

VANDEBILTO SARMENTO MAGALHÃES

**LEGUMINOSAS PARA UTILIZAÇÃO EM SISTEMA PLANTIO DIRETO NA
CULTURA DO MILHO NOS TABULEIROS COSTEIROS DO
ESTADO DE ALAGOAS**

**RIO LARGO
ALAGOAS – BRASIL
2004**

VANDEBILTO SARMENTO MAGALHÃES

**LEGUMINOSAS PARA UTILIZAÇÃO EM SISTEMA PLANTIO DIRETO NA
CULTURA DO MILHO NOS TABULEIROS COSTEIROS DO
ESTADO DE ALAGOAS**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE MESTRADO EM AGRONOMIA
RIO LARGO, ESTADO DE ALAGOAS
AGOSTO DE 2004**



CECA

VANDEBILTO SARMENTO MAGALHÃES

**LEGUMINOSAS PARA UTILIZAÇÃO EM SISTEMA PLANTIO DIRETO NA
CULTURA DO MILHO NOS TABULEIROS COSTEIROS DO
ESTADO DE ALAGOAS**

ORIENTADOR: Prof. Dr. José Roberto Santos

CO-ORIENTADOR: Prof. Dr. Abel Washington de Albuquerque

RIO LARGO-ALAGOAS

Agosto/2004

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico
Bibliotecária Responsável: Helena Cristina Pimentel do Vale

- M1881 Magalhães, Vandebildo Sarmiento.
Leguminosas para utilização em sistema plantio direto na cultura do milho nos tabuleiros costeiros do estado de Alagoas / Vandebildo Sarmiento Magalhães. – Rio Largo, 2004.
50 f. : il. tabs., grafs.
- Orientador: José Roberto Santos.
Co-Orientador: Abel Washington de Albuquerque.
Dissertação (mestrado em Agronomia : Produção Vegetal) – Universidade Federal de Alagoas. Centro de Ciências Agrárias. Rio Largo, 2004.
- Bibliografia: f. 42-50.
1. Milho – Cultura. 2. Leguminosas – Adubação verde. 3. Solos – Manejo.
4. Plantio direto. 5. Milho – Produtividade. I. Título.

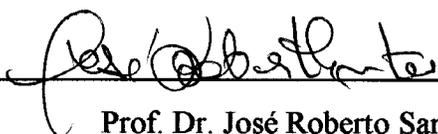
CDU: 633.15

**LEGUMINOSAS PARA UTILIZAÇÃO EM SISTEMA PLANTIO DIRETO NA
CULTURA DO MILHO NOS TABULEIROS COSTEIROS DO ESTADO DE
ALAGOAS**

VANDEBILTO SARMENTO MAGALHÃES

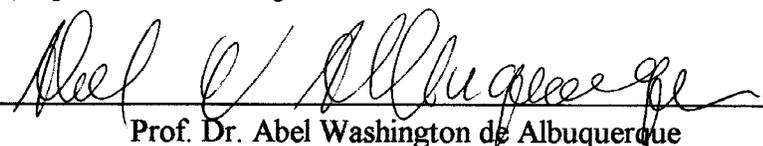
Dissertação apresentada à Universidade Federal de Alagoas,
como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agronomia,
área de concentração em "Produção Vegetal", para obtenção do
título de "*Magister Scientiae*"

Banca examinadora:



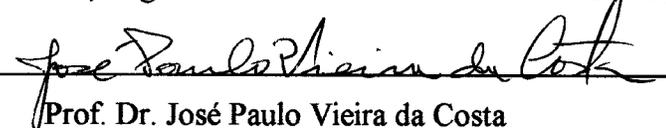
Prof. Dr. José Roberto Santos

(Depto. de Solos, Engenharia e Economia Rural/CECA/UFAL)



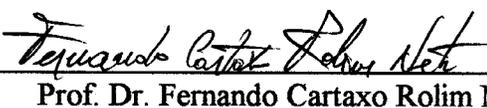
Prof. Dr. Abel Washington de Albuquerque

(Depto. de Solos, Engenharia e Economia Rural/CECA/UFAL)



Prof. Dr. José Paulo Vieira da Costa

(Depto. de Solos, Engenharia e Economia Rural/CECA/UFAL)



Prof. Dr. Fernando Cartaxo Rolim Neto

(Departamento de Tecnologia Rural/UFRPE)

Rio Largo, Estado de Alagoas, Brasil

Agosto de 2004

Aos meus pais (Rosalvo Silva Magalhães e Vera Lucia Sarmento Magalhães) pelo exemplo de amor, seriedade e dedicação na arte de educar os filhos.

A minha mãe do coração (Maria Helena da Silva) e minha avó (Marina Sarmento Lamenha), pelo amor, paciência e confiança.

Ao meu filho (Vandebildo Sarmento Magalhães Júnior) que é a pessoa mais importante da minha vida.

À minha esposa (Renata Veras Marinho Magalhães) que tanto amo.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A Deus, minha eterna gratidão por jamais abandonar-me ou negar-me ajuda nos momentos mais difíceis de minha trajetória.

À Universidade Federal de Alagoas, pela oportunidade oferecida e, especialmente ao Centro de Ciências Agrárias.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas (FAPEAL) pela bolsa concedida.

Ao Prof. Dr. José Roberto Santos, pela confiança, respeito, orientações, ensinamentos e profunda amizade dispensada durante todo o curso.

Ao corpo docente do Curso de Pós-Graduação em Agronomia (Produção Vegetal). Em especial aos professores Abel Washington de Albuquerque, Edma Carvalho de Miranda e José Paulo Vieira da Costa pela amizade e ensinamentos transmitidos.

Aos professores: Alcides Canuto Ferreira e Dr. Mauro Wagner de Oliveira, pela grande ajuda prestada.

Ao secretário da Pós-graduação, Geraldo de Lima, pela amizade e contribuição durante o curso.

Aos meus amigos que muito contribuíram para realização deste trabalho: Clênio da Silva Santana, Emília Maria Fortes Feitosa, Edson Tenório da Silva, Erikson Amorim dos Santos, Francisco Rafael Silva Pereira, Maria Francislayne P. de Lima, Rodrigo Gomes Pereira e Simério Carlos Silva Cruz.

Aos colegas do curso de Pós-graduação, pela amizade e convívio saudável, principalmente, a companheira Maria José, que sempre esteve por perto nas horas mais difíceis.

Aos funcionários do Laboratório de Solos: Afrânio Augusto de Araújo Jorge Neto (*in memoriam*), Cícero Francisco Alves e Moacir Manoel de Oliveira pela decisiva contribuição na realização deste trabalho.

A todos aqueles que diretamente ou indiretamente, contribuíram para que este trabalho fosse realizado.

SUMÁRIO

	LISTA DE QUADROS	ix
	LISTA DE FIGURAS	x
	RESUMO	xi
	ABSTRACT	xii
1.	INTRODUÇÃO	1
2.	REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1	Sistema plantio direto	4
2.2	Características das culturas	9
2.2.1	Crotalária (<i>Crotalaria spectabilis</i> Roth)	9
2.2.2	Guandu (<i>Cajanus cajan</i> (L) Mill sp)	10
2.2.3	Mucuna preta (<i>Stizolobium aterrimum</i> Piper & Tracy).....	10
2.2.4	Milho (<i>Zea mays</i> L)	11
3.	MATERIAL E MÉTODOS	16
3.1	Localização da área experimental e caracterização do relevo, solo e clima	16
3.2	Tratamentos e delineamento experimental	17
3.3	Instalação e condução do experimento	17
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
4.1	Produção de fitomassa e acúmulo de N total na palhada das plantas de cobertura	21
4.2	Taxa de decomposição das leguminosas	23
4.3	Fertilidade do solo após o manejo das leguminosas	26
4.4	Componentes morfológicos do milho	27
4.5	Componentes da produção e produtividade de grãos de milho	30
4.6	Teor de N na folha bandeira do milho	37
4.7	Fertilidade do solo após a colheita do milho	39
5.	CONCLUSÕES	41
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42

LISTA DE QUADROS

Quadro 1.	Análise química do solo na profundidade 0 – 20 cm antes da instalação do experimento	17
Quadro 2.	Características relacionadas com a semeadura das leguminosas	18
Quadro 3.	Produção de fitomassa, teor de N e acúmulo de N total na palhada de crotalária, guandu e mucuna preta aos 155 dias após a semeadura.....	22
Quadro 4.	Análise química do solo, em duas profundidades, após o manejo das espécies leguminosas.....	27
Quadro 5.	Teste F da análise da variância de componentes morfológicos do cultivar de milho DKB 333 B.....	28
Quadro 6.	Valores médios da altura de plantas, diâmetro do colmo, peso da folha bandeira e área foliar do milho híbrido DKB 333 B em função das culturas anteriores e doses de Nitrogênio.....	29
Quadro 7.	Desdobramento da interação Culturas Anteriores x Doses de N referente à massa da folha bandeira do cultivar de milho DKB 333 B.....	30
Quadro 8.	Desdobramento da interação Leguminosas x Doses de N referente à área da folha bandeira do cultivar de milho DKB 333 B.....	30
Quadro 9.	Teste F da análise da variância de componentes da produção e produtividade do cultivar de milho DKB 333 B.....	31
Quadro 10.	Resultados médios de população final de plantas, comprimento de espiga, fileiras de grãos por espiga, número de espigas, massa de 100 grãos e produtividade de grãos do milho híbrido DKB 333 B em função das culturas anteriores e doses de Nitrogênio	33

Quadro 11.	Desdobramento da interação Culturas Anteriores x Doses de N referentes ao comprimento da espiga do cultivar de milho DKB 333 B	35
Quadro 12.	Análise química do solo após a colheita do milho submetido a doses de N.....	39

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Varição de massa de matéria seca da parte aérea em função do tempo após a dessecação.....	24
Figura 2.	Varição do teor de N de leguminosas em função do tempo após a dessecação.....	25
Figura 3.	Varição do N acumulado nas leguminosas em função do tempo após a dessecação.....	26
Figura 4.	Teor de N na folha bandeira do milho em função de culturas anteriores e doses de N.....	38

RESUMO

A associação de sistemas conservacionistas de preparo do solo com culturas de cobertura que proporcionem elevadas adições de carbono e nitrogênio é estratégia importante na qualidade do solo. Entre os indicadores de qualidade do solo, destaca-se o N total por sua relação com a capacidade produtiva do solo, uma vez que o incremento no rendimento de culturas econômicas, quando cultivadas em sucessão a culturas de cobertura, tem sido principalmente atribuído ao aumento da disponibilidade de N. Neste sentido, as leguminosas são preferidas, principalmente pela sua capacidade de se relacionar simbioticamente com bactérias do gênero *Rhizobium*, que fixam nitrogênio atmosférico. O objetivo deste trabalho foi avaliar três espécies leguminosas (crotalária, guandu e mucuna preta) para utilização em Sistema Plantio Direto (SPD) na cultura do milho. O delineamento estatístico foi em blocos casualizados com quatro repetições em esquema de parcelas subdivididas, ficando as leguminosas nas parcelas e duas doses de N (0 e 80 kg ha⁻¹) nas subparcelas. Antes da semeadura do milho híbrido DKB 333 B, a área experimental recebeu calagem e em seguida foi cultivada com as espécies de leguminosas mencionadas, de maneira a viabilizar a implantação do SPD. Aos 155 dias após a semeadura, quando as espécies leguminosas encontravam-se na fase de pleno florescimento, as mesmas foram dessecadas, aplicando-se 4 L ha⁻¹ do herbicida Glyfosate, sendo realizada, posteriormente, a semeadura do milho, utilizando-se uma semeadora à tração mecânica no espaçamento de 0,80 m x 0,20 m. Constatou-se que o guandu apresentou uma melhor performance quanto à produção de fitomassa e N total acumulado por hectare quando comparado às demais leguminosas. Entretanto, a crotalária influenciou positivamente a produtividade de grãos de milho cultivado em sucessão. A adição de 80 kg ha⁻¹ de N promoveu uma redução dos valores de P, K, Ca + Mg, T e V no solo.

Termos para indexação: plantas de cobertura do solo, manejo do solo, produtividade do milho.

ABSTRACT

An important strategy to obtain better quality of soil is the association of conservative systems on soil management with ground cover cultures which provide increased additions of carbon and nitrogen. Among the soil quality indicators, N has been pinpointed due to its relation to the productive capacity of the soil, once the increment on the yield of economical cultivations, when done subsequently to ground cover cultures, has been attributed to the increasing availability of N. In this way, leguminous plants are mainly preferred because of their symbiotic capacity with *Rhizobium* bacteria, which trap atmospheric nitrogen. The aim of this work was to evaluate three species of leguminous (crotalaria, guandu and black mucuna) for utilization of Direct Cultivation System (DCS) in maize culture. The statistical outline was done in randomized blocks with four repetitions in subdivided parcels, leguminous in parcels and two applications of N (0 and 80 kg ha⁻¹) in subparcels. Before the seeding of DKB 333 B hybrid maize, the experimental area was prepared with limestone and cultivated leguminous before mentioned leguminous, in order to promote the implementation of the SPD. At 155 days after seeding, the high flowered leguminous were desiccated by application of 4 L ha⁻¹ Glyphosate herbicide. The seeding of maize was then held making use of sowing machine propelled by mechanical traction with a spacing of 0,80 m x 0,20 m. The guandu species not only presented a better performance concerning the production of biomass and total accumulated N per hectare when compared to the other species. Crotalaria positively influenced the productivity of successively cultivated maize grains. The addition of 80 kg ha⁻¹ of N for higher production of maize provided a reduction in the proportions of P, K, Ca + Mg, T and V in the soil.

Index terms: ground cover plant, soil management, maize productivity.

1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.), considerado o mais tradicional cereal produzido no Brasil, constitui uma das principais fontes de alimentação humana, sendo também utilizado com destaque no arração de animais, como fonte energética e na indústria, como matéria-prima para a produção de amido, óleo, farinha, dentre outros produtos.

A cultura do milho desempenha um papel significativo no quadro nacional de produção de grãos, pois de cada três quilos de cereais colhidos, mais de um é de milho (PINAZZA, 1993).

No tocante, à produtividade da lavoura de milho no Estado de Alagoas, os índices apontam como uma das mais baixas do País, girando em torno de 700 kg ha⁻¹, enquanto que em Estados do Sul, Sudeste e Centro Oeste do Brasil, as produtividades atingem patamares acima de 3.000 kg ha⁻¹ (AGRIANUAL 99, 2000), sendo comum entre os agricultores mais tecnificados produtividades acima de 8.000 kg ha⁻¹ (BÜLL, 1993). No ano de 2003, o Estado de Alagoas consumiu 240 mil toneladas de grãos, enquanto que sua produção foi em torno de 59 mil toneladas, sendo necessário, portanto, importar grãos de outros Estados, em especial Bahia e Goiás.

A baixa produtividade de milho no Estado de Alagoas deve-se, dentre outros aspectos, ao manejo inadequado do solo que facilita a erosão, acarretando perdas de solo, água, nutrientes e matéria orgânica.

Quanto ao sistema do manejo de solo para cultivo de milho, dispõe-se atualmente do Sistema Plantio Direto (SPD), que se caracteriza pela semeadura em solo não revolvido. Atualmente no Brasil, estimam-se aproximadamente 15 milhões de hectares cultivados no SPD, atingindo cerca de 25% da área de produção de grãos. Inúmeros trabalhos de pesquisa têm constatado a maior eficiência desse sistema de manejo do solo em relação ao preparo convencional, não somente na melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas, mas também no retorno econômico para o agricultor (MUZILLI, 1981; DICK, 1991). A utilização deste sistema de manejo é uma alternativa econômica e ecologicamente viável para a produção de grãos em ambiente tropical (SATURNINO & LANDERS, 1997).

Além de não revolver o solo, o principal pré-requisito para a caracterização do SPD, é a produção de biomassa vegetal para a cobertura do solo, sem a qual o dito sistema não consegue expressar o seu potencial máximo. A escolha de plantas para atender a estas finalidades depende, dentre outros fatores, do potencial de produção de fitomassa e da capacidade de absorção e acúmulo de nutrientes. Estes fatores têm grande importância para o sistema solo-planta porque estão relacionados com reciclagem biológica de nutrientes, aumentando sua disponibilidade para as plantas a serem cultivadas e melhorando a eficiência dos fertilizantes aplicados. Apesar de diversas espécies vegetais servirem para atender a essas finalidades, as leguminosas são preferidas, principalmente pela sua capacidade de se relacionar simbioticamente com bactérias do gênero *Rhizobium*, que fixam nitrogênio atmosférico.

De acordo com RAIJ (1991), o nitrogênio assume vital importância por ser o nutriente absorvido em maior quantidade pelo milho, tornando-se um dos principais fatores de produção associado à alta produtividade da cultura. Portanto, o manejo da adubação nitrogenada a fim de aumentar sua eficiência é um fator importante na busca de melhores

produtividades, até mesmo porque a utilização de nitrogênio na cultura do milho tem demonstrado maiores exigências no SPD quando comparado ao sistema convencional de preparo do solo.

Considerando, portanto, que as leguminosas apresentam a capacidade de fixar e disponibilizar nitrogênio, melhorando as condições de fertilidade do solo para as culturas subseqüentes, parte-se da hipótese de que pelo menos uma das leguminosas estudadas atenda às necessidades do SPD e influencie positivamente na produtividade da cultura do milho.

Este trabalho teve por objetivo avaliar os efeitos de espécies leguminosas visando a sua utilização no SPD na cultura do milho nos Tabuleiros Costeiros do Estado de Alagoas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Sistema plantio direto

As pesquisas concernentes às técnicas de plantio direto foram iniciadas na Estação Experimental de Rothamsted (Inglaterra) em 1940 e em Michigan (USA) por volta de 1946. Os resultados obtidos favoreceram a evolução e aprimoramento desse novo sistema de plantio (FANCELLI & TORRADO, 1985).

A história do plantio direto no Brasil é relativamente recente. Ela iniciou-se no Estado do Paraná em 1971, quando o Instituto de Pesquisa e Experimentação Agropecuária Meridional do Ministério da Agricultura – IPAEME/MA realizou pesquisas pioneiras em Londrina e Ponta Grossa. Embora de curta duração, essa iniciativa representou em termos de pesquisa, o marco inicial do plantio direto no Brasil. Em 1972, a ICI do Brasil S/A procedia as primeiras demonstrações de plantio direto em lavouras de trigo e soja no norte do Paraná e já em 1974 a mesma empresa estendia este sistema de manejo a agricultores pioneiros da região. A partir dessas experiências práticas, o sistema começou a ganhar adeptos, expandindo a área de cultivo de ano para ano (MUZILLI, 1985).

O plantio direto, nas regiões Sul e Sudeste, já é um sistema bem desenvolvido. Nas condições do Nordeste, entretanto, esse sistema é praticamente desconhecido, sendo que a literatura científica relata

poucos estudos abordando este tema (MELO FILHO & SILVA, 1993; ZAFFARONI et al., 1991; COELHO & SILVA, 1983).

A adoção do SPD tem mostrado que o preparo do solo é dispensável, sendo que as culturas em áreas com alto nível tecnológico, sem revolvimento do solo, têm apresentado rendimentos em geral semelhantes e em muitos casos superiores ao sistema convencional, principalmente em áreas com irregularidades pluviométricas (EMBRAPA, 1993; FUNDAÇÃO CARGILL, 1984a).

Um dos principais pré-requisitos para implantação do SPD é a adoção de plantas que apresentem a capacidade de produzir grandes quantidades de fitomassa e sistema radicular profundo e vigoroso, as quais são características marcantes de leguminosas, tais como: crotalaria (*Crotalaria spectabilis* Roth), guandu (*Cajanus cajan* (L) Mill), mucuna preta (*Stizolobium aterrimum* Piper & Tracy). Essas leguminosas são capazes de produzir entre 20 e 60 Mg ha⁻¹ de fitomassa verde oriunda da parte aérea e de 3 a 6 Mg ha⁻¹ de fitomassa oriunda do sistema radicular. Com relação à profundidade do sistema radicular das leguminosas, o mesmo pode alcançar de 3 a 6 metros. A incorporação de 3 a 6 Mg ha⁻¹ de raízes no solo, contribui para melhorar as condições físicas e químicas do solo. Por outro lado, a fitomassa da parte aérea (20 a 60 Mg ha⁻¹) deixada na superfície reduzirá o impacto das gotas de chuva e diminuirá a velocidade e o volume da enxurrada sobre a superfície do solo, contribuindo para reduzir o processo erosivo (MASCARENHAS & TANAKA, 1993; WUTKE, 1993; MIYASAKA, 1984).

Segundo ROS & AITA (1996), em muitas áreas do nordeste do Brasil o uso intensivo do solo, sem um manejo adequado, tem provocado acentuada redução no teor de matéria orgânica, favorecendo, portanto, o processo erosivo. Esses autores citam que o nitrogênio é o nutriente mais afetado por esse processo, pois tem provocado sérias limitações na produtividade das culturas, especialmente em solos arenosos, porque

sua principal fonte é a matéria orgânica que se encontra na camada superficial do solo.

O nitrogênio juntamente com o potássio são os dois macronutrientes mais absorvidos pela cultura do milho. No entanto, BARBER & OLSON (1986), advertem que nem sempre tem sido dada a devida atenção a estes nutrientes na adubação desta cultura.

As exigências de nitrogênio no milho variam consideravelmente com os diferentes estádios de desenvolvimento da planta, sendo mínimas nos estádios iniciais, aumentando com a elevação da taxa de crescimento e alcançando um pico durante o período compreendido entre o início do florescimento e o início da formação de grãos (ARNON, 1975).

De acordo com MUZILLI (1983), a cultura do milho, apresenta maior deficiência de nitrogênio no sistema plantio direto, evidenciando maior necessidade de adubação nitrogenada para a cultura sob este sistema. PHILLIPS & YOUNG (1973) comentam haver um aumento na ordem de 20 a 25% na necessidade de nitrogênio para culturas como milho e trigo cultivados em sistema de plantio direto.

THOMAS et al. (1973) atribuem, menor concentração de nitrogênio no solo no cultivo sob plantio direto, principalmente, pela menor evaporação de água devido ao efeito da palha e o movimento descendente da água através de macroporos, possibilitando perdas de nitrato para as camadas mais profundas. Os mesmos autores relacionam a dinâmica do nitrogênio do solo, em plantio direto, à relação C/N do material que é depositado na superfície. Assim, plantas cuja relação C/N é superior a 50, proporcionam imobilização do nitrogênio por longos períodos. Por outro lado, deve ser considerado que com o passar do tempo pode haver um equilíbrio entre mineralização - imobilização - disponibilidade - perdas, uma vez que a produção microbiana pode adaptar-se e se estabilizar. Em condições tropicais as perdas de nitrato tendem a ser mais intensa, e nesse caso, a combinação de culturas com

diferentes exigências em nitrogênio e diferentes sistemas radiculares torna-se fundamental no manejo da adubação nitrogenada.

A utilização de espécies leguminosas em sistemas de cultivo tem se mostrado promissor no que se refere ao fornecimento de nitrogênio. MUZILLI et al. (1984) encontraram um aumento de 26% na produção de milho com o cultivo de tremoço-branco. EBELHAR et al. (1984) citados por ROS & AITA (1996) verificaram que o rendimento de milho, na média de cinco anos, cultivado após o tratamento com ervilhaca-comum, foi 2,5 Mg ha⁻¹ superior em relação ao tratamento com centeio + resíduos de milho da safra anterior. AITA et al. (1990), trabalhando com chícaro, tremoço-azul, ervilhaca-forrageira, ervilhaca-comum e aveia-preta, encontraram rendimento de grãos de milho equivalente a 111, 105, 98, 97 e 51%, respectivamente, daquele obtido após pousio invernal + NPK.

De acordo com ROS & AITA (1996) as variações no rendimento de milho com o emprego de espécies de cobertura do solo devem estar relacionadas às características intrínsecas de cada espécie, ao manejo dos resíduos culturais e às condições edafoclimáticas predominantes em cada local. Isso reforça a ênfase dada por CALEGARI et al. (1992) de que um dos principais desafios está em estabelecer um esquema de uso compatível das diferentes espécies de cobertura do solo com o sistema de produção específica de cada região.

As leguminosas crotalária, guandu e mucuna preta, dentre outras, têm sido utilizadas como opção para adubação verde, pelos seus altos potenciais de produção de fitomassa. Entretanto, entre estas espécies, há variações de exigências nutricionais e produção de massa de matéria seca, permitindo ao agricultor escolher a espécie mais indicada para um dado regime de exploração agrícola. Dados apresentados por MASCARENHAS & TANAKA (1993), mostram variações de 10 a 27 Mg ha⁻¹ de massa verde de crotalária e 16 a 38 Mg ha⁻¹ de guandu, em vários ambientes edafo-climáticos.

Os efeitos do cultivo dessas leguminosas na cultura do milho dependerão, sobretudo, da capacidade de adaptação das mesmas quanto à produção de fitomassa, enraizamento e fixação de N atmosférico. SANTOS (2000), estudando a cultura do milho safrinha sobre resteva de *Crotalaria spectabilis* Roth, verificou uma produção média de 11.759 kg ha⁻¹ de matéria seca da parte aérea, ratificando a cultura como ideal para o estabelecimento de sistemas de cultivo que requerem grande quantidade de palha. Essa alta capacidade produtiva também foi demonstrada nos trabalhos de GIOMO et al. (1999) e SANTOS et al. (1999), onde verificaram que esta leguminosa, como planta de cobertura, apresentou melhor desempenho quanto à produção de massa vegetal, absorção e acúmulo de nutrientes, quando comparada ao guandu para as condições do Estado de São Paulo.

Em estudo sobre preparo de solo com resíduos de guandu para o cultivo de trigo, a leguminosa foi triturada no estágio de pleno florescimento, deixando-se sobre o solo 12,5 Mg ha⁻¹ de massa de matéria seca de resíduos, mostrando-se para as condições do Estado de São Paulo, como uma grande opção de planta de cobertura (CARDOSO et al., 1999).

Em experimento realizado pelo Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, da EMBRAPA, Sete Lagoas (MG), em solos pobres do cerrado, a mucuna preta produziu 40 Mg ha⁻¹ de massa verde que foi incorporada ao solo. Feita a análise química do solo, os técnicos da EMBRAPA verificaram que ele continha uma rica composição em nutrientes: 120 kg de nitrogênio, 8 kg de fósforo, 44 kg de cálcio, 9 kg de magnésio e 11 kg de zinco. Como esses nutrientes não foram previamente aplicados, é certo que a leguminosa extraiu-os do próprio solo e reciclou-os, tornando-os trocáveis (assimiláveis pelas plantas). Restos culturais da mucuna preta consorciada ao milho apresentaram alguns desses nutrientes em níveis mais baixos: 57 kg de nitrogênio, 3 kg de fósforo, 28 kg de cálcio e 9 kg de magnésio. Essa redução leva a crer

que o milho consorciado utilizou parte dos elementos disponíveis no solo, alguns deles por meio de um relacionamento benéfico com a mucuna, o nitrogênio, por exemplo, e outros por simples concorrência com a leguminosa (GUIA RURAL, 1988).

2.2 Características das culturas

2.2.1. Crotalária (*Crotalaria spectabilis* Roth)

A crotalária é uma planta anual, ereta, subarborescente, de crescimento determinado, apresentando germinação e desenvolvimento inicial muito rápidos. Não está adaptada a situações de encharcamento do solo e geadas, sendo sensível ao fotoperíodo (necessita de dias longos para seu crescimento vegetativo e de dias curtos para florescer). É considerada “má” hospedeira de nematóides formadores de galhas, dificultando sua proliferação. Tais efeitos, segundo MASCARENHAS et al. (1984), são concretizados pela ação direta de substâncias nematicidas, bem como pelo maior equilíbrio microbiológico que essa leguminosa confere ao solo por ocasião da decomposição da massa vegetal produzida. No entanto, a crotalária é suscetível à murcha causada pelo fungo *Ceratocystis fimbriata*.

É uma cultura adaptada a solos arenosos. A fixação de nitrogênio por esta cultura é de 150 a 165 kg ha⁻¹ ano⁻¹, podendo atingir valores da ordem de 450 kg ha⁻¹ ano⁻¹. Em geral as plantas produzem 30 Mg ha⁻¹ de fitomassa verde (cerca de 10 a 15 Mg ha⁻¹ de fitomassa seca), as quais correspondem a 41 e 217 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e K₂O, respectivamente. Aos 130 dias de idade as plantas podem apresentar raízes na profundidade de até 4,6 m, sendo que 79% do seu peso se encontram nos primeiros 30 cm. Nem sempre, contudo, o rendimento de fitomassa está associado ao aumento de produção da cultura subsequente (WUTKE, 1993).

2.2.2. Guandu (*Cajanus cajan* (L) Mill sp)

O guandu é uma planta semi-perene, arbustiva, de crescimento determinado e também indeterminado, está adaptada a latitudes variando de 30° N a 30° S. Seu desenvolvimento é lento e seu ciclo até a colheita de grãos é de 240 a 270 dias para semeaduras antecipadas. Desenvolve-se melhor na faixa de temperatura de 18 a 30°C, não estando adaptado a condições de frio, geadas e encharcamento de solo. Seu sistema radicular é vigoroso e bem desenvolvido em profundidade, conferindo-lhe resistência a períodos prolongados de seca. É uma espécie considerada mobilizadora de nutrientes e recuperadora de solos depauperados, devendo, nesse caso, ocupá-los por três a quatro anos (WUTKE, 1993).

Segundo TORRES & NEUMAIER (1988), o guandu é uma planta com grande capacidade de fixação de nitrogênio e elevado potencial de produção de fitomassa.

KUMAR RAO et al., citados por NENE & SHEILA (1990), relatam que em um experimento onde o milho foi cultivado após o guandu, o nitrogênio residual foi estimado em aproximadamente 40 kg ha⁻¹.

Segundo WUTKE (1993), o sistema radicular bastante desenvolvido permite a fixação de até 280 kg de nitrogênio ha⁻¹ ano⁻¹, havendo evidências de efeitos benéficos de suas excreções radiculares nas culturas de milho e algodão em sucessão. Há exsudação de ácidos que solubilizam o fósforo combinado com o ferro, tornando-se disponível às plantas sucessoras.

2.2.3. Mucuna preta (*Stizolobium aterrimum* Piper & Tracy)

A mucuna preta é uma planta anual, herbácea, rasteira, vigorosa, com ramos trepadores, vigorosos e bem desenvolvidos (pode atingir até 6 m de extensão lateral). É resistente a nematóides do gênero

Meloidogyne, e segundo ALMEIDA (1988), apresenta efeitos alelopáticos sobre o picão preto (*Bidens pilosa*) e a tiririca (*Cyperus rotundus*).

Seu ciclo é longo, apresentando cerca de 140 a 150 dias até a floração e 200 a 240 dias até a colheita de vagens. Produz aproximadamente 35 Mg ha⁻¹ de fitomassa verde, 6 a 8 Mg ha⁻¹ de fitomassa seca e 1.000 a 1.500 kg ha⁻¹ de semente (WUTKE, 1993). Esta autora ainda cita, que a mucuna preta fixa aproximadamente 120 a 157 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N.

2.2.4. Milho (*Zea mays* L)

Do ponto de vista botânico, o milho é uma monocotiledônea da família Graminae, subfamília Panicoideae, tribo Maydea, subtribo Tripsacinae, gênero *Zea*, espécie *Zea mays* (FORNASIERI FILHO, 1992; BRESOLIN & PONS, 1983; GOODMAN & SMITH, 1980). O milho é uma planta monóica, apresentando flores masculinas dispostas em panículas apicais e flores femininas em espigas laterais. A monoicicia possibilita a polinização cruzada e uma especialização da inflorescência (FORNASIERI FILHO, 1992; TOLEDO, 1980).

Apresenta sistema radicular do tipo fasciculado, podendo atingir 1,5 a 3,0 m de comprimento, concentrado nos primeiros 30 cm de profundidade, o que pode explicar sua reduzida tolerância à deficiência hídrica (FORNASIERI FILHO, 1992). Também apresenta raízes adventícias que auxiliam na sustentação da planta e podem ajudar na absorção de nutrientes.

O milho é uma planta herbácea, anual, com um ciclo completo entre quatro e cinco meses. A duração do período vegetativo depende das condições climáticas, sendo que o florescimento ocorre com cerca de 40 a 100 dias após a germinação (GOODMAN & SMITH, 1980).

A fertilização do óvulo do milho ocorre cerca de 12 a 36 h após a polinização. O desenvolvimento do grão completa-se cerca de 60 dias após a fertilização. O grão é o fruto de uma semente ou cariopse, característico das gramíneas. A camada externa (pericarpo) é derivada da parede do ovário e pode ser incolor, vermelha, marrom, laranja ou variegada. A ponta do grão é parte remanescente do tecido que conecta o grão ao sabugo e permite uma rápida absorção de umidade. Dentro do grão estão o endosperma e o embrião. O endosperma é responsável por aproximadamente 85% do peso total do grão, o embrião 10% e o pericarpo 5% (FORNASIERI FILHO, 1992; GOODMAN & SMITH, 1980).

A propagação do milho é feita através de sementes, sendo que um dos fatores básicos na obtenção de plantas com elevada capacidade produtiva é o emprego de sementes com adequados atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários. A utilização de sementes melhoradas e de "alta qualidade" oriundas de processos de seleção, objetiva não só a formação de um cultivo sem falhas, mas também todas as demais características de interesse do agricultor, como a produtividade elevada, uniformidade de maturação, resistência a doenças e ao acamamento, adaptação ao solo e ao clima (BORBA, 1980; TOLEDO, 1980).

Considerando que no Brasil a cultura do milho está estabelecida predominantemente em áreas do Sul e Sudeste, caracterizadas por Latossolos Vermelho Escuro, Podzólico Vermelho-Amarelo, Terra Roxa Estruturada e Brunizens, conclui-se que esta planta está adaptada a solos de boa fertilidade, especialmente os eutróficos, bem drenados, profundos, permeáveis e com boa capacidade de retenção de água, sendo necessárias a adaptação e seleção através de competição para outras condições edafoclimáticas.

A cultura do milho requer no período vegetativo, calor e chuva para se desenvolver e produzir normalmente. Não é recomendável ser cultivado em áreas onde a temperatura média do verão esteja abaixo de 19,50 °C durante o dia e 12,8 °C durante a noite. O intervalo entre o

embonecamento e à maturidade fisiológica praticamente independe das condições climáticas. Temperaturas médias superiores a 26 °C podem promover a aceleração dos estádios de florescimento e maturação, da mesma forma que temperaturas inferiores a 15,5 °C podem retardá-las (FORNASIERI FILHO, 1992; MALAVOLTA & DANTAS, 1980).

O milho é uma cultura que se adapta a ambientes de média disponibilidade hídrica, sendo o seu rendimento e desenvolvimento prejudicados tanto por deficiência como por excesso de água (MATZENAUER & SUTILI, 1983). Segundo FANCELLI & DOURADO-NETO (2000), o estresse hídrico no estágio fenológico 2 (planta com oito folhas) pode afetar o comprimento dos internódios. Os autores ainda acreditam que isso ocorre provavelmente pela inibição da elongação das células em desenvolvimento, concorrendo desta forma para a diminuição da capacidade de armazenagem de sintetizados no colmo. O estágio fenológico 2, também é caracterizado pelo crescimento do colmo em diâmetro. Para o milho, o colmo não somente atua como suporte de folhas e inflorescências, mas principalmente como uma estrutura destinada ao armazenamento de sólidos solúveis que serão utilizados posteriormente na formação de grãos. De acordo com FANCELLI & DOURADO-NETO (2000), cinco semanas após a emergência, incrementa-se a taxa de desenvolvimento das espigas entre o 6º e 9º nós acima do solo, coincidindo com acentuada taxa de absorção de nutrientes por parte da planta, notadamente potássio e nitrogênio.

A presença de 85 a 90% da área foliar se dá no estágio fenológico 3 (sexta a sétima semana após a emergência). Segundo FANCELLI & DOURADO-NETO (2000), neste estágio, a distribuição de chuvas e a disponibilidade de nutrientes constituem-se nos fatores decisivos na definição da produção, principalmente quanto ao tamanho da espiga. ARNON (1975) argumenta que a deficiência de nitrogênio pode contribuir para uma redução da área foliar, com reflexos negativos na produção de grãos.

A baixa densidade de semeadura ou número inadequado de plantas por unidade de área é geralmente um fator que também contribui em grande parte para os baixos rendimentos observados, sendo considerado um dos entraves técnicos ao desenvolvimento da cultura, principalmente nas regiões menos desenvolvidas (CARNEIRO & GERAGE, 1991; ANES VIOLA, 1980).

No Brasil, rendimentos elevados de milho têm sido obtidos com a utilização de 55.000 a 72.000 plantas por hectare, adotando-se espaçamentos variáveis entre 55 a 80 cm entre linhas, apresentando 3,5 a 5 plantas por metro, devidamente arranjadas de forma a minimizar as relações de competição dos fatores de produção (FANCELLI & DOURADO-NETO, 2000).

CARDOSO et al. (1993) e MUNDSTOCK (1970) verificaram redução do índice de espiga com aumento da densidade. Este último autor afirma que esse fator é afetado por ocasião do período de florescimento quando há deficiência hídrica, aparecendo neste caso, alta proporção de plantas estéreis, sem espigas.

BALCO & RUSSEL (1980) estudando a variação no número de espigas por planta e comprimento da espiga em função da dose de nitrogênio, verificaram que a aplicação de nitrogênio proporcionou um aumento desses dois componentes.

Diversos trabalhos demonstram a importância do nitrogênio na produtividade do milho. NEPTUNE et al. (1982), verificaram grandes incrementos na produtividade do milho quando aplicadas doses crescentes de nitrogênio. Segundo BALCO & RUSSEL (1980), o aumento da produtividade proporcionado pelo nitrogênio pode ser atribuído aos seus efeitos sobre o crescimento do sistema radicular e sobre o aumento do comprimento da espiga.

O número de fileiras de grãos é determinado no estágio fenológico 1, ou seja, quando a planta encontra-se com quatro folhas totalmente desdobradas (FANCELLI & DOURADO-NETO, 1997).

Resultados experimentais demonstram que a produção de grãos pode ser drasticamente afetada no estágio fenológico 4 (8ª a 9ª semana após a emergência), em função da taxa de desfolha (FANCELLI & DOURADO-NETO, 2000). Em ensaios de campo relativos à avaliação de desempenho de híbridos e linhagens, CANTRELL & GEADEMANN (1981) observaram redução na produção de grãos, da ordem de 9,2 %, quando da remoção do pendão acompanhado de duas folhas superiores.

De acordo com FANCELLI & DOURADO-NETO (1997), a massa de 100 grãos é fortemente influenciada pela disponibilidade hídrica nos estádios de formação e enchimento de grãos.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização da área experimental e caracterização do relevo, solo e clima

O experimento foi conduzido na Área Experimental do Campus Delza Gitaí, pertencente ao Centro de Ciências Agrárias (CECA) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL) no período compreendido entre maio de 2002 e setembro de 2003. As coordenadas geográficas de referência são: latitude sul 9° 29' 45" e longitude oeste 35° 49' 54". A altitude do local do experimento é 165 metros com 3% de declividade.

O solo no qual as parcelas experimentais foram instaladas foi classificado como Latossolo Amarelo coeso distrófico (LA) conforme o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999), cujas características químicas encontram-se no Quadro 1. Geralmente é encontrado nas regiões de Tabuleiros Costeiros e está distribuído por quase toda faixa costeira do Brasil. Ocorre em relevo plano e suave ondulado. É caracterizado por apresentar textura média nos horizontes superiores e argilosas em profundidade.

Quadro 1. Análise química do solo na profundidade 0 – 20 cm antes da instalação do experimento.

pH	MO	P (Melich)	H+ Al	K	Ca + Mg	T	V
H ₂ O	g dm ⁻³	mg dm ⁻³	cmol _c dm ⁻³				%
5,3	22	18	6,0	0,12	1,60	7,76	23

O clima, de acordo com a classificação de Koeppen é do tipo As, tropical chuvoso, com verões secos.

3.2 Tratamentos e delineamento experimental

Foram utilizadas três leguminosas, a saber: 1) crotalária (*Crotalaria spectabilis* Roth), 2) mucuna preta (*Stizolobium aterrimum* Piper and Tracy) e 3) guandu (*Cajanus cajan* (L) Mill sp).

O delineamento estatístico foi em blocos casualizados com quatro repetições, tendo a área de cada parcela 100 m² (5 m x 20 m). O experimento obedeceu ao esquema de parcelas subdivididas, ficando as leguminosas nas parcelas e duas doses de Nitrogênio (0 e 80 kg ha⁻¹) nas subparcelas.

3.3 Instalação e condução do experimento

Antes da semeadura das leguminosas, foi realizada uma calagem para elevar a saturação por bases do solo para 70%. Foram aplicados manualmente sobre a superfície do solo 3.6 t ha⁻¹ de calcário dolomítico, sendo 2.0 t ha⁻¹ antes da aração e 1.6 t ha⁻¹ após a aração. Após 30 dias realizou-se uma operação com a grade aradora e uma outra com a grade niveladora, semeando em seguida as três leguminosas de acordo com os dados técnicos do Quadro 2.

Quadro 2. Características relacionadas com a semeadura das leguminosas

Leguminosa	Espaçamento entre linhas	Número de sementes utilizadas	Gasto de semente
	m	sementes m ⁻¹	kg ha ⁻¹
Crotalária	0,17	18	29
Guandu	0,50	35	40
Mucuna preta	0,50	7	50

Foi utilizada uma semeadora-adubadora à tração mecânica para semear as espécies leguminosas.

O controle de plantas daninhas na área do guandu foi realizado aos sessenta dias após a semeadura através de capina manual. Aos trinta dias após esse controle, realizou-se uma capina manual complementar. Não houve necessidade em se aplicar controle de plantas daninhas nas áreas da crotalária e mucuna preta.

Durante o cultivo das leguminosas, as mesmas receberam irrigação complementar, devido à baixa pluviosidade.

Aos cento e cinqüenta e cinco dias após a semeadura, quando as espécies leguminosas encontravam-se na fase de pleno florescimento, as mesmas foram dessecadas, aplicando-se 4 L ha⁻¹ do herbicida Glyfosate

As coletas do material vegetal foram realizadas em três épocas, com intervalo de 45 dias, sendo a primeira coleta realizada um dia antes da dessecação. Para tal operação, foi utilizada uma moldura quadrada de 0,25 m², sendo o material colocado em estufa a 65° C. Após a secagem, a palhada foi pesada, triturada e em seguida foi realizada análise de N total, pelo método de análise de Kjeldahl citado por SILVA (1990).

Após o manejo das leguminosas foi semeada a cultura do milho em sistema de rotação para avaliação do efeito das referidas leguminosas.

A semeadura do milho híbrido DKB 333 B foi realizada utilizando-se semeadora à tração mecanizada, com três linhas individuais espaçadas de 0,80 m, colocando-se 5 sementes por metro linear. Na adubação por ocasião da semeadura, foram utilizados 115, 60 e 20 kg ha⁻¹ de P₂O₅, K₂O e Zn, respectivamente, na forma de superfosfato triplo, cloreto de potássio e sulfato de zinco. Após 30 dias de cultivo do milho foram aplicados na metade de cada parcela (50 m²) 80 kg ha⁻¹ de N na forma de sulfato de amônio.

O controle de plantas daninhas foi realizado por meio de capina manual, com uso de enxada.

No controle da lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*) utilizou-se 0,6 L ha⁻¹ do inseticida Metomyl. Para o controle de formigas foi aplicado, preventivamente, formicida granulado.

Aos setenta e oito dias após a semeadura, quando o milho encontrava-se no estágio de pleno florescimento, coletaram-se dez folhas bandeira de cada subparcela para análise nutricional. Extraíram-se em seguida os dados de comprimento e máxima largura de cada folha bandeira para determinação da sua área foliar. Na ocasião foram coletados também dados de altura e diâmetro do colmo de 10 plantas. A altura foi determinada, medindo-se da superfície do solo até a inserção do pendão. A mensuração do diâmetro do colmo foi realizada na direção do maior valor, considerando que o colmo apresenta um formato elíptico.

Foram coletadas amostras de solo, durante o estágio de florescimento do milho, para determinação de pH, P disponível, H + Al, K, Ca + Mg, T e V. As amostras foram coletadas nas profundidades de: 0-20 cm e 20-40 cm, afastadas 20 cm da planta, na direção das entrelinhas. Foram coletadas cinco amostras simples para compor uma

amostra composta por sub parcela. As amostras de solo foram analisadas de acordo com a metodologia de análises descrita pela EMBRAPA (1999).

As análises de solo e de tecidos vegetais foram realizadas no Laboratório de Solos e Análise de Produtos Agropecuários do Departamento de Solos, Engenharia e Economia Rural/CECA/UFAL, respectivamente. Os dados originais foram submetidos à análise de variância a 5% de probabilidade pelo teste F, sendo as médias de tratamentos comparadas pelo teste de Tukey.

A colheita foi efetuada cento e vinte e cinco dias após a semeadura, ocasião em que foram avaliados os componentes da produção e produtividade de grãos.

Os componentes da produção estudados foram: população final de plantas por hectare, comprimento de espigas, número de fileira de grãos por espiga, número de espigas por hectare e massa de 100 grãos. A produtividade de grãos foi determinada colhendo-se todas as espigas da área útil da subparcela, perfazendo uma área de 19,2 m² (2,40 m x 8,0 m).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Produção de fitomassa, teor e acúmulo de N total na palhada das plantas de cobertura

A produção de fitomassa e o acúmulo de N total na palhada de crotalária, guandu e mucuna preta encontram-se no Quadro 3. A produção de massa de matéria seca do guandu, obtida aos cento e cinqüenta e cinco dias após a semeadura, superou a da mucuna preta e crotalária em mais de 7.800 e 11.500 kg ha⁻¹, respectivamente. Resultados encontrados na literatura ratificam a afirmação de que o guandu é uma excelente opção de planta de cobertura e de grande potencial produtivo de fitomassa (CARDOSO et al., 1999; ALVARENGA et al., 1995; TORRES & NEUMAIER, 1988; HAAG, 1986).

Quadro 3. Produção de fitomassa, teor de N e acúmulo de N total na palhada de crotalária, guandu e mucuna preta aos 155 dias após a semeadura

Leguminosa	MPA*	Teor de N	Acúmulo de N na parte aérea**
	Mg ha ⁻¹	g kg ⁻¹	kg ha ⁻¹
Crotalária	8,36 B	21,40 A	179
Guandu	19,90 A	19,10 A	380
Mucuna preta	12,04 B	22,40 A	270
DMS	7,43	5,70	
CV%	27,54	12,64	

* Massa de matéria seca da parte aérea. ** Acúmulo de N na parte aérea = MPA x Teor de N. Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

CARDOSO et al. (1999) estudando os efeitos do preparo de solo sobre resíduos de guandu para o cultivo de trigo no Estado de São Paulo, verificaram que essa leguminosa, no estágio de pleno florescimento, deixou sobre o solo 12,5 t ha⁻¹ de massa de matéria seca, resultados esses, bem inferior aos obtidos nesse experimento.

ALVARENGA et al. (1995), destacam o guandu como uma cultura de alta produtividade de matéria seca e apresentam resultados de até 17,9 t ha⁻¹ de massa de matéria seca. Estes dados permitem inferir que, sob as mesmas condições, o guandu tem se mostrado mais produtivo em termos de massa de matéria seca quando comparado a outras leguminosas como crotalária e mucuna preta. Contudo, diversos trabalhos de pesquisa têm mostrado que tanto a crotalária quanto a mucuna preta também apresentam alto potencial produtivo como planta de cobertura para utilização em plantio direto. WUTKE (1993), cita que em geral, a crotalária produz cerca de 10 a 15 t ha⁻¹ de fitomassa seca. GIOMO et al. (1999) e SANTOS et al. (1999), verificaram que a crotalária como planta de cobertura, apresentou melhor desempenho quando comparado à produção de massa vegetal do guandu, nas condições edafoclimáticas do Estado de São Paulo. Sobre a mucuna, há informações que a mesma pode produzir cerca de 6 a 8 t ha⁻¹ de

matéria seca da parte aérea (WUTKE, 1993; ALVARENGA et al., 1995). DE-POLLI & CHADA (1989) por sua vez obtiveram $4,4 \text{ t ha}^{-1}$ de matéria seca da parte aérea.

4.2 Taxa de decomposição das leguminosas

As espécies estudadas sofreram uma decomposição bastante significativa após a operação de dessecação, conforme mostra a Figura 1. No entanto, observou-se que esse processo foi mais acelerado nos primeiros 45 dias após a dessecação das leguminosas. A massa de matéria seca do guandu, crotalária e mucuna preta sofreu uma redução de peso de 18,2, 22,5 e 40,6%, respectivamente. Enquanto, que no período de 45 a 90 dias após a dessecação das leguminosas, esses percentuais foram: 4,6%, 12,8% e 19,0%, para o guandu, crotalária e mucuna preta, respectivamente.

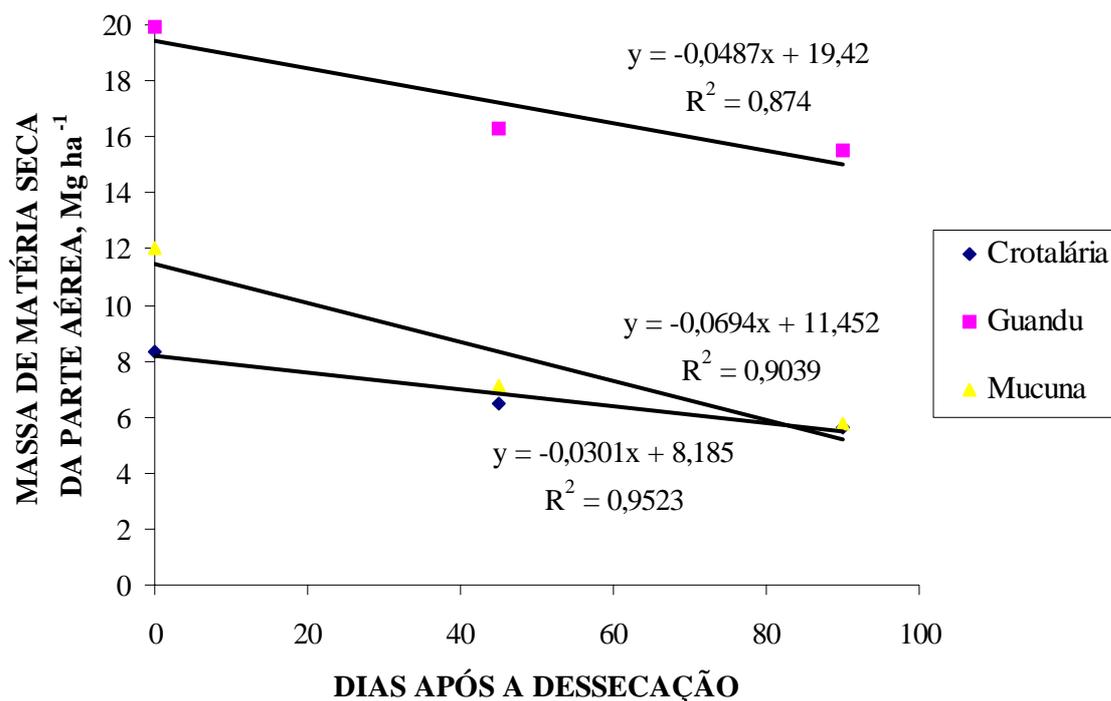
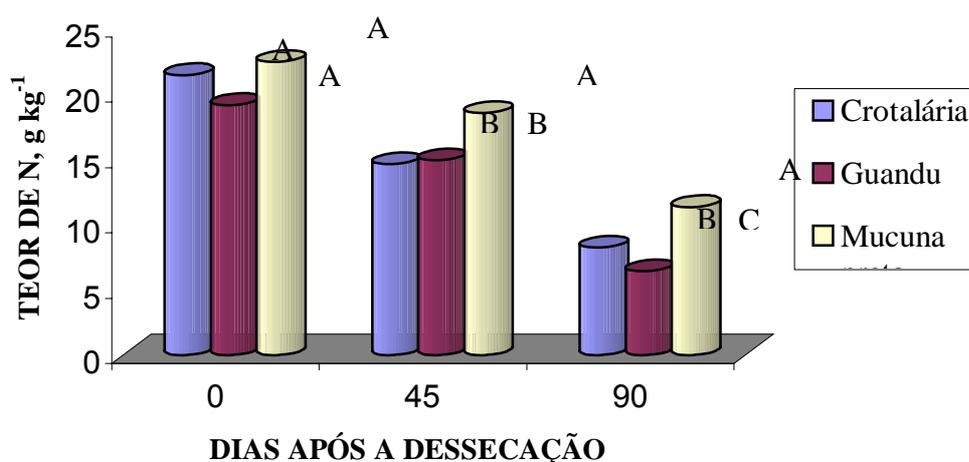


Figura 1. Variação de massa de matéria seca da parte aérea em função do tempo após a dessecação.

De acordo com SÁ (1995), em regiões de clima tropical, onde a taxa de decomposição do material orgânico depositado na superfície é acentuada, torna-se necessário maiores aportes de fitomassa. A relação C:N do guandu (25:1) por ser superior as das demais espécies estudadas, não contribuiu para uma decomposição mais lenta. DERPSCH (1991) cita que, quanto maior for a relação C:N, maior será o período de permanência do resíduo no campo. No presente trabalho, o guandu por apresentar maior produção de matéria seca e maior acúmulo de N na parte aérea pode ser extremamente importante para o sistema plantio direto.

O teor de N na matéria seca (Figura 2), na primeira avaliação, não diferiu estatisticamente entre as espécies estudadas. O valor encontrado neste trabalho para a crotalária foi semelhante ao apresentado por WUTKE (1993) que encontrou um teor de 21,7 g kg⁻¹. Para o guandu

esta autora encontrou um teor de 26,1 g kg⁻¹ de N em sua palhada. Para a mucuna, RAIJ (1991), cita um teor médio de 30 g kg⁻¹, portanto maiores que o deste trabalho. Estas diferenças podem estar relacionadas às características edafo-climáticas das regiões onde foram conduzidas as pesquisas.



Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Figura 2. Variação do teor de N de leguminosas em função do tempo após a dessecação.

Na segunda e terceira avaliações, verificou-se que o teor de N da mucuna preta foi superior as demais leguminosas estudadas, demonstrando que a mesma manteve o teor mais elevado de N na palhada após a dessecação.

O N total acumulado (Figura 3), por sua vez, foi maior no guandu, seguido da mucuna e da crotalária. Estes resultados estiveram diretamente relacionados à produção de fitomassa.

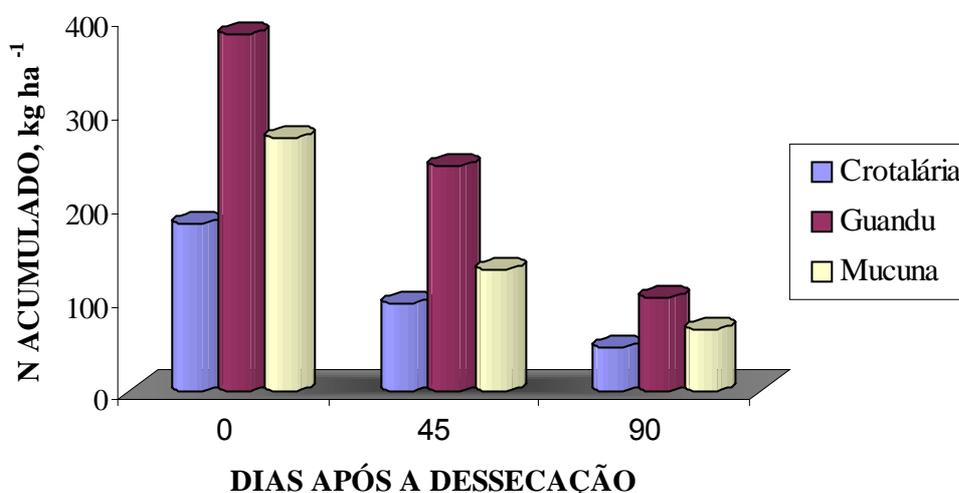


Figura 3. Variação do N acumulado nas leguminosas em função do tempo após a dessecação.

4.3 Fertilidade do solo após o manejo das leguminosas

Os resultados da análise química para avaliação da fertilidade do solo após o manejo das três espécies leguminosas, encontram-se no Quadro 4. Não se verificaram diferenças significativas nos atributos químicos do solo em função das leguminosas cultivadas. Possivelmente essas mudanças não ocorreram, devido ao espaço de tempo entre a calagem e a amostragem do solo e também pelo fato das plantas envolvidas pertencerem à mesma família.

Verificou-se entretanto, de uma forma geral, melhoria na fertilidade do solo, quando se compara à análise realizada antes da instalação do experimento (Quadro 1). Essa melhoria deve-se ao efeito corretivo do calcário dolomítico, observado pela elevação do pH, P e saturação por bases (V%).

Quadro 4. Análise química do solo, em duas profundidades, após o manejo das espécies leguminosas

TRATAMENTOS	pH	P	H + Al	K	Ca + Mg	T	V
Leguminosas	H ₂ O	mg.dm ⁻³	-----cmol _c .dm ⁻³ -----				%
0 – 20 cm							
Crotalária	5,8 a	15 a	3,3 a	0,10 a	3,7 a	7,2 a	54 a
Guandu	5,7 a	15 a	3,4 a	0,09 a	3,6 a	7,2 a	52 a
Mucuna preta	5,7 a	15 a	3,2 a	0,09 a	3,7 a	7,0 a	54 a
DMS	0,41	2,58	0,80	0,02	0,33	1,01	11,0
CV%	3,35	8,04	11,16	12,29	11,39	6,39	9,71
20 – 40 cm							
Crotalária	4,5 a	6 a	4,5 a	0,05 a	1,2 a	5,7 a	23 a
Guandu	4,5 a	6 a	4,9 a	0,04 a	1,1 a	6,0 a	20 a
Mucuna preta	4,5 a	7 a	5,0 a	0,05 a	1,0 a	5,5 a	19 a
DMS	0,28	1,49	0,58	0,01	0,25	0,63	3,76
CV%	2,89	10,31	5,56	11,46	10,50	5,10	8,35

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

4.4 Componentes morfológicos do milho

Os dados da análise da variância de componentes morfológicos do milho apresentados no Quadro 5 mostram que os tratamentos das parcelas (culturas anteriores) e das subparcelas (doses de N) promoveram diferenças significativas sobre a massa de matéria seca e área foliar da folha bandeira. Observou-se também para estas variáveis interação significativa entre Culturas anteriores x Doses de N.

Quadro 5 – Teste F da análise da variância de componentes morfológicos do cultivar de milho DKB 333 B

Fonte de Variação	GL	Altura de Plantas	Diâmetro do Colmo	Folha Bandeira	
				Massa de Mat. Seca	Área Foliar
		F			
Blocos	3	0,83 ^{ns}	1,21 ^{ns}	1,91 ^{ns}	1,63 ^{ns}
Cult. anteriores (CA)	2	1,06 ^{ns}	0,29 ^{ns}	7,02 [*]	40,22 ^{**}
Resíduo (a)	6				
(Parcelas)	11				
Doses de N (DN)	1	88,66 ^{**}	4,91 ^{ns}	44,08 ^{**}	140,46 ^{**}
Interação CA x DN	2	0,07 ^{ns}	0,02 ^{ns}	4,28 [*]	5,39 [*]
Resíduo (b)	9				
Total	23				
CV (%) Parcelas		7,02	7,63	9,46	2,21
CV (%) Subparcelas		3,83	5,88	7,98	3,71

** , * – Significativos a 1 e 5%, respectivamente pelo teste F. ^{ns} – Não significativo a 5% pelo teste F.

Os efeitos das culturas anteriores (leguminosas) e doses de N sobre os componentes morfológicos da cultura do milho encontram-se no Quadro 5. Não houve variação significativa na altura das plantas em função das culturas anteriores. No entanto, ocorreu um aumento significativo para esta variável quando foram aplicados 80 kg ha⁻¹ de N. O nitrogênio está associado, dentre outras funções na planta, ao crescimento vegetativo (FANCELLI & DOURADO-NETO, 2000; KARLEN et al., 1988). Assim, era esperada uma resposta positiva à aplicação de N.

Os valores médios de diâmetro do colmo não variaram estatisticamente entre os tratamentos. O diâmetro do colmo é uma característica genética intrínseca do cultivar, não sofrendo, portanto, muita influência de fatores do meio (FANCELLI & DOURADO-NETO, 2000).

Quadro 6. Valores médios da altura de plantas, diâmetro do colmo, peso da folha bandeira e área foliar do milho híbrido DKB 333 B em função das culturas anteriores e doses de Nitrogênio

Tratamento	Altura de plantas	Diâmetro do colmo	Massa da folha bandeira	Área foliar
<u>Culturas anteriores</u>	--- m ---	--- mm ---	---- g ----	--- cm ² ---
Crotalária	1,72 A	18,77 A	43,55 AB	809,00 A
Guandu	1,72 A	18,75 A	40,71 B	741,58 B
Mucuna	1,80 A	19,23 A	48,46 A	809,38 A
DMS	0,19	2,22	6,42	26,71
CV%	7,02	7,63	9,46	2,21
<u>Doses de N</u>				
0 kg ha ⁻¹	1,62 b	18,41 a	39,45 b	716,00 b
80 kg ha ⁻¹	1,87 a	19,42 a	49,02 a	857,30 a
DMS	0,06	1,03	3,26	26,98
CV%	3,83	5,88	7,98	3,71

Médias seguidas de letra diferente na coluna, maiúsculas entre culturas anteriores e minúsculas entre doses de N, diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Com relação à massa de matéria seca da folha bandeira, constatou-se uma superioridade no tratamento que recebeu adubação nitrogenada em relação ao tratamento sem adubação (Quadro 6). Estes resultados estão de acordo com os apresentados por ARNON (1975), onde a massa da folha bandeira apresentou correlação direta com a quantidade de nitrogênio na planta, mostrando o efeito do N nos processos de divisão celular e nos pontos de crescimento. Estes resultados são relevantes, haja vista que a folha bandeira ou a folha índice é a mais importante porque está ligada à planta na base da espiga. Alguns autores (WOLFE et al., 1988; CRAWFORD et al., 1982) citados por BÜLL (1993) têm encontrado altas correlações entre a massa ou área foliar da folha bandeira e a produtividade.

No Quadro 7, verifica-se um efeito interativo onde a mucuna preta associada à adubação nitrogenada supera as demais leguminosas com relação à produção de matéria seca da folha bandeira.

Quadro 7. Desdobramento da interação Culturas Anteriores x Doses de N referente à massa da folha bandeira do cultivar de milho DKB 333 B

Culturas anteriores	Doses de N, kg ha ⁻¹	
	0	80
		gramas
Crotalária	39,39 aB	47,71 bA
Guando	38,14 aA	43,28 bA
Mucura	40,84 aB	56,08 aA

Médias seguidas da mesma letra, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Leguminosas: CV%: 9,46 e DMS: 7,24. Doses de N: CV%: 7,98 e DMS: 5,65.

Pode-se observar que no Quadro 8, a área da folha bandeira teve um comportamento, de uma forma geral, semelhante à massa de matéria seca da folha bandeira. A aplicação de N influenciou positivamente esta variável. Entretanto, a folha bandeira foi maior quando as culturas anteriores foram a crotalária e a mucuna em detrimento do guandu.

Quadro 8. Desdobramento da interação Leguminosas x Doses de N referente à área da folha bandeira do cultivar de milho DKB 333 B

Culturas anteriores	Doses de N, kg ha ⁻¹	
	0	80
		mm
Crotalária	730,71 aB	887,29 aA
Guandu	697,80 aB	785,36 bA
Mucuna	719,51 aB	899,24 aA

Médias seguidas da mesma letra, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Leguminosas: CV%: 2,21 e DMS: 44,96. Doses de N: CV%: 3,71 e DMS: 46,73.

4.5 Componentes da produção e produtividade de grãos de milho

Os resultados da análise de variância dos componentes da produção e produtividade de grãos de milho encontram-se no Quadro 9. Todas as variáveis estudadas, apresentaram diferenças significativas com relação ao tratamento das parcelas e das subparcelas, com

exceção do número de fileiras de grãos que não apresentou diferenças significativas entre as culturas anteriores.

Quadro 9. Teste F da análise da variância de componentes da produção e produtividade do cultivar de milho DKB 333 B

Fonte de Variação	GL	Pop. de plantas	Num. de espigas	Comp. da espiga	Fil. de grãos	Massa de 100 grãos	Product .
Blocos	3	0,09 ^{ns}	2,02 ^{ns}	0,86 ^{ns}	2,63 ^{ns}	1,18 ^{ns}	0,44 ^{ns}
Leguminosas (L)	2	20,90 ^{**}	11,87 ^{**}	7,61 [*]	1,25 ^{ns}	6,42 [*]	66,65 ^{**}
Resíduo (a)	6						
(Parcelas)	11						
Doses de N (DN)	1	755,48 ^{**}	257,10 ^{**}	310,32 ^{**}	7,21 [*]	46,62 ^{**}	1814,56 [*]
Interação L x DN	2	1,29 ^{ns}	0,13 ^{ns}	7,34 [*]	1,03 ^{ns}	0,78 ^{ns}	2,85 ^{ns}
Resíduo (b)	9						
Total	23						
CV (%) Parcelas		3,43	6,94	3,17	1,43	4,41	5,38
CV (%) Subparcelas		2,62	7,53	2,90	2,59	3,78	4,62

^{**}, ^{*} – Significativos a 1 e 5%, respectivamente pelo teste F. ^{ns} – Não significativo a 5% pelo teste F.

Os efeitos das culturas anteriores e doses de N sobre os componentes de produção e produtividade de grãos de milho se encontram no Quadro 10.

Os valores de população final de plantas apresentaram efeito significativo pelo teste de Tukey em função das culturas anteriores e doses de N. O milho cultivado após o guandu apresentou uma população final de plantas 5,5 % e 10,5 % superior ao milho cultivado após a crotalária e mucuna preta, respectivamente. Estas diferenças estiveram relacionadas à quantidade de palhada produzida pelas culturas de cobertura. A mucuna preta e a crotalária apresentaram menores produções de palha que o guandu, permitindo maior infestação de plantas daninhas. Essa mato-competição ocasionou uma diminuição na

MAGALHÃES, V.S. 2004. Leguminosas para utilização em sistema plantio direto na cultura do milho ...

população de plantas nas parcelas ocupadas por mucuna preta e crotalária. Esse fato foi confirmado por SILVA & DUARTE (1997), os quais observaram perdas de até 67% quando a planta daninha não foi controlada em pré-emergência.

Quadro 10. Resultados médios de população final de plantas, comprimento de espiga, fileiras de grãos por espiga, número de espigas, massa de 100 grãos e produtividade de grãos do milho híbrido DKB 333 B em função das culturas anteriores e doses de Nitrogênio

Tratamento	População	Nº de Espigas	Comprimento da espiga	Fileiras de grãos	Massa de 100	Produtividade
<u>Culturas Anteriores</u>	Plantas ha ⁻¹	Espigas ha ⁻¹	cm	fileiras espigas ⁻¹		---kg ha ⁻¹ ---
Crotalária	46.904 B	37.565 A	14,25 A	14,31 A	28,25 A	4.051 A
Guandu	49.653 A	34.917 AB	13,60 AB	14,48 A	26,73 B	3.362 B
Mucuna	44.444 B	31.705 B	13,45 B	14,40 A	26,36 B	2.990 C
DMS	2.474	3.696	0,67	0,32	1,21	286
CV%	3,43	6,94	3,17	1,43	2,91	5,38
<u>Doses de N</u>						
0 kg ha ⁻¹	40.104b	26.171 b	12,33 b	14,19 b	25,73 b	2.074 b
80 kg ha ⁻¹	53.897 a	43.287 a	15,20 a	14,60 a	28,58 a	4.861 a
DMS	1.135	2.415	0,37	0,24	0,95	148
CV%	2,62	7,35	2,90	2,59	3,78	4,62

Médias seguidas de letra diferente na coluna, maiúsculas entre culturas anteriores e minúsculas entre doses de N, diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Analisando o efeito das subparcelas sobre a população de plantas, verificou-se que a aplicação de N foi benéfica para o estabelecimento do estande da cultura do milho. Quando não aplicou N em cobertura, a cultura apresentou um decréscimo de 19% no número final de plantas. Esses resultados podem ser explicados devido ao efeito do N sobre o crescimento mais vigoroso da planta fazendo com que a cultura venha a prevalecer sobre as ervas daninhas, exercendo sobre estas um efeito supressor. A escassez de N permite que as ervas daninhas, normalmente mais adaptadas que a cultura, prevaleça e sufoque a planta comercial.

Vale salientar que a população final de plantas obtida neste experimento, ficou abaixo da recomendada pela empresa produtora da cultivar, que é em torno de 55.000 plantas ha^{-1} (DEKALB, 2004). Contudo, este componente da produção não foi um fator restritivo para a produtividade da cultura.

O número de espigas por hectare não acompanhou o comportamento observado para a população de plantas entre os tratamentos das parcelas. Como o número de espigas por plantas (índice de espiga) é um componente de produção que sofre grande influência genética, esperava-se que o número de espigas acompanhasse de forma direta a variação da população de plantas. Entretanto, observou-se que o índice de espigas do tratamento crotalária foi maior (0,80) que os outros dois tratamentos (0,70 para o guandu e 0,71 para a mucuna). Dessa forma, a diferença no índice de espigas contribuiu para a diferenciação do número de espigas por hectare. Quanto aos tratamentos na subparcela verificou-se que a adubação nitrogenada aumentou o número de espiga por hectare. Notou-se também uma elevação do índice de espigas de 0,6 no tratamento sem N para 0,8 no tratamento que recebeu 80 $kg\ ha^{-1}$. Ressalta-se entretanto, que os índices de espiga encontrados no presente trabalho são baixos, considerando que os cultivares modernos normalmente produzem uma espiga por planta, resultando

num índice em torno de 1. Observou-se também que normalmente o índice de espiga diminui com o aumento da densidade (CARDOSO et al., 1993; MUNDSTOCK, 1970). Entretanto, este efeito ocorre apenas quando se utilizam densidades de plantas acima da recomendada pelo produtor da semente. O aumento de produtividade proporcionado pelo nitrogênio pode ser atribuído, principalmente, pelo aumento do número de espigas por planta (BALKO & RUSSEL, 1980; EBELHAR et al., 1987).

O comprimento de espigas variou entre todos os tratamentos utilizados. Com relação às culturas anteriores observou-se que o milho cultivado após crotalária apresentou espigas com maior comprimento que o milho cultivado após mucuna. O tamanho das espigas do milho cultivado após guandu apresentou valor intermediário não diferindo das outras duas culturas anteriores utilizadas.

Com relação à adubação nitrogenada, verificou-se que a aplicação de 80 kg ha⁻¹ de N aumentou significativamente o tamanho da espiga. Esse efeito foi observado em todas as leguminosas estudadas como se verifica no Quadro 11, sendo mais marcante na mucuna preta que aumentou o comprimento da espiga de 11,6 para 15,3 cm. A adição de nitrogênio ocasiona um aumento do comprimento da espiga (BALKO & RUSSEL, 1980), proporcionando assim uma maior produtividade.

Quadro 11. Desdobramento da interação Culturas Anteriores x Doses de N referentes ao comprimento da espiga do cultivar de milho DKB 333 B

Culturas anteriores	Doses de N	
	0 kg ha ⁻¹	80 kg ha ⁻¹
	cm	
Crotalária	12,90 aB	15,60 aA
Guandu	12,50 aB	14,70 abA
Mucuna	11,60 bB	15,30 bA

Médias seguidas da mesma letra, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Leguminosas: CV%: 3,17 e DMS: 0,78. Doses de N: CV%: 2,90 e DMS: 0,64.

O número de fileiras de grãos por espiga diferiu estatisticamente entre si apenas nos tratamentos das subparcelas. A aplicação de N promoveu um acréscimo significativo no número de fileiras de grãos por espiga. Cabe ressaltar, que este componente é determinado no estágio fenológico 1, ou seja, quando a planta encontra-se com quatro folhas totalmente desdobradas (FANCELLI & DOURADO-NETO, 1997). De acordo com esses autores, esse evento coincide com a segunda semana após a emergência, fase em que se inicia a formação dos primórdios da espiga. A falta de água e nutrientes nessa fase pode afetar drasticamente esse componente. Entretanto, como não houve déficit hídrico, as diferenças obtidas foram provenientes da influência do N.

A massa de 100 grãos diferiu significativamente em relação aos tratamentos das parcelas e das subparcelas. Com relação às leguminosas observou-se que o milho cultivado após crotalária apresentou maior massa quando comparada às demais leguminosas.

Com relação as subparcelas, observou-se que a adubação nitrogenada influenciou no aumento de 9,9% na massa de 100 grãos. Este resultado está de acordo com dados da literatura que mostra a importância do N para a massa de grãos da cultura do milho. A formação de grãos na cultura do milho está estreitamente relacionada com a translocação de açúcares (CRAWFORD et al., 1982) e de nitrogênio (KARLEN et al., 1988) em órgãos vegetativos, principalmente das folhas para os grãos. ARNON (1975) cita que sob condições de deficiência de nitrogênio é retardada a divisão celular nos pontos de crescimento, o que resulta em uma redução na área foliar e no tamanho da planta, com reflexo na produção de grãos.

A produtividade de grãos foi influenciada significativamente por todos os tratamentos utilizados. O milho quando cultivado após crotalária apresentou produtividade superior aos demais tratamentos, sendo a mucuna superior ao guandu. A aplicação de N por sua vez, foi

determinante no aumento da produtividade, chegando a incrementar em 134% quando comparado ao tratamento sem aplicação de N.

Considerando que a produtividade média de grãos do Estado de Alagoas gira em torno de 700 kg ha⁻¹, a produtividade alcançada neste trabalho pode ser considerada elevada.

Os principais componentes da produção que influenciaram de forma direta a produtividade foram números espigas por hectare, comprimento da espiga e massa de 100 grãos. Verificou-se também que a massa e área da folha bandeira não influenciam a produtividade tendo em vista que os tratamentos que apresentaram os maiores valores para estes componentes morfológicos não coincidiram com as maiores produtividades.

4.6 Teor de N na folha bandeira do milho

Os resultados da análise dos teores de N da folha bandeira do milho encontram-se na Figura 11. O milho cultivado após a crotalária apresentou maior teor de N na folha quando comparado ao milho cultivado após as demais leguminosas. Não se sabe com certeza a razão destes resultados, sabe-se contudo que os mesmos estiveram associados à produtividade de grãos. A utilização de espécies leguminosas em sistemas de cultura tem se mostrado importante no fornecimento de nitrogênio. MUZILLI et al. (1984) encontraram um aumento de 26% na produção de milho com o cultivo de tremoço-branco. EBELHAR et al. (1984) citados por ROS & AITA (1996) verificaram aumentos de 2,5 Mg ha⁻¹ no rendimento de milho, cultivado após ervilhaca-comum. Entretanto, de acordo com ROS & AITA (1996) as variações no rendimento de milho com o emprego de espécies de cobertura do solo devem estar relacionadas às características intrínsecas de cada espécie, ao manejo dos resíduos culturais e às condições edafoclimáticas predominantes de cada local.

Quanto à adubação nitrogenada, o teor de N na folha bandeira do milho apresentou resposta altamente significativa quando se aplicaram 80 kg ha^{-1} de N em relação à testemunha. Estes resultados mostram que, nas condições experimentais, as culturas anteriores não foram capazes de nutrir satisfatoriamente a planta do milho, havendo necessidade de suplemento de N para se alcançar produtividade satisfatórias. Percebe-se contudo que a aplicação de N esteve relacionada ao aumento de produtividade de grãos bem como influenciou positivamente todos os componentes da produção.

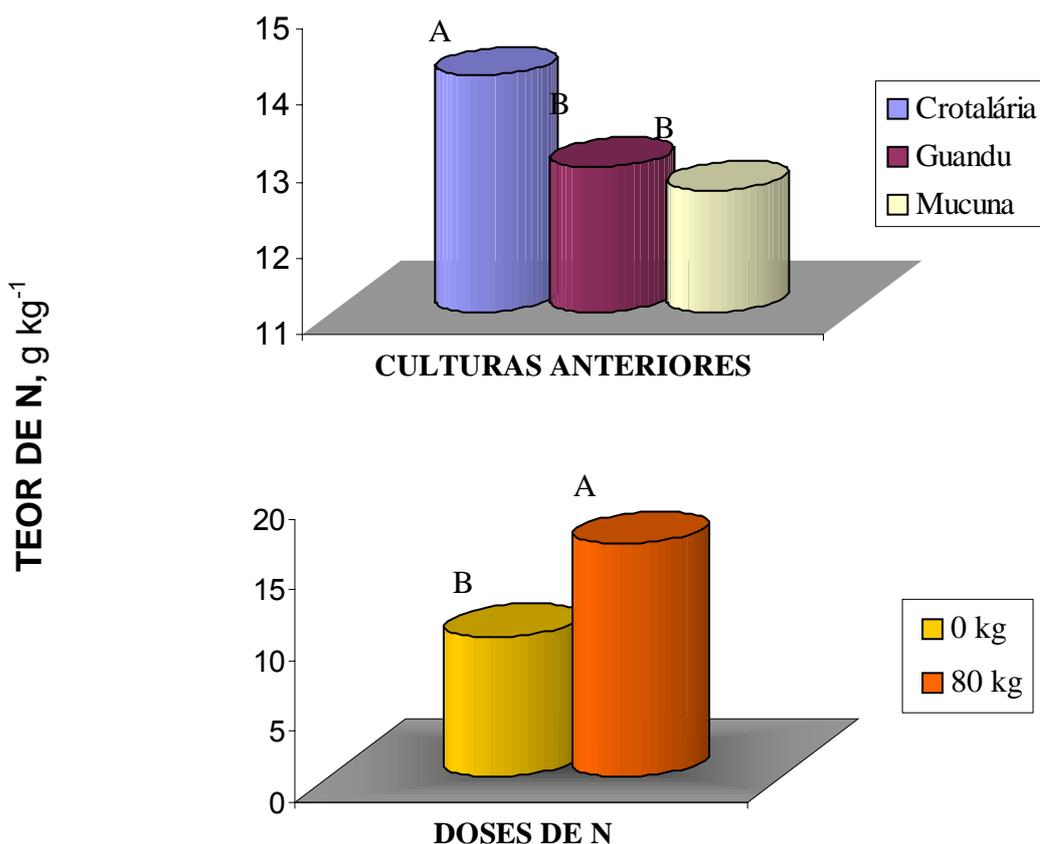


Figura 4. Teor de N na folha bandeira do milho em função de culturas anteriores e doses de N.

4.7 Fertilidade do solo após a colheita do milho

Quadro 12. Análise química do solo após a colheita do milho submetido a doses de N

Tratamentos	pH	P (Melich)	H + Al	K	Ca + Mg	T	V
Doses de N kg ha⁻¹	H ₂ O	mg dm ⁻³	cmol _c .dm ⁻³				%
	0 – 20 cm						
0	5,8 a	84 a	3,0 a	0,16 a	4,0 a	7,2 a	57 a
80	5,5 b	80 b	3,0 a	0,11 b	3,5 b	6,6 b	52 b
DMS	0,27	16,08	0,53	0,07	0,19	0,26	1,61
CV%	5,24	21,12	1,94	5,67	5,52	4,40	3,20

Os resultados da análise química para avaliação da fertilidade do solo após a colheita do milho encontram-se no Quadro 12. A presença do N provocou diminuição nos valores de pH, P, K, Ca + Mg, T e V% nas duas profundidades do solo estudadas, exceto para H+AL na profundidade 0-20 cm e para T que não foram influenciados pela adubação nitrogenada.

DMS	0,27	16,08	0,53	0,07	0,19	0,26	1,61
CV%	5,24	21,12	1,94	5,67	5,52	4,40	3,20
	20 – 40 cm						
0	4,9 a	11 a	3,9 b	0,11 a	1,9 a	5,9 a	35 a
80	4,6 b	5 b	4,4 a	0,08 b	1,2 b	5,7 a	23 b
DMS	0,20	2,42	0,13	0,08	0,14	0,36	2,60
CV%	4,66	33,15	3,35	8,37	9,91	6,99	9,72

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

De qualquer forma, por esses dados, verifica-se que o estado de fertilidade do solo não se constituiu em fator impeditivo para o bom desenvolvimento da cultura.

Esses resultados são compatíveis com os dados da literatura. Sabe-se que a adição de fertilizantes amoniacais em um solo pode diminuir o pH do mesmo (SÁ, 1995).

O aumento da acidificação por sua vez acarreta aumento nos teores de H⁺AL e diminuição da V%. A diminuição nos teores de P, K e Ca + Mg, certamente está ligada ao maior desenvolvimento vegetal, o que acarreta maior consumo desses elementos. No caso do P, há informações na literatura mostrando maior absorção deste elemento pela cultura do milho influenciada pela adição de nitrogênio (BULL, 1993).

5. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste trabalho permitem concluir que:

1) As leguminosas não modificaram as características químicas do solo nas duas profundidades estudadas.

2) A crotalária apresentou melhor desempenho quanto à produtividade de grãos do milho híbrido DKB 333 B cultivado em sucessão nas condições edafoclimáticas da zona da Mata do Estado de Alagoas.

3) Mesmo utilizando leguminosas como plantas de cobertura anterior ao milho, faz-se necessário a complementação à utilização de adubação nitrogenada.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL 99. **Anu. Agric. Bras.**. São Paulo: Argos Comunicação. p.437, 2000.

AITA, C; CERETTA, C.A.; FRIES, M.R. & KONZEN, J.M. Cultivo de milho após espécies de inverno para adubação verde. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 19., Santa Maria, 1990. **Resumos**. Santa Maria, UFSM. p.10.

ALCÂNTARA, F.A. de; NETO, A.E.F.; PAULA, M.B. de; MESQUITA, H.A. de & MUNIZ, J.A. Adubação verde na recuperação da fertilidade de um latossolo vermelho-escuro degradado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.2, p.277-288, 2000.

ALMEIDA, F.S. Influência da cobertura morta do Plantio Direto na biologia do solo. In: FANCELLI, A.L. (Coord.). **Atualização em plantio direto**. Campinas: Fundação Cargill, 1988. p.103-147.

ALVARENGA, R.C.; COSTA, L.M.; MOURA FILHO, W. & REGAZZI, A.J. Características de alguns adubos verdes de interesse para a conservação e recuperação de solos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.30. p.175-85, 1995.

ANES VIOLA, E. Considerações sobre a cultura do milho. **Rev. IPAGRO Informa**, Porto Alegre, v. 23, p. 3-8, 1980.

MAGALHÃES, V.S. 2004. Leguminosas para utilização em sistema plantio direto na cultura do milho ...

ARNON, I. **Mineral nutrition of maize**. Bern, International Potash Institute, 1975. 452p.

BALKO, L.G. & RUSSEL, W.A. Response of maize inbred lines to N fertilizer. **Agronomy Journal**, Madison,72. p. 723-32, 1980.

BARBER, S.A. & OSLON, R.A. Fertilizer use in corn. In: DINAUER, R.C. (Ed.) **Changing patterns in fertilizer use**. SSSA Madison. USA. 1986. p 163-188.

BORBA, C.S. Sementes de milho de alta qualidade. **Rev. IPAGRO Informa**, Porto Alegre, v.23, p.9-10, 1980.

BÜLL, L.T. Nutrição mineral do milho. In: BÜLL, L.T. & CANTARELLA, H. **Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: Potafos. 1993. p.66-145.

BRESOLIN, M. & PONS, A.L. Botânica do milho. **Rev. IPAGRO Informa**, Porto Alegre, v. 26, p.69-72, 1983.

CALEGARI, A.; MONDARDO, A.; BULISANI, E. A.; WILDNER, L. do P.; COSTA, M. B.B. da; ALCANTARA, P.B.; MIYAZAKA, S. & AMADO, T.J.C. **Adubação verde no Sul do Brasil**. AS-PTA, Rio de Janeiro, 1992. 341p.

CANTRELL, R.G. & GEALDEMANN, J.L. Contribution of trustee leaves to maize grain yield. **Crop Science**, v.21, n.4, p.544-46, 1981.

CARDOSO, C.L.; SANTOS, J.R.; LEITE, V.M.; GIOMO, G.S.; BICUDO, S.J. & NAKAGAWA, J. **Preparos de solo sobre resíduos de guandu (*Cajanus cajan* L.) na produção de trigo**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 27, 1999. *Anais...* Brasília. SBCS, 1999.

MAGALHÃES, V.S. 2004. Leguminosas para utilização em sistema plantio direto na cultura do milho ...

CARDOSO, M.J.; FILHO, F.R.F; RIBEIRO, V.Q.; FROTA, A.B. & MELO, F de B. Densidades de plantas no consórcio milho x caupi sob irrigação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.28, n.1, p93-99, jan. 1993.

CARNEIRO, G.E.S. & GERAGE, A.C. Densidade de semeadura. In: **FIAPAR**. A cultura do milho do Paraná. Londrina: IAPAR, 1991. p.63-70 (IAPAR, circular, 68).

COELHO, M.A. & SILVA, J.R.C. Regime hídrico do solo sob condições de chuva simulada. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, v.19, p.47-53, 1983.

CRAWFORD, T.W.; RENDIG, V.V. & BROADBENT, F.E. Sources, fluxes, and sinks of nitrogen during early reproductive growth of maize (*Zea mays* L.). **Plant Physiology**, Lancaster, 70: 1. p. 654-60, 1982.

DEKALB. Acesso em: 11 de novembro de 2004. Disponível em: **<http://www.dekalb.com.br>**

DE-POLLI, H. & CHADA, S.S. Adubação verde incorporada ou em cobertura na produção de milho em solo de baixo potencial de produtividade. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.13. p.287-293, 1989.

DERPSCH, R. Controle da erosão no Paraná: sistemas de cobertura do solo, plantio direto e preparo convencional. **Zusammenarbeit (GTZ)**, Eschborn. 1991, 268p.

DICK, W.A. Continuous application of no-tillage to Ohio Soils. **Agron. J.**, Madison, v. 83, p. 65-73, 1991.

MAGALHÃES, V.S. 2004. Leguminosas para utilização em sistema plantio direto na cultura do milho ...

EBELHAR, S.A.; KAMPRATH, E.J. & MOLL, R.H. Effects of nitrogen and potassium on growth and cation composition of corn genotypes differing in average ear number. **Agronomy Journal**, Madison, 79. p. 875-81, 1987.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (Passo Fundo, RS). **Plantio direto no Brasil**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT / FECOTRIGO / Fundação ABC / Aldeia Norte, 1993. 166p.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos. 1999. 412p.

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

FANCELLI, A. & TORRADO, P.V. **Alternativas para o sistema de plantio direto no Estado de São Paulo**. In: FANCELLI, A.L.; TORRADO, P.V. & MACHADO, J. Coord. Atualização em plantio direto. Campinas: Fundação Cargill, 1985. p.197-218.

FANCELLI, A.L. & DOURADO-NETO, D. Fenologia do milho. In: — . (Coord.). **Tecnologia de produção de milho**. Piracicaba: Publique, 1997. p131-40.

FORNASIERI FILHO, D. **A cultura do milho**. Jaboticabal: FUNEP, 1992. 273p.

FUNDAÇÃO CARGILL. **Adubação verde no Brasil**. Campinas, 1984 a. 363p.

FUNDAÇÃO CARGILL (Campinas, SP). **Plantio direto no Brasil**. Campinas, 1984 b. 124p.

MAGALHÃES, V.S. 2004. Leguminosas para utilização em sistema plantio direto na cultura do milho ...

GIOMO, G.S.; CARDOSO, C.L.; SANTOS, J.R.; LEITE, V.M.; BICUDO, S.J. & NAKAGAWA, J. Reciclagem de nutrientes e fitomassa de crotalária (*Crotalaria juncea*) e guandu (*Cajanus cajan* (L) Mill). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DO SOLO, 27, Brasília. **Resumos...** Brasília: EMBRAPA, UFB. Seção de Manejo de solos, 1999.

GOODMAN, M.M. & SMITH, J.S.C. Botânica. In: **Melhoramento e produção do milho no Brasil**. Campinas: Fundação Cargill, 1980. p.32-70.

GUIA RURAL ABRIL. 1988. p.159.

HAAG, H.P. Forragens fartas na seca: **algaroba, guandu e palma forrageira**. Campinas: Fundação Cargill, 1986. 137p.

KARLEN, D.L. FLANERY, R.L. & SADLER, E.J. Aerial accumulation and partitioning of nutrients by corn. **Agronomy Journal**, Madison, v.80. n.2. p. 232-42, 1988.

MALAVOLTA, E. & DANTAS, J.P. Nutrição e adubação do milho. In: **Melhoramento e produção do milho no Brasil**. Campinas: Fundação Cargill, 1980. p.429-479.

MASCARENHAS, H.A.A.; BULISANI, E.A. BRAGA, N. Rotação de Culturas. In: **Simpósio sobre sistemas de produção agrícola**. Região Centro-Sul do Brasil. Campinas: Fundação Cargill, 1984. p.89-112.

MASCARENHAS, H.A.A. & TANAKA, R.T. Rotação de culturas. In: WUTKE, E.B.; BULISANI, E.A. & MASCARENHAS, H.A.A. **Curso sobre adubação verde no Instituto Agrônômico**, 1. Campinas, Documentos, 35, 1993. p.71-86.

MATZENAUER, R. & SUTILI, U.R. A água na cultura do milho. **Rev. IPAGRO Informa**, Porto Alegre, v. 26, p.69-72, 1983.

MAGALHÃES, V.S. 2004. Leguminosas para utilização em sistema plantio direto na cultura do milho ...

MELO FILHO, J.F & SILVA, J.R.C. Erosão, teor de água no solo e produtividade do milho em plantio direto e preparo convencional de um Podzólico Vermelho-Amarelo no Ceará. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.17, p.291-297, 1993.

MIYASAKA, S. Histórico de estudos de adubação verde, leguminosas viáveis e suas características. In: **Adubação verde no Brasil**. Campinas: Fundação Cargill, 1984. p.64-123.

MUNDSTOCK, C.M. Ciclo de crescimento e desenvolvimento de seis cultivares de milho em quatro épocas de semeadura. In: **Reunião Brasileira do Milho**, 8^a., Porto Alegre. P.18-29. 1970.

MUZZILI, O. Princípios e perspectivas de expansão. In: **Fundação Instituto Agrônomo do Paraná**. Londrina, Paraná, plantio direto no Paraná, circular n.23, 243p. Iapar, 1981. p. 11-17.

MUZILLI, O. Influência do sistema plantio direto, comparado ao convencional, sobre a fertilidade da camada arável do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.7, n.1, p.95-102, 1983.

MUZILLI, O.; OLIVEIRA, E.L. de; CERAGE, A.C. & TORNERO, M.T. Adubação nitrogenada em milho no Paraná. III. Influência da recuperação do solo com adubação verde de inverno nas respostas à adubação nitrogenada. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, 1984. 18: 23-27. p.11.

MUZILLI, O. A fertilidade do solo em plantio direto. In: FANCELLI, A.L. **Atualização em plantio direto**. Campinas: Fundação Cargill, 1985. p.147-160.

NENE, Y.L. & SHEILA, V.K. Pigeonpea: geography an importance. In: **NENE, Y.L., HALL, S.D., SHEILA,V.K.** The pigeonpea. Cambridge: University Press, 1990, chap.1, p.1-14.

MAGALHÃES, V.S. 2004. Leguminosas para utilização em sistema plantio direto na cultura do milho ...

NEPTUNE, A.M.L.; NAKAGAWA, J.; SCOTTON, L.C. & SOUZA, E.A. Efeitos de doses não equidistantes de N, P, K nas concentrações destes macronutrientes nas folhas e na produção do milho (*Zea mays* L.). **Anais da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**, Piracicaba, v.39, p. 917-41, 1982.

PHILLIPS, S.H.; YOUNG, JR., H.M. **No-tillage farming**. Milwaukee: Reiman, 1973. p.152.

PINAZZA, L.A.; Perspectivas da cultura do milho e do sorgo no Brasil. In: BÜLL, L.T. & CANTARELLA, H. **Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: Potafos. 1993. 301p.

RAIJ, B.Van. CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. & FURLANI, A.M.C., **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**, 2^o ed. Campinas, Instituto Agrônomo e Fundação IAC, 1996. 285p.

RAIJ, B.Van. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ceres, Potafos, 1991. Cap.9, p.163-179.

ROS, C.O da & AITA, C. **Efeito de espécies de inverno na cobertura do solo e fornecimento de nitrogênio ao milho em plantio direto**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, v.20, n.1, p.135-140, 1996.

SANTOS, J.R.; CARDOSO, C.L.; LEITE, V.M.; GIOMO, G.S.; BICUDO, S.J.; NAKAGAWA, J. **Preparos de solo sobre resíduos de crotalaria (*Crotalaria juncea*) na produção de trigo**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DO SOLO, 27, *Anais...* Brasília: EMBRAPA, UFB, 1999.

MAGALHÃES, V.S. 2004. Leguminosas para utilização em sistema plantio direto na cultura do milho ...

SANTOS, J.R. **Produtividade de grãos, estabilidade de agregados, e frações do fósforo e matéria orgânica no solo em função do manejo e da aplicação de calcário, gesso e vinhaça.** Tese (doutorado). UNESP, Botucatu, 2000, 120p.

SATURNINO, H.M. & LANDERS, J.N. **O meio ambiente e o plantio direto.** APDC: Goiânia, 1997.

SILVA, J.B. da & DUARTE, N. de F. Manejo de plantas daninhas na cultura do milho. In: FANCELLI, A.L., DOURADO-NETO, D. (Coord.) **Tecnologia da produção de milho.** Piracicaba: USP, ESALQ, 1997. p75-83.

SILVA, D.J. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos).** 2 ed. Viçosa, UFV. 1990. 165p.

TOLEDO, F.F. Tecnologia das sementes. In: **Melhoramento e produção do milho no Brasil.** Campinas: Fundação Cargill, 1980. p.571-619.

THOMAS, G.W.; BLEVINS, R.L.; PHILLIPS, R.E., McMAHON, M.A. Effect of killed rod mulch on nitrate movement and corn yield. **Agronomy Journal**, Madison, v.65.p.736-39, 1973.

TORRES, E. & NEUMAIER, N. Potencial de algumas espécies de verão como descompactadoras do solo. In: **EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA.** Resultados de Pesquisa do Centro Nacional de Pesquisa de Soja. Londrina, 1988, p. 192-96.

ZAFFARONI, E.; BARROS, H.H. da A.; NOBREGA, J.A.M.; LACERDA, J.T. de & SOUZA JUNIOR, V.E. de. **Efeito de métodos de preparo do solo na produtividade e outras características agrônômicas de milho e feijão no Nordeste do Brasil.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.15, n.1, p.99-104, 1991.

MAGALHÃES, V.S. 2004. Leguminosas para utilização em sistema plantio direto na cultura do milho ...

WUTKE, E.B. Adubação verde: manejo da fitomassa e espécies utilizadas no Estado de São Paulo. In: **CURSO SOBRE ADUBAÇÃO VERDE NO INSTITUTO AGRONÔMICO**, 1. Campinas, Documentos, n. 35, 1993. p.17-29.