. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio na cultura do milho em plantio direto sobre Latossolo Vermelho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, n. 3, p. 353-362, 2005.

SILVA, E. C.; MURAOKA, T.; BUZETTI, S.; TRIVELIN, P. C. O. Manejo do nitrogênio no milho em Latossolo Vermelho sob plantio direto com diferentes plantas de cobertura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 3, p. 477-486, 2006a.

SILVA, I. R.; MENDONÇA, E. S. Matéria orgânica do solo. In: NOVAIS, R. F.; VENEGAS, V. H. A.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.) **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007, p. 375-471.

SINDICATO RURAL DE JATAÍ. Relatório de perdas pela seca. Online. Disponível em: < <http://www.sindicatoruraldejatai.com.br/sindicato-rural-de-jatai-solta-relatorio-de-perdas-pela-seca/>>. Acesso em 12 jun. 2015.

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.

SOUZA, E. F. C.; SORATTO, R. P. Efeito de fontes e doses de nitrogênio em cobertura, no milho safrinha, em plantio direto. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 5, n. 3, p. 395-405, 2006.

SPIASSI, A.; FORTES, A. M. T.; PEREIRA, D. C.; SENEM, J.; TOMAZONI, D. Alelopatia de palhadas de coberturas de inverno sobre o crescimento inicial de milho. **Sêmima: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 2, p. 577-582, 2011.

TEIXEIRA, C. M.; CARVALHO, G. J.; ANDRADE, M. J. B.; SILVA, C. A.; PEREIRA, J. M. Decomposição e liberação de nutrientes das palhadas de milheto e milheto + crotalária no plantio direto do feijoeiro. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 31, n. 4, p. 647-653, 2009.

TEIXEIRA, C. M.; LOSS, A.; PEREIRA, M. G.; PIMENTEL, C. Decomposição e liberação de nutrientes da parte aérea de plantas de milheto e sorgo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 35, n. 3, p. 867-876, 2011.

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, n. 2, p. 635-643, 2011.

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G. Dinâmica do potássio nos resíduos vegetais de plantas de cobertura no Cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 4, p. 1609-1618, 2008.

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.

VICTORIA, R. L.; PICCOLO, M. C.; VARGAS, A. A. T. O ciclo do nitrogênio. In: CARDOSO, E. J. B. N.; TSAI, M.; NEVES, C. P. (Ed.) **Microbiologia do solo**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1992. p. 105-120.

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, E. B.; CALEGARI, A.; WILDNER, L. P. Espécies de adubos verdes e plantas de cobertura e recomendações para seu uso. In: LIMA FILHO, O. F.; AMBROSANO, E. J.; ROSSI, F.; CARLOS, J. A. D. (Ed.) **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: Fundamentos e prática**. Brasília: Embrapa, 2014. p. 59-168.

APÊNDICES

APÊNDICE A

Tabela 1A. Acidez ativa (pH), acidez potencial (H+Al), alumínio (Al), cálcio (Ca), magnésio (Mg), potássio (K) e fósforo (P) do solo no momento do manejo das plantas de cobertura (Jataí, GO, 2015)

Camada cm	Plantas de cobertura	pH H ₂ O	H+Al -----cmol _c dm ⁻³ -----	Al	Ca dm ⁻³ -----	Mg	K	P _{Mehlich-1} mg dm ⁻³
0-10	<i>Cajanus cajan</i>	5,8	8,4	0,0	1,8	0,5	66,8	6,1
	<i>Canavalia ensiformis</i>	5,6	8,3	0,1	2,1	0,5	61,8	5,9
	<i>Crotalaria juncea</i>	5,7	8,0	0,0	2,3	0,6	75,2	6,1
	<i>Crotalaria ochroleuca</i>	5,6	8,4	0,0	2,1	0,5	70,2	6,4
	<i>Crotalaria spectabilis</i>	5,7	8,3	0,0	2,4	0,5	50,1	7,6
	<i>Mucuna aterrima</i>	5,9	8,0	0,0	2,4	0,7	58,5	8,3
	<i>Pennisetum glaucum</i>	5,7	8,3	0,0	2,4	0,6	66,8	7,9
	<i>Urochloa ruziziensis</i>	5,7	7,9	0,0	2,3	0,6	56,8	7,9
	<i>Crambe abyssinica</i>	5,4	9,4	0,1	2,2	0,5	66,8	12,9
	<i>Raphanus sativus</i>	5,5	8,5	0,0	2,0	0,5	133,7	9,1
	Média	5,7	8,3	0,0	2,2	0,5	75,7	8,1
Coeficiente de variação, %		2,7	4,8	138,4	8,1	12,7	31,9	25,2
10-20	<i>Cajanus cajan</i>	5,7	7,2	0,0	1,2	0,3	53,5	2,1
	<i>Canavalia ensiformis</i>	5,6	7,6	0,0	1,5	0,3	45,1	3,0
	<i>Crotalaria juncea</i>	5,9	6,5	0,0	1,9	0,5	55,1	2,8
	<i>Crotalaria ochroleuca</i>	5,7	7,3	0,0	1,3	0,3	45,1	2,6
	<i>Crotalaria spectabilis</i>	5,7	7,2	0,0	1,9	0,3	41,8	4,1
	<i>Mucuna aterrima</i>	5,6	7,8	0,0	1,2	0,4	40,1	3,8
	<i>Pennisetum glaucum</i>	5,6	7,9	0,0	1,3	0,3	35,1	2,5
	<i>Urochloa ruziziensis</i>	5,7	7,2	0,0	1,3	0,3	33,4	2,7
	<i>Crambe abyssinica</i>	5,3	9,0	0,2	1,1	0,2	33,4	6,4
	<i>Raphanus sativus</i>	5,3	7,4	0,1	1,0	0,2	36,8	2,3
	Média	5,6	7,5	0,0	1,4	0,3	43,3	3,2
Coeficiente de variação, %		3,4	7,8	106,7	20,9	25,6	17,9	35,7

Tabela 2A. Matéria orgânica do solo (MO), soma de bases (SB), capacidade de troca de cátions (CTC), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn) do solo no momento do manejo das plantas de cobertura (Jataí, GO, 2015)

Camada cm	Plantas de cobertura	MO g kg ⁻¹	SB cmol _c	CTC dm ⁻³	Cu -----mg dm ⁻³ -----	Fe	Mn	Zn
0-10	<i>Cajanus cajan</i>	35,8	2,5	10,9	4,1	9,3	9,5	3,1
	<i>Canavalia ensiformis</i>	41,1	2,8	11,1	5,1	12,4	14,8	5,2
	<i>Crotalaria juncea</i>	39,0	3,1	11,1	2,7	10,9	15,9	3,4
	<i>Crotalaria ochroleuca</i>	39,8	2,8	11,2	4,4	10,2	13,3	4,1
	<i>Crotalaria spectabilis</i>	39,3	3,0	11,3	2,9	10,3	15,0	3,9
	<i>Mucuna aterrima</i>	37,7	3,3	11,3	5,0	10,6	17,3	3,9
	<i>Pennisetum glaucum</i>	38,6	3,1	11,4	4,3	12,6	14,1	2,8
	<i>Urochloa ruziziensis</i>	40,6	3,0	10,9	3,8	12,9	15,0	2,3
	<i>Crambe abyssinica</i>	41,2	2,8	12,2	4,4	11,3	13,1	5,2
	<i>Raphanus sativus</i>	40,0	2,9	11,3	4,2	10,2	13,1	5,9
	Média	39,5	3,0	11,2	4,0	11,3	14,1	3,9
	Coeficiente de variação, %	4,0	7,2	3,1	18,9	13,8	13,4	28,3
10-20	<i>Cajanus cajan</i>	32,3	1,6	8,8	4,9	6,3	3,8	1,9
	<i>Canavalia ensiformis</i>	36,2	2,0	9,5	5,3	7,8	6,3	4,0
	<i>Crotalaria juncea</i>	33,0	2,5	9,0	4,1	8,2	9,3	1,5
	<i>Crotalaria ochroleuca</i>	33,9	1,7	9,0	5,2	6,4	5,3	1,9
	<i>Crotalaria spectabilis</i>	33,5	2,3	9,4	3,2	7,5	7,4	3,5
	<i>Mucuna aterrima</i>	34,2	1,7	9,5	4,5	5,7	4,6	1,6
	<i>Pennisetum glaucum</i>	34,2	1,7	9,6	4,8	6,2	4,7	0,9
	<i>Urochloa ruziziensis</i>	35,7	1,7	8,9	4,3	6,4	5,3	0,8
	<i>Crambe abyssinica</i>	36,0	1,4	10,3	4,6	6,6	4,3	3,2
	<i>Raphanus sativus</i>	32,7	1,3	8,6	4,8	5,0	3,7	1,5
	Média	34,3	1,8	9,3	4,4	6,5	5,3	2,9
	Coeficiente de variação, %	3,8	19,8	4,9	14,9	14,0	30,7	93,7

APÊNDICE B

Tabela 1B. Médias e resumo da análise de variância para as variáveis índice de cor verde nos estádios de desenvolvimento V6 (CLOV6), R1 (CLOR1), teor de N foliar (N Foliar), diâmetro de colmo no florescimento feminino (DCF) e diâmetro de colmo na maturidade fisiológica (DCM) da cultura do milho em função de plantas de cobertura e doses de nitrogênio em cobertura (Jataí, GO, 2015)

Plantas de Cobertura (PC)	CLOV6	CLOR1	N Foliar	DCF	DCM
	-----ICF-----		g kg ⁻¹	-----mm-----	
<i>Cajanus cajan</i>	47,41	61,53	29,0	21,69	20,70
<i>Canavalia ensiformis</i>	46,68	60,85	27,9	21,35	20,13
<i>Crotalaria juncea</i>	47,14	61,81	27,7	21,57	21,41
<i>Crotalaria ochroleuca</i>	47,05	61,19	28,2	21,37	20,48
<i>Crotalaria spectabilis</i>	47,80	61,30	28,6	21,74	21,80
<i>Mucuna aterrima</i>	46,33	61,41	28,3	21,71	20,50
<i>Pennisetum glaucum</i>	45,15	60,99	27,2	21,44	20,79
<i>Urochloa ruziziensis</i>	44,95	60,82	27,2	20,40	20,16
<i>Crambe abyssinica</i>	47,12	60,27	27,8	21,15	20,86
<i>Raphanus sativus</i>	47,48	61,19	27,6	21,48	20,79
Pr>F _c	0,0572	0,9807	0,0689	0,5577	0,1263
CV _{Plantas de cobertura, %}	5,62	5,54	5,98	7,86	7,58
Doses (D)	CLOV6	CLOR1	N Foliar	DCF	DCM
	-----ICF-----		%	-----mm-----	
0	43,88	57,91	26,5	19,63	18,78
50	46,78	60,76	27,5	21,44	20,87
100	47,89	62,59	28,7	22,15	21,46
150	48,30	63,28	29,0	22,34	21,93
Pr>F _c	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
CV _{Doses, %}	8,74	4,91	4,30	5,81	4,60
PC x D, Pr>F _c	0,6966	0,4029	0,2766	0,0845	0,0444

Pr>F_c – probabilidade de F tabelado ser maior que F calculado; CV – coeficiente de variação.

Tabela 2B. Médias e resumo da análise de variância para as variáveis altura de inserção da espiga (AIE), altura de plantas (AP), massa seca de plantas (MSP), massa de espigas com palha (MECP), massa de espigas sem palha (MESP), massa de palha por espiga (MPPE) da cultura do milho em função de plantas de cobertura e doses de nitrogênio em cobertura (Jataí, GO, 2015)

Plantas de Cobertura (PC)	AIE -----cm-----	AP	MSP Mg ha ⁻¹	MECP	MESP	MPPE -----g-----
<i>Cajanus cajan</i>	110,64	188,80	8,92	181,38	167,41	13,96
<i>Canavalia ensiformis</i>	110,96	186,20	8,00	172,63	159,78	12,85
<i>Crotalaria juncea</i>	113,55	189,31	8,32	180,98	166,71	14,26
<i>Crotalaria ochroleuca</i>	110,64	186,66	8,35	174,90	161,53	13,38
<i>Crotalaria spectabilis</i>	113,43	190,99	8,87	179,84	165,16	14,68
<i>Mucuna aterrima</i>	111,01	186,33	8,67	182,18	168,00	14,18
<i>Pennisetum glaucum</i>	109,99	186,78	8,36	172,08	158,78	13,30
<i>Urochloa ruziziensis</i>	105,75	179,76	6,88	166,15	153,44	12,71
<i>Crambe abyssinica</i>	107,40	183,86	7,89	171,40	157,70	13,70
<i>Raphanus sativus</i>	107,74	185,98	8,13	178,29	163,43	14,86
Pr>F _c	0,8910	0,9092	0,0999	0,2644	0,2650	0,3770
CV _{Plantas de cobertura} , %	13,53	10,17	20,84	10,52	10,22	19,94
Doses (D)	AIE -----cm-----	AP	MSP Mg ha ⁻¹	MECP	MESP	MPPE -----g-----
0	113,74	190,72	7,25	164,59	152,72	11,88
50	110,02	186,60	8,41	177,12	162,87	14,26
100	108,03	184,11	8,65	178,73	164,44	14,29
150	108,66	184,45	8,65	183,49	168,75	14,74
Pr>F _c	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000
CV _{Doses} , %	4,43	3,20	18,09	7,21	7,34	12,26
PC x D, Pr>F _c	0,8981	0,2805	0,4673	0,3229	0,4428	0,3141

Pr>F_c – probabilidade de F tabelado ser maior que F calculado; CV – coeficiente de variação.

Tabela 3B. Médias e resumo da análise de variância para as variáveis massa de sabugo por espiga (MPPE) número de fileira de grãos (NFG), número de grãos por fileira (NGF), número de grãos por fileira (NGPE), massa de mil grãos (M1000) e produtividade de grãos (PR) da cultura do milho em função de plantas de cobertura e doses de nitrogênio em cobertura (Jataí, GO, 2015)

Plantas de Cobertura (PC)	MSPE g	NFG -----unidades-----	NGF -----unidades-----	NGPE -----unidades-----	M1000 g	PR kg ha ⁻¹
<i>Cajanus cajan</i>	49,57	16,62	29,76	494,67	253,75	7084,36
<i>Canavalia ensiformis</i>	46,62	16,50	29,97	494,89	247,81	7009,41
<i>Crotalaria juncea</i>	47,96	16,51	29,82	492,28	253,96	7237,88
<i>Crotalaria ochroleuca</i>	44,41	16,33	29,38	480,06	257,13	7434,14
<i>Crotalaria spectabilis</i>	48,80	16,39	29,79	488,35	256,67	7312,78
<i>Mucuna aterrima</i>	48,05	16,43	30,21	495,97	257,36	7307,22
<i>Pennisetum glaucum</i>	43,87	16,28	29,63	481,93	256,19	7138,66
<i>Urochloa ruziziensis</i>	44,72	16,28	29,66	482,87	248,67	6194,84
<i>Crambe abyssinica</i>	45,38	16,24	29,80	483,65	239,56	6662,03
<i>Raphanus sativus</i>	50,45	16,64	29,46	490,50	250,66	6960,45
Pr>F _c	0,6091	0,2967	0,9866	0,9377	0,2393	0,0119
CV _{Plantas de cobertura} , %	21,87	3,14	6,67	8,02	7,58	11,97
Doses (D)	MSPE g	NFG -----unidades-----	NGF -----unidades-----	NGPE -----unidades-----	M1000 g	PR kg ha ⁻¹
0	42,40	15,89	29,59	470,59	250,16	6774,85
50	48,81	16,59	29,87	495,23	249,73	6961,03
100	49,27	16,50	29,49	486,40	254,17	7034,81
150	47,45	16,70	30,05	501,84	254,64	7366,02
Pr>F _c	0,0229	0,0000	0,3866	0,0000	0,3086	0,0018
CV _{Doses} , %	23,20	3,14	5,38	6,03	5,89	9,53
PC x D, Pr>F _c	0,9023	0,5280	0,1900	0,5271	0,7302	0,2017

Pr>F_c – probabilidade de F tabelado ser maior que F calculado; CV – coeficiente de variação.