

1 - INTRODUÇÃO

Provavelmente, o milho é a mais importante planta comercial com origem nas Américas. Há indicações de que sua origem tenha sido no México, América Central ou Sudoeste dos Estados Unidos. A importância econômica do milho é caracterizada pelas diversas formas de sua utilização, que vai desde a alimentação animal até a indústria de alta tecnologia. Na realidade, o uso do milho em grão como alimentação animal representa a maior parte do consumo desse cereal, isto é, cerca de 70% no mundo. Nos Estados Unidos, cerca de 50% é destinado a esse fim, enquanto que no Brasil varia de 60 a 80%, excessivo, geada e déficit hídrico). A redução do nível tecnológico refere-se, basicamente, à semente utilizada e redução nas quantidades de adubos e defensivos aplicados.

O sorgo é o quinto cereal mais importante do mundo, após trigo, milho, arroz e cevada, apresentando grande potencial para produção de grãos, forragem e álcool. A produção de sorgo na América do Norte, América do Sul, Europa e Austrália se destina principalmente à alimentação animal, ao passo que na Ásia, África, Rússia, China e

América Central o grão é importante como alimento humano básico. Nos países industrializados cultiva-se sobretudo como planta forrageira. No Brasil, o sorgo tem mostrado grande potencial de produção, não somente por sua comprovada capacidade de suportar estresses ambientais mas, também, por ser mecanizável do plantio à colheita, por apresentar grande amplitude de épocas de plantio e viabilidade de utilização de equipamentos empregados em outras culturas como soja, trigo e arroz. A produção brasileira de grãos baseia-se principalmente em culturas sob condições de sequeiro e nos anos de baixa precipitação aumentam os riscos de redução na oferta de grãos. O plantio do sorgo em regiões e épocas com riscos de, principalmente, déficit hídrico pode contribuir para o aumento da sustentabilidade da produção de grãos com redução do ônus para o consumidor. O potencial de rendimento de grãos de sorgo normalmente ultrapassa 10 t/ha e 7 t/ha, respectivamente, em condições favoráveis no verão e na safrinha. Para o caso do sorgo forrageiro, o rendimento supera 60 t/ha de massa verde nos plantios de verão. Entretanto, as condições em que predominantemente o sorgo se desenvolve não possibilitam a expressão de todo o seu potencial (POTAFOS, 2003).

Na região do triângulo mineiro a rotação de culturas está restrita principalmente ao uso de gramíneas (aveia preta, sorgo e milho) e outras culturas como o nabo forrageiro devido à restrição hídrica durante o período da seca. A utilização das leguminosas com exclusão da soja fica portanto, absolutamente limitada na sua inserção no sistema de rotação. A possibilidade de instalar essas culturas foi no início das águas, adiando portanto a semeadura das culturas de renda, e assim, podendo aproveitar as águas das chuvas e as condições de fotoperíodo para desenvolver-se, possibilitando duas eventuais vantagens:

- fornecer N ao sistema via fixação biológica, permitindo diminuir a cobertura nitrogenada na cultura de renda, abaixando assim os custos de plantio, conseqüentemente, aumentando a margem de lucro;
- diversificar o sistema com culturas de sistema radicular pivotante e restevas de culturas que venham a diminuir a relação C/N em termos de liberação dos nutrientes reciclados na fitomassa.

O presente trabalho teve como objetivos comparar o efeito de quatro leguminosas forrageiras (feijão guandu , crotalária juncea, crotalária spectábilis e mucuna preta) nas culturas em sucessão (milho e sorgo granífero) em termos de substituição efetiva do adubo nitrogenado de cobertura (zero, 51 e 96 kg*ha⁻¹ de N) nas culturas de renda.

2 - REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Benefícios das leguminosas

De acordo com Costa (1989), prática conhecida, mas pouco empregada, principalmente na região dos Cerrados, a adubação verde visa a manutenção e a melhoria do solo, que conseqüentemente resulta em aumento nos rendimentos das culturas.

O mesmo autor diz que a adubação verde pode ser usada como incorporação de plantas condicionadoras de solo e como cobertura, ambos com grande importância no uso e manejo racional dos sistemas agrícolas. A pesquisadora explica que a incorporação têm efeitos mais imediatos no solo, inclusive nas camadas mais profundas, melhorando suas propriedades físicas, químicas e biológicas. Nos Cerrados as leguminosas mais promissoras são a mucuna preta, crotalária juncea, feijão-de-porco, feijão bravo do ceará e feijão guandu. A utilização desta prática, principalmente nos Cerrados, é muito importante pois os solos desta região, na maioria das vezes, estão sofrendo processos de degradação devido a uma exploração inadequada. O autor diz que o produtor pode utilizar a adubação verde de duas formas: em consórcio, quando a cultura e o adubo verde são

cultivadas simultaneamente, como é o caso de milho e mucuna; ou em sucessão, onde o adubo verde é semeado logo após a cultura comercial, aproveitando o final do período chuvoso e mantendo o solo coberto na entressafra. O autor ressalta a importância de se fazer uma roçagem das plantas na floração pois além de geralmente ter a maior concentração de nutrientes na sua parte aérea, evita a formação de sementes e, conseqüentemente, a transformação destas plantas em invasoras. Alguns exemplos são a mucuna e o feijão bravo do ceará.

Costa ainda salienta que são chamados de adubos verdes aquelas plantas cultivadas para serem incorporadas ao solo como fonte de matéria orgânica. Eles são o adubo orgânico por excelência para as culturas extensivas que ocupam grandes áreas, pois podem ser produzidos a um custo baixo no próprio local de aplicação. A composição química destes resíduos vegetais varia com o tipo de material, sendo que as leguminosas são as mais comumente empregadas – embora outras espécies, principalmente as gramíneas, sejam também utilizadas. Embora pobre em nutrientes, o adubo verde quando bem utilizado traz inúmeras vantagens para o agricultor:

- Promove a cobertura do solo, protegendo contra o impacto das chuvas, aumentando a infiltração e diminuindo a enxurrada.
- Diminui o efeito da radiação solar direta, reduzindo a temperatura do solo e a amplitude térmica.
- Melhora as condições físicas e biológicas do solo, através do aprofundamento das raízes, incrementando a porosidade e atividade microbiana.

- Ao ser incorporado, aumenta o teor de matéria orgânica e nutrientes, melhorando as propriedades físicas e químicas do solo.
- No caso das leguminosas, incorpora quantidades significativas de nitrogénio, via fixação biológica de N₂ atmosférico. Cerca de 2/3 do nitrogénio total das leguminosas provém da atmosfera.
- Influi sobre o equilíbrio de microorganismos, alterando a composição da flora e fauna.

O mesmo autor ressalta que as leguminosas utilizadas normalmente para a formação de adubos verdes são as mais ricas, principalmente em nitrogénio, que as gramíneas. Isso porque as leguminosas são capazes de fixar o nitrogénio do ar graças à associação simbiótica entre suas raízes e bactérias do *Rhizobium*, produzindo um ganho líquido de N para o solo. Com relação ao benefício nos custos o autor diz que uma economia significativa para o produtor com a adubação verde (no caso das leguminosas) é a fixação do nitrogénio do ar atmosférico. A mucuna preta chega a fixar 157 kg/ha de nitrogénio, a crotalária juncea até 155 kg/ha de nitrogénio, o feijão de porco até 190kg/ha de nitrogénio e o guandu até 280 kg/ha de nitrogénio. Em experimentos conduzidos, em sucessão, houve um incremento de 1500 kg/ha, na produtividade do milho, ao se usar feijão de porco.

Grande parte do nitrogénio utilizado pela cultura do milho pode ser fornecido pelas leguminosas, implicando em redução nos gastos com fertilizantes (EMBRAPA, 2000).

A mucuna preta se destacou por ter proporcionado aumentos significativos na produção do milho que se seguiu ao enterrio da massa verde por ela produzida. (Adubação Verde no Brasil, 1984)

Segundo Dorofeeff (1939 apud Costa, 1989), apresenta valores de nitrificação durante oito semanas de 67,8% para leguminosas incorporadas com 4 semanas, 50% para leguminosas incorporadas com 6 semanas e de apenas 34,5% quando incorporadas com 10 semanas. Em sistemas com adubação verde contínuos o que mais importa é o ponto de produção máxima que ainda permita a incorporação, podendo isto ser feito na maioria das espécies durante a floração. Onde reside a maior capacidade da adubação verde, é na sua capacidade de substituir parcialmente os fertilizantes nitrogenados derivados de petróleo, através da fixação biológica do Nitrogênio efetuada pelas leguminosas, via atuação dos *Rhizobium*. Dados de pesquisa dão conta de que as leguminosas, quando cultivadas em condições favoráveis, fixam facilmente de 60 a 100 kg/ha ano de Nitrogênio, havendo casos excepcionais em que tais valores atingem 360 a 400 kg/ha ano.

2.2. *Crotalaria juncea*:

- Fixação de Nitrogênio: 150 a 165 kg/ha/ano
- Características agrônômicas: É uma leguminosa anual, de crescimento inicial rápido, com efeito alelopático e/ou supressor de invasoras bastante expressivo. Planta de clima tropical e subtropical, não resistindo a geadas. Tem apresentado bom comportamento nos solos argilosos e arenosos.

- Épocas de plantio: de setembro até dezembro nas regiões onde ocorrem geadas a partir de abril/maio; em locais onde não ocorrem geadas, pode ser semeada até março/abril.
- Semeadura: pode ser cultivada solteira, consorciada com milho, mandioca, etc, ou intercalada ao cafeeiro e outras culturas perenes. Semeia-se a lanço, em linhas ou, em alguns casos, com matraca (registro todo fechado). Quando em linhas, recomenda-se um espaçamento de 25 cm, com 20 sementes por metro linear (40 kg/ha de sementes). O peso de 1.000 sementes é de 50 gramas.
- Manejo: deverá ser feito na fase de plena floração (110 a 140 dias), com rolo-faca, incorporação através da aração, roçadeira, ou corte com enxada ou gadanho.
- Ciclo da cultura: varia de 210 a 240 dias.
- Tem produzido elevada fitomassa, adaptando-se bem em diferentes regiões. Por seu rápido desenvolvimento é um cultivo de notável valor para cobertura do solo e adubação verde (Piraí Sementes, 2003).

2.3. Feijão Guandu

- Nome científico: *Cajanus cajan*
- Utilização: Pastoreio, banco de proteína e adubo verde
- Digestibilidade: Muito boa
- Ciclo vegetativo: Anual, bianual ou semi-perene (depende do manejo)
- Fixação de Nitrogênio: 40 a 100 Kg N/ha/ano

- Características agronômicas: planta anual, bianual ou semiperene, atingindo de dois a três anos quando podada anualmente, que cresce bem em solos tropicais e subtropicais, com bastante resistência à seca.. Requer ao menos 500 mm anuais de precipitação. É planta de dias longos (fotoperíodo longo). Tem apresentado bom desenvolvimento em solos arenosos e argilosos. Condições de elevada fertilidade repercutem em altas produções de fitomassa. É planta rústica que pode ser utilizada como adubação verde, produtora de grãos ou forrageira rica em proteínas para a alimentação animal.
- Época de plantio: a partir de setembro até dezembro nos locais onde ocorrem geadas em abril/maio; e locais onde não ocorrem geadas pode ser plantado até o mês de março. O plantio poderá ser exclusivo ou consorciado com milho, mandioca, etc. ou ainda, intercalado às frutíferas (Citrus, macieira, etc.) e a outras culturas perenes.
- Semeadura: quando em linha e sozinho, normalmente recomenda-se um espaçamento de 40 a 60 cm, com 15 a 20 sementes por metro linear, o que representa 50 a 70 kg de sementes/ha e consorciado usar espaçamento de 0,7 a 1,5 m entre linhas, com 10 a 18 sementes/m com 20-50 kg/ha. Quando a lanço, a quantidade de sementes poderá ser um pouco maior. O peso das sementes é de 134 gramas.
- Manejo: deverá ser feito conforme a finalidade a que se propõe: para adubação verde, as plantas deverão ser manejadas no florescimento (140 a 180 dias) com roçadeira, rolo-faca ou incorporação pela aração (Piraí Sementes, 2003).

2.4. Mucuna preta

- Nome científico: *Mucuna Atrrima*
- Fixação de Nitrogênio: 120 a 160 kg/ha/ano
- Características agronômicas: é uma planta anual resistente à seca, à sombra, às temperaturas elevadas e ligeiramente resistente ao encharcamento. De clima tropical e subtropical, é bastante rústica, desenvolvendo-se bem em solos ácidos e pobres em fertilidade.
- Épocas de plantio: é recomendável a partir de setembro, podendo estender-se até início de janeiro nos locais onde ocorrem geadas a partir de abril/maio; em locais onde não ocorrem geadas, o plantio pode ser feito até março.
- Semeadura: poderá ser efetuada a lanço, em linhas ou em covas (matraca). Em linhas, normalmente recomenda-se um espaçamento de 50 cm, com 6 a 8 sementes por metro linear (60 a 80 kg/ha de sementes). A lanço, o gasto com sementes poderá ser mais ou menos 20% superior ao do plantio em linhas. Quando utiliza-se matraca, é recomendado um espaçamento de 40 cm entre covas (2 a 3 sementes por cova). O peso de 1.000 sementes varia de 503 a 680 g.
- Manejo: deverá ser efetuado no florescimento - enchimento das vagens (140 a 170 dias), com rolo-faca, incorporação pela aração ou por herbicidas. Caso a fitomassa seja excessiva, recomenda-se uma passada de roçadeira, e 2 a 3 dias após, a incorporação através de aração.
- Vantagens: é uma planta utilizada como adubação verde, podendo ainda, em algumas situações, ser empregada como forragem ou seus grãos aproveitados como suplemento protéico para animais (Piraí Sementes, 2003).

2.5. Época de semeadura de milho

A produtividade do milho é função de vários fatores integrados, sendo os mais importantes a interceptação de radiação pelo dossel, eficiência metabólica, eficiência de translocação de fotossintatos para os grãos e a capacidade de dreno. As relações de fonte e dreno são funções de condições ambientais e as plantas procuram se adaptar a essas condições. As respostas diferenciadas dos genótipos à variabilidade ambiental, ou seja, à interação genótipo e ambiente, significa que os efeitos genotípicos e ambientais não são independentes. Portanto, a época de semeadura refere-se ao período em que a cultura tem maior probabilidade de desenvolver-se em condições edafoclimáticas favoráveis (EMBRAPA, 2000).

O mesmo autor comenta que de forma geral, na região do cerrado, a melhor época de semeadura é entre setembro e novembro, dependendo do início das chuvas. A produtividade, geralmente, é mais alta quando as condições do tempo permitem o plantio em outubro. Depois disso há uma redução no ciclo da cultura e queda no rendimento por área. Dependendo da cultivar, atraso do plantio a partir da época mais adequada (geralmente em outubro) pode resultar em redução no rendimento em até 30 kg de milho por hectare por dia.

Dois dias de estresse hídrico podem reduzir até 20% de produtividade e que estresse hídrico de quatro a oito dias diminui a produção em mais de 50%. Considera-se, ainda, que o período que vai da iniciação floral até o desenvolvimento da inflorescência e o período do pendramento até a maturação são as fases críticas do déficit hídrico. Em

resumo, a época de semeadura é determinada em função das condições ambientais (temperatura, distribuição das chuvas e disponibilidade de água do solo) e da cultivar (ciclo, fases da cultura e necessidade térmicas das cultivares). Ainda com respeito ao clima, deve-se levar em consideração a radiação solar e a intensidade e frequência do veranico nas diferentes fases fenológicas da cultura (EMBRAPA, 2000).

2.6. Clima e Solo

Os fatores ambientais são definidos principalmente por clima e solo. Os fatores edafoclimáticos são referidos como os mais importantes não só para o desenvolvimento das culturas, como também para a definição de sistemas de produção. O uso consuntivo de água pela cultura é função das características físico-hídricas do solo e da demanda de água pela atmosfera. Portanto, a interação clima e solo tem um papel primordial no processo produtivo de uma cultura. Enquanto o conteúdo de água no solo não atinge um teor crítico que, para a cultura do milho, está em torno de 30% da água extraível, o que governa o consumo de água pela cultura são as condições climáticas. A partir desse limite crítico, o que define o consumo são as condições físico-hídricas do solo (EMBRAPA, 2000).

2.7. Plantas de cobertura de solo

Grande parte do sucesso do Sistema de Plantio Direto (SPD) reside no fato de que a palha deixada por culturas de cobertura sobre a superfície do solo, somada aos resíduos das culturas comerciais, cria um ambiente extremamente favorável ao

crescimento vegetal, contribuindo para a estabilização da produção e para a recuperação ou manutenção das características e propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, de tal modo que a sua qualidade seja melhorada (EMBRAPA, 2000).

Conforme mesmo autor, exceto na região Sul, onde é possível o cultivo de culturas de verão e de inverno, nas demais regiões, na busca de maior cobertura de solo, algumas alternativas se sobressaem como estratégias para o cultivo das mesmas, visando ainda, um menor grau de interferência sobre o rendimento da cultura principal. Dentre essas alternativas, sobressaem: 1) cultivo antecipado da cultura de cobertura, conhecido regionalmente como plantio no pó, plantio no cedo ou plantio na poeira, e é usado principalmente naquelas regiões onde o período chuvoso se inicia mais cedo. Nesse sistema, busca-se antecipar o plantio da cultura de cobertura às primeiras chuvas, objetivando o estabelecimento das mesmas. A fitomassa produzida é dessecada na época mais adequada, de tal modo que o plantio da cultura principal não seja prejudicado, havendo a possibilidade de se retardar esse plantio com vistas à maior produção de fitomassa da cultura de cobertura. Geralmente, para a cultura principal, é dada preferência a cultivares de ciclo tardio, para que se mantenham por mais tempo culturas estabelecidas, promovendo a cobertura do solo, e que entrariam somente mais tarde num processo de decomposição, após a colheita, quando as condições de mineralização são menos favoráveis; 2) cultivo em sucessão à cultura principal; 3) sobressemeadura, que, embora usada em menor escala, mostra-se como uma possibilidade para se tentar aumentar o aporte de palha ao solo. Ela consiste no lançamento das sementes ao solo, quando ainda existe outra cultura estabelecida na área. Esta prática tem sido feita na cultura da soja, quando esta se apresenta no início do período de amarelecimento das

folhas, e na cultura do milho, no enchimento dos grãos, usando principalmente o milheto, mas o sorgo é também usado e há outras espécies que se prestam a essa prática; 4) cultivo de safrinha ou segunda safra naquelas regiões onde as chuvas se estendem por um maior período, havendo condições para que seja cultivada uma segunda cultura, visando principalmente a produção de grãos. Outra possibilidade bastante viável para a manutenção do SPD é a rotação agricultura-pecuária, em que as pastagens, especialmente as braquiárias, têm-se mostrado bastante eficientes na manutenção da palhada, e a produção de grãos com seu aporte anual de fertilizantes e corretivos mantém as altas produtividades das pastagens.

Ainda mesmo autor, a quantidade de palha sobre o solo é regulada por dois fatores principais: relação C:N do material vegetal da palhada e pelo manejo que lhe é dado. Com respeito ao primeiro fator, a relação C:N é inerente à espécie e reflete a velocidade com que a decomposição do material pode se processar. Quanto a essa característica, as plantas podem ser agrupadas em duas classes, uma de decomposição rápida (exemplo: leguminosas) e a outra de decomposição lenta (exemplo: gramíneas), sendo bem aceito um valor de relação C:N próximo a 25 como de referência na separação entre elas. As leguminosas, por imobilizarem nos seus tecidos o nitrogênio da fixação biológica feita pelo rizóbio associado, possuem relação C:N próximo a 20 e taxa de decomposição rápida, ao passo que as gramíneas são de decomposição mais lenta, pois o conteúdo de N na fitomassa é menor. Caso o plantio dessas plantas se dê na primavera, antecedendo uma cultura de verão, o manejo não deverá ser retardado muito tempo, pois corre-se o risco de haver prejuízos para a cultura de verão.

O mesmo autor salienta que a palha deixada sobre a superfície do solo acumula quantidades apreciáveis de nutrientes e estes estarão temporariamente indisponíveis às plantas em crescimento. O tempo de duração desse ciclo até que ele retorne ao solo deve-se às características das plantas que deram origem a essa palhada e ao manejo dela. Assim, é previsível um maior gasto com fertilizantes durante a fase de formação da camada de palha sobre o solo, pois estes estarão presos a ela e a taxa de liberação é baixa. Na fase de manutenção da cobertura, alcança-se um equilíbrio no ciclo de imobilização e liberação dos nutrientes. As leguminosas, nessa fase, têm um papel importante, pois, além da maior quantidade de N acumulada, a taxa de liberação é rápida, aumentando a oferta de nutrientes às plantas. Existem ainda, algumas situações especiais, nas quais as plantas de cobertura conseguem extrair do solo algum nutriente que está numa forma indisponível à maioria das culturas. Um exemplo disto é o caso do guandu que, devido à reação ácida de suas raízes, é capaz de absorver fósforo do solo, anteriormente não disponível e que depois da decomposição da sua fitomassa retorna ao solo numa forma orgânica, facilmente assimilável pelas plantas cultivadas. O manejo das plantas de cobertura deve ser entendido como o procedimento através do qual o desenvolvimento delas é interrompido com vistas a que os seus resíduos possam fazer parte da camada de palha na superfície do solo. Dependendo da época em que as plantas de cobertura estiverem sendo cultivadas, poderá haver um melhor método para o manejo delas. Quando elas forem semeadas na primavera, antecedendo a cultura de verão, o método mais adequado de manejo é o químico, que vai matar as plantas, pois as condições ambientais são favoráveis ao crescimento, de tal forma que os métodos mecânicos de manejo têm baixa eficiência nessa época, devido principalmente à característica de rebrote rápido da maioria das

espécies. Além disso, necessita-se ganhar tempo nessa etapa, para não prejudicar a cultura seguinte, que é a principal. A cultura dessecada pode ser deixada em pé ou tombada com equipamento apropriado. A queda natural daquelas que permaneceram em pé não prejudica o crescimento das culturas. Como há menor contato da palha com o solo, a decomposição é mais lenta.

2.8. Nutrição e Adubação do Milho

Dados médios de experimentos conduzidos em Sete Lagoas e Janaúba, MG, e relatados por Coelho & França (1995 apud EMBRAPA, 2000), dão uma idéia da extração de nutrientes pelo milho, cultivado para produção de grãos e silagem (Tabela 1). Observa-se que a extração de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio aumenta linearmente com o aumento na produtividade, e que a maior exigência da cultura refere-se a nitrogênio e potássio, seguindo-se cálcio, magnésio e fósforo. Com relação aos micronutrientes, as quantidades requeridas pelas plantas de milho são muito pequenas.

Tabela 1. Extração média de nutrientes pela cultura do milho destinada à produção de grãos e silagem, em diferentes níveis de produtividades.

Tipo de exploração	Produtividade t/ha	Nutrientes extraídos ¹				
		N	P	K	Ca	Mg
		kg/ha				
Grãos	3,65	77	9	83	10	10
	5,80	100	19	95	7	17
	7,87	167	33	113	27	25
	9,17	187	34	143	30	28
	10,15	217	42	157	32	33
Silagem (matéria seca)	11,60	115	15	69	35	26
	15,31	181	21	213	41	28
	17,13	230	23	271	52	31
	18,65	231	26	259	58	32

¹ Para converter P em P₂O₅; K em K₂O; Ca em CaO e Mg em MgO, multiplicar por 2,29; 1,20; 1,39 e 1,66; respectivamente.

(Fonte: Coelho & França 1995).

No que se refere à exportação dos nutrientes, o mesmo autor comenta que o fósforo é quase todo translocado para os grãos (77 a 86 %), seguindo-se o nitrogênio (70 a 77 %), o enxofre (60 %), o magnésio (47 a 69 %), o potássio (26 a 43 %) e o cálcio (3 a 7 %). Isso implica que a incorporação dos restos culturais do milho devolve ao solo grande parte dos nutrientes, principalmente potássio e cálcio, contidos na palhada.

2.9. Nitrogênio

O milho é uma cultura que remove grandes quantidades de nitrogênio e usualmente requer o uso de adubação nitrogenada em cobertura para complementar a quantidade suprida pelo solo, quando se desejam produtividades elevadas. A crescente adoção do sistema de plantio direto, no Brasil, e a necessidade de utilizar culturas de cobertura e rotação de culturas, visando a sustentabilidade desse sistema, são aspectos que devem ser considerados na otimização da adubação nitrogenada. A recomendação da adubação nitrogenada em cobertura para a cultura do milho de sequeiro, de modo geral, varia de 40 a 80 kg de N/ha (EMBRAPA, 2000).

Na tomada de decisão sobre a necessidade de adubação nitrogenada, o mesmo autor comenta que alguns fatores devem ser considerados, tais como: condições edafoclimáticas, sistema de cultivo (plantio direto e convencional), época de semeadura (época normal e safrinha), responsividade do material genético, rotação de culturas, época e modo de aplicação, fontes de nitrogênio, aspectos econômicos e operacional. Dentre as informações requeridas para otimizar essa recomendação, incluem-se: a) a estimativa do

potencial de mineralização do N do solo; b) a quantidade de N mineralizado ou imobilizado pela cultura de cobertura; c) o requerimento do N pela cultura, para atingir um rendimento projetado; d) a expectativa da eficiência de recuperação do N disponível das diferentes fontes (solo, resíduo de cultura, fertilizante mineral). Pode-se calcular a necessidade de nitrogênio para uma cultura do milho, para uma produtividade estimada de 7.000 kg/ha, em uma área cuja cultura anterior era o milho, conforme ilustrado na Tabela 2.

Tabela 2. Estimativa da necessidade de adubação nitrogenada para a cultura milho.

Necessidade da cultura para produzir:	
Grãos, 7000 kg ha ⁻¹ x 1,4 % de N -----	98 kg
Palhada, 7000 kg ha ⁻¹ x 1,0 % de N -----	70 kg
Total -----	168 kg
Fornecimento pelo solo:	
20 kg de N por 1 % de M.O. (solo com 3 % de M.O.) -----	60 kg
Resíduo de cultura, 30 % de N da palhada -----	21 kg
Total -----	81 kg
Necessidade de adubação¹:	
$N_f = (168 - 81)/0,60^*$ -----	145 kg
*fator de eficiência do N = 60 %	

¹ Para os plantios em sucessão e ou em rotação com a cultura da soja, reduzir 20 kg de N/ha da recomendação de adubação em cobertura.

Fonte: EMBRAPA, 2000.

2.10. Parcelamento e época de aplicação.

Para as condições do Brasil, de acordo com as informações disponíveis, segundo Coelho et al. (1991 apud EMBRAPA, 2000), mencionam que, em geral, deve-se usar maior número de parcelamento sob as condições: a) altas doses de nitrogênio (120 a 200 kg/ha), b) solos de textura arenosa; c) áreas sujeitas a chuvas de alta intensidade. Uma única aplicação deve ser feita sob as seguintes condições: a) doses baixas ou médias de nitrogênio (60 a 120kg/ha); b) solos de textura média e/ou argilosa; c) plantio intensivo,

sem o uso de irrigação, em que a distribuição do fertilizante é feita mecanicamente (EMBRAPA, 2000).

A alternativa de aplicar todo o N a lanço ou em sulcos, na pré-semeadura do milho, segundo mesmo autor, tem despertado grande interesse, porque apresenta algumas vantagens operacionais, como maior flexibilidade no período de execução da adubação, racionalização do uso de máquinas e mão-de-obra. Entretanto, devido à extrema complexidade da dinâmica do nitrogênio no solo, a qual é fortemente influenciada pelas variáveis ambientais, os resultados de experimentos de campo não são consistentes o bastante para que se possa generalizar a recomendação dessa prática. Por outro lado, a aplicação de N em cobertura quase sempre assegura incrementos significativos no rendimento de milho, independente de a precipitação pluvial ser normal ou excessiva, principalmente no período inicial de desenvolvimento da cultura.

2.11. Sorgo

A época de semeadura é determinada assim como para o milho, em função das condições ambientais (temperatura, fotoperíodo e distribuição das chuvas e disponibilidade de água do solo) e da cultivar (ciclo, fases da cultura e necessidade térmicas das cultivares). Ainda com respeito ao clima deve-se levar em consideração a radiação solar e a intensidade e frequência do veranico nas diferentes fases fenológicas da cultura. A maioria da redução de produtividade está relacionada ao decréscimo do número de sementes resultante da redução do período de desenvolvimento da panícula (EMBRAPA, 2000).

O atraso do plantio a partir da época mais adequada (geralmente em outubro) pode não causar danos a cultura, como causaria a cultura do milho, considerando que a mesma suporta, sem muita perda de produtividade, a déficits hídricos prolongados. Excetuando-se as elevadas altitudes, onde quem determina a época de plantio é a temperatura, no Brasil Central quem define a época de plantio é a distribuição das chuvas. O uso consuntivo de água para o sorgo durante seu ciclo varia de 380 mm e 600mm dependendo das condições climáticas dominantes. A água é absorvida diferencialmente com o estágio de crescimento e desenvolvimento da cultura. Vale a pena ressaltar a importância da água, ou seja, o déficit hídrico tem influência direta na taxa fotossintética que está associada diretamente com a produção de grãos e, sua importância varia com o estágio fenológico em que se encontra a planta (EMBRAPA,2000).

Por ser plantado no final da época recomendada, o sorgo safrinha era esperado ter sua produtividade bastante afetada pelo regime de chuvas e por fortes limitações de radiação solar e de temperatura do ar na fase final de seu ciclo (EMBRAPA,2000).

O sorgo tem um custo de produção bem menor se comparado ao do milho. E isto é um ponto bastante positivo, pois o custo de alimentação é o item que mais pesa num sistema de produção, tanto na pecuária leiteira como na suinocultura e na avicultura. As exigências da cultura são muito semelhantes a do milho, porém, com uma grande vantagem: maior tolerância a produtos secos. Quando as condições climáticas de uma região apresentarem-se muito quentes e secas para o milho, o sorgo torna-se uma excelente opção. O desenvolvimento do sorgo, nas regiões semi-áridas, indica que essa cultura pode suportar condições de seca e calor melhor do que o milho (Via rural produções, 1999).

Na Tabela 3 são apresentadas as porcentagens de nutrientes absorvidos durante o crescimento da planta de sorgo. Observa-se que por ocasião da florescimento 70%, 60% e 80% do total do nitrogênio, do fósforo e do potássio, respectivamente já foram absorvidos pela planta do sorgo .

Tabela 3: Porcentagemns de requerimento de N, P e K nos diferentes estádios de crescimento da planta de sorgo. Números entre parênteses são valores cumulativos.

Nutriente	Dias após a emergência				
	0 -20	21- 40	41-60	61-85	86-95
	EC1	EC2	EC3		
N	5	33(38)	32(70)	15(85)	15
P	3	23(26)	34(60)	26(86)	14
K	7	40(47)	33(80)	15(95)	5

Fonte: Paul ,Compton L., 1990

Observa-se pelo dados da Tabela 3 que o manejo das adubações de cobertura , principalmente com o N e o K devem anteceder o período de florescimento. As sugestões para recomendação de fertilizantes na cultura do sorgo granífero, devem seguir tabelas estaduais ou mesmo regionais, pois estas são adaptadas experimentalmente às mesmas. Todavia, são apresentadas as recomendações sugeridas pela Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais , e estão resumidas na Tabela 4, citadas por EMBRAPA, 2000.

Tabela 4. Recomendação da adubação mineral do sorgo granífero:

Classes							
Produtividade							
(t/ha)	N no plantio	P2O5			K2O		
		Teor no solo			Teor no solo		
		Baixo	Médio	Alto	Baixo	Médio	Alto
	kg/ha				kg/ha		
04 a 06	10 a 20	70	50	30	50	40	20

06 a 08	10 a 20	80	60	40	70	60	40
---------	---------	----	----	----	----	----	----

Fonte: CFSEMG,1999

3 - MATERIAL E METODO

No talhão 5A da fazenda Floresta do Lobo, localizada no município de Uberlândia, com aproximadamente 850 m de altitude, de latossolo vermelho distrófico, textura argilosa, fase cerrado, do proprietário Fernando Ferraz, foram semeadas em faixas de 570 m x 13,3 m (0,76 ha) as leguminosas *Crotalaria juncea*, *Mucuna preta*, feijão guandu e *Crotalaria spectabilis* e mais uma testemunha (pousio), totalizando portanto 5 faixas com milho em sucessão e mais 5 faixas com sorgo granífero em sucessão. A área total do ensaio foi de 7,6 ha. O delineamento experimental utilizado foi em DIC com parcelas subdivididas. Para análise estatística utilizou-se o teste de Takey a 5% de significância.

No ensaio, foram feitas 2 análises completas de solo, sendo uma amostra composta para área de semeadura do milho e outra para a de sorgo. A amostra composta foi formada pelo conjunto de 10 sub amostras retiradas nas áreas de milho e sorgo. A amostragem foi conduzidas nas profundidades: 0-10; 10-20 e 20-40 cm.

Os resultados das mesmas evidenciaram uma fertilidade ligeiramente superior na área onde se destinava a cultura do sorgo, em relação a área destinada ao milho.

Para ser efetuada a semeadura, as sementes de leguminosas passaram por um processo de quebra de dormência, onde ficaram durante 3 minutos imersas em água a temperatura de 70°C, posteriormente em água na temperatura ambiente, no tempo de um minuto e então, foram postas para secar em local seco e arejado.

A área do ensaio, que se encontrava com resíduos de nabo forrageiro, foi dessecada para semeadura das leguminosas com o pulverizador da fazenda, utilizando para isso os produtos e suas respectivas dosagens: 1.35 kg*ha⁻¹ WG, 1.35 L*ha⁻¹ de 2.4 D, 0.2 L*ha⁻¹ de compacto de zink.

As culturas de cobertura foram semeadas no dia 28 de Setembro de 2001, com espaçamento de 0,45 m entrelinhas, utilizando o maquinário da propriedade, nas seguintes doses:

- Feijão guandu foi semeado na dose de 43 kg*ha⁻¹ (13-14 sementes por metro linear);
- Crotalária juncea cultivar IAAC-KR-1 na dose de 12 kg*ha⁻¹ (13-14 sementes por metro linear);
- Mucuna preta na dose de 70 kg*ha⁻¹ de sementes (4 sementes por metro linear),
- Crotalária espectabilis na dose de 9 kg*ha⁻¹ de sementes (13-14 sementes por metro linear).

As leguminosas receberam adubação de semeadura na dose de 250 kg*ha⁻¹ do formulado (00-20-18). A testemunha em pousio também recebeu essa adubação.

As sementes das leguminosas foram inoculadas imediatamente antes do plantio com Inoculante em pó, a base de turfa esterilizada 1 x 10⁹ células por g de inoculante), estirpes: 5079 e 5080. Dose de inoculante: 600 ml para cada 50 kg de sementes, seguindo recomendação do fabricante.

Durante o desenvolvimento das leguminosas no campo, efetuou-se duas amostragem de massa de matéria seca da parte aérea das plantas. A primeira efetuada aos 36 dias após semeadura (DAS) e a segunda aos 66 DAS. Para todas as avaliações, foram coletadas na área experimental, a amostragem de 1 m² com cinco repetições por tratamento. As amostras coletadas foram enviadas ao laboratório, onde se procedeu todos os passos para determinação da massa de matéria seca dos materiais.

O material coletado na segunda amostragem, após sua secagem, foi enviado para laboratório a fim de se determinar os teores de nitrogênio total e assim, determinar a quantidade do mesmo, acumulado por cada uma das leguminosas implantadas no ensaio.

Ao atingirem a fase de florescimento, as leguminosas foram manejadas quimicamente, através aplicação de 4.0 L*ha⁻¹ de glifosato em área total do ensaio. As parcelas com *Crotalaria juncea* tiveram uma aplicação suplementar de Gramoxone na dose de 1.5 L*ha⁻¹, pois somente a aplicação do glifosato não foi suficiente para matar a mesma.

No dia 14 de Dezembro de 2001, 5 dias anterior a semeadura das culturas de milho e sorgo (pré-semeadura), efetuou-se a aplicação em faixa superficial, da adubação nitrogenada de cobertura, nos seus respectivos tratamentos e doses (zero, 51 e 96 kg*ha⁻¹ de N), sobre as leguminosas dessecadas. A aplicação foi realizada na forma semelhante a utilizada corriqueiramente na propriedade, fazendo-se para isso, o uso dos equipamentos da fazenda. Como fonte de nitrogênio, foi utilizado a formulação 30-00-00 (fonte: 80% de Nitrato de amônio e 20% de Sulfato de amônio).

Em sucessão as leguminosas que foram dessecadas em Dezembro de 2001, foi efetuada no dia 19 de Dezembro de 2001, a semeadura do híbrido de milho AG 9010 com

população de 7 plantas por metro linear, no espaçamento 0,86 m entre linhas e o sorgo Zeneca 822, com população de 14 plantas por metro linear no espaçamento de 0,50 m entre linhas, nos seus respectivos tratamentos.

A adubação de semeadura tanto do milho como a do sorgo foi de 250 kg*ha⁻¹, ficando 28,6 kg*ha⁻¹ de N; 42 kg*ha⁻¹ de P₂O₅; 30 kg*ha⁻¹ de K₂O; 4,5 kg*ha⁻¹ de Ca; 16,8 kg*ha⁻¹ de S; 0,8 kg*ha⁻¹ de B; 0,8 kg*ha⁻¹ de Cu; 1,9 kg*ha⁻¹ de Mn. Portanto, somando a adubação das leguminosas com a adubação das culturas de renda tem-se um total de 28,6 kg*ha⁻¹ de N; 92 kg*ha⁻¹ de P₂O₅; 84 kg*ha⁻¹ de K₂O, aplicado durante as semeaduras.

Para o controle de plantas daninhas, foram utilizados os herbicidas Atranex 500 (atrazina) na dose de 3,3 L*ha⁻¹, juntamente com Oleo mineral 0,5 L*ha⁻¹ para o controle das plantas daninhas no milho e sorgo, no momento recomendado para sua aplicação.

Durante a fase de pendoamento do milho, aproximadamente 60 DAS, foi realizada a coleta das folhas de milho e sorgo, para posterior avaliação dos teores de nitrogênio total e enxofre nas folhas, para cada um dos tratamentos. Para o milho foi coletado a folha oposta e abaixo da espiga e para o sorgo, folhas medianas (MALAVOLTA, 1997). Os índices de pluviosidade foram coletados na sede da propriedade.

Efetuiu-se o levantamento populacional das culturas de milho e sorgo no dia 11/01/2002, amostrando-se o nº de plantas em três linhas de 10 metros, para cada tratamento.

Ao final, valiou-se a produtividade das culturas principais sobre cada cobertura vegetal e suas respectivas doses de nitrogênio em cobertura. Também verificou-se no ensaio, a eficiência econômica para cada um dos tratamentos realizados.

A colheita do ensaio foi realizada no dia 6 de Maio de 2002, de forma manual, com 3 repetições para cada tratamento. Para área de milho foram amostradas 2 linhas sendo cada uma, com 10 metros lineares, para o sorgo 3 linhas de 5 m.. O material colhido, foi encaminhado para trilhagem mecânica na propriedade, utilizando equipamento adquirido pela fazenda para esse fim. A pesagem e determinação do grau de umidade das sementes, foi realizado com equipamentos eletrônicos logo após trilhagem dos mesmos. Os resultados do experimento foram expressos com base em 12% de umidade.

4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Segue abaixo nas tabelas 5 e 6, os resultados do levantamento populacional das leguminosas assim como, os pesos da massa de matéria seca coletados aos 33 e 66 DAS das mesmas. Também são apresentados os valores de N reciclados na fitomassa de cada uma das leguminosas aos 66 DAS.

Tabela 5: Resultado das avaliações da população de plantas, da massa de matéria seca aos 33 e 66 (DAS) e quantidade de N reciclado na fitomassa das leguminosas, para os tratamentos com milho em sucessão.

Leguminosas	nº pl/m ²	massa materia seca (kg*ha ⁻¹)		N reciclado (kg*ha ⁻¹)
		33 DAS	66 DAS	
Crotalaria juncea	16,0	1198	3645	103
Mucuna preta	7,5	1029	1066	29
Feijão guandu	11,0	194	516	18
Crotalarias pe ctabilis	8,0	111	118	4

Tabela 6: Resultado das avaliações da população de plantas, da massa de matéria seca aos 33 e 66 (DAS) e quantidade de N reciclado na fitomassa das leguminosas, para os tratamentos com sorgo em sucessão.

Leguminosas	n° pl/m ²	massa materia seca (kg*ha ⁻¹)		N reciclado (kg*ha ⁻¹)
		33 DAS	66 DAS	
Crotalaria juncea	16,0	1783	4690	151
Mucuna preta	7,5	865	1784	59
Feijão guandu	10,0	220	481	13
Crotalaria spectabilis	8,0	161	141	6

Analisando as tabelas 5 e 6, verifica-se que as leguminosas *Crotalaria juncea* e *mucuna preta* tiveram um desenvolvimento inicial superior ao feijão guandu e *Crotalaria spectabilis*, tanto aos 33, assim como aos 66 DAS. Verificamos também, que a *Crotalaria juncea* se destacou das demais em relação ao peso de massa de matéria seca produzida na parte aérea. Seu crescimento aos 66 DAS, foi em torno de 3 vezes maior que o valor encontrado na primeira avaliação (33DAS), chegando a 3645 kg*ha⁻¹ e 4690 kg*ha⁻¹ nas respectivas áreas de milho e sorgo. Dessa maneira, evidenciando ser o material mais indicado para o desenvolvimento de massa de matéria seca das leguminosas testadas. Nessas tabelas, também estão apresentados os resultados em kg*ha⁻¹ do total de nitrogênio reciclado na fitomassa de cada uma das leguminosas. Através dos dados, observa-se valores representativos de N reciclado na fitomassa de *mucuna preta* e principalmente na *Crotalaria juncea*. Nessa os valores encontrados para N reciclado ultrapassam 100 kg*ha⁻¹ na área destinada para sucessão com milho e atingem a faixa dos 150 kg*ha⁻¹ na área destinada para sucessão com sorgo. Essas quantidades equivalem e superam os valores exigido para se conseguir altas produtividades tanto na cultura do milho como no sorgo.

Os resultados das análises de folha das culturas de milho e sorgo, mostraram que para todos os tratamentos encontrados, tanto para cultura do milho (27,5-32,5 g*kg⁻¹ de N e 1,5-2,0 g*kg⁻¹ de S) como para do sorgo (13-15 g*kg⁻¹ de N e 0,8-1,0 g*kg⁻¹ de S), os níveis de N e S estavam considerados adequados segundo Malavolta (MALAVOLTA, 1997).

O levantamento populacional das culturas de milho e sorgo, detectou uma média geral de 6 plantas por metro linear para o milho e 10 plantas por metro para o sorgo.

A tabela 7 demonstra os índices de pluviosidade da fazenda, dos meses de Setembro de 2001 a Junho de 2002, distribuídos numa frequência de 10 dias.

Tabela 7. Índice pluviométrico dos meses de Setembro de 2001 a Junho de 2002.

Mês	Dias	Chuva (mm)
Setembro	1 a 10	0
	11 a 20	32
	21 a 30	28
	Total	60
Outubro	1 a 10	89,5
	11 a 20	38,59
	21 a 31	25
	Total	153,09
Novembro	1 a 10	121
	11 a 20	97
	21 a 30	9
	Total	227
Dezembro	1 a 10	216
	11 a 20	26,5
	21 a 30	113,5
	Total	356
Janeiro	1 a 10	27
	11 a 20	228
	21 a 30	6
	Total	261

Mês	Dias	Chuva (mm)
Fevereiro	1 a 10	234
	11 a 20	45
	21 a 30	17
	Total	296
Março	1 a 10	40
	11 a 20	58
	21 a 30	96
	Total	194
Abril	1 a 10	60
	11 a 20	0
	21 a 30	0
	Total	60
Maio	1 a 10	2
	11 a 20	0
	21 a 30	20
	Total	22
Junho	1 a 10	0
	11 a 20	0
	21 a 30	0
	Total	0

Índice de pluviosidade (mm) coletado na sede da faz. Pinusplan.

Pode se verificar que os índices de pluviosidade coletados na fazenda Pinusplan, se encontravam em torno da média histórica da região. Através das análises dos dados da tabela 7, verifica-se que a partir do dia 10 de Abril, praticamente não ocorreu chuvas no local até a colheita do experimento. Portanto, a produtividade do milho e do sorgo, podem ter sido prejudicadas devido a um déficit hídrico durante o mês de Abril, coincidindo com a fase de enchimento de grão das culturas.

Portanto, pode-se inferir que as prováveis causas que mais influenciaram as baixas produtividades do milho e do sorgo no ensaio, estão associadas aos fatores climáticos como radiação solar, a precipitação e a temperatura, pois atuam eficientemente nas atividades fisiológicas interferindo diretamente na produção de grãos e de matéria seca.

Nas tabelas 8 e 9 são demonstrados os valores de nitrogênio total ofertado às culturas principais, resultante do somatório entre o nitrogênio aplicado na semeadura (28.6 kg*ha^{-1}), em cobertura e reciclado pela parte aérea das leguminosas. Além desses valores, são dispostos para cada tratamento, os resultados de produtividade das culturas principais, expressos em kg*ha^{-1} e sacas*ha^{-1} .

Tabela 8. Quantidade de N ofertado para a cultura domilho, e produtividade dos tratamentos.

Culturas cobertura	*Cob. N kg*ha-1	**N recicl. kg*ha-1	***Total N kg*ha-1	kg*ha-1	sc*ha-1
Crotalaria juncea	0	103	132	4260	71
Crotalaria juncea	51	103	183	3900	65
Crotalaria juncea	96	103	228	5880	98
Mucuna Preta	0	29	58	3540	59
Mucuna Preta	51	29	109	3900	65
Mucuna Preta	96	29	154	3840	64
Feijão guandu	0	18	47	4140	69
Feijão guandu	51	18	98	3600	60
Feijão guandu	96	18	143	4560	76
Crotalaria spectabilis	0	4	33	4440	74
Crotalaria spectabilis	51	4	84	4140	69
Crotalaria spectabilis	96	4	129	4560	76
Testemunha	0	0	29	4320	72
Testemunha	51	0	80	4020	67
Testemunha	96	0	125	4860	81

**Total de nitrogênio fornecido em cobertura para a cultura principal.*

***Total de nitrogênio reciclado pelas leguminosas para a cultura principal.*

****Total de nitrogênio oferecido para a cultura principal.*

*****Total de nitrogênio oferecido para a cultura principal.*

Numa análise da tabela 8 e 9, verifica-se que para os tratamentos com Crotalaria juncea e 96 kg*ha⁻¹ de N em cobertura, o total de nitrogênio ofertado às culturas de milho e sorgo, atingiram respectivamente 228 kg*ha⁻¹ e 276 kg*ha⁻¹ de N. Esses valores equivalem aos exigidos pelas culturas para se obter produtividades superiores a 10.000 kg*ha⁻¹ de grão.

Entretanto, observando a tabela 8, que representa os dados para área destinada para milho, que a testemunha em pousio e sem cobertura de N, produziu aproximadamente os mesmos valores (72 sc*ha⁻¹) dos outros tratamentos com valores de N ofertado bem superiores, como os tratamentos com Crotalaria juncea mais zero e 51 kg*ha⁻¹ de N em cobertura, Mucuna preta mais 96 kg*ha⁻¹ de N em cobertura e feijão guandu mais 96 kg*ha⁻¹ de N em cobertura, totalizando respectivamente 132, 183, 154 e

143 kg*ha⁻¹ de N ofertado, e produzindo respectivamente 71, 65, 64 e 76 sc*ha⁻¹, não refletindo no aumento da produtividade. O tratamento com *Crotalaria juncea* mais 96 kg*ha⁻¹ de N em cobertura teve uma produtividade de 98 sc*ha⁻¹, sendo portanto, superior a todos os outros tratamentos.

Já na tabela 9, que representa os dados para área destinada para sorgo, que a testemunha em pousio e sem cobertura de N, produziu aproximadamente os mesmos valores (64 sc*ha⁻¹) dos outros tratamentos com valores de N ofertado bem superiores, como os tratamentos com *Crotalaria juncea* sem cobertura ou com 51 e 96 kg*ha⁻¹ de N em cobertura, mucuna preta mais 51 e 96 kg*ha⁻¹ de N em cobertura, totalizando respectivamente 180, 231, 276, 139 e 184 kg*ha⁻¹ de N ofertado, e produzindo respectivamente 63,62, 66 e 53 e 62 sc*ha⁻¹, , também, assim como para o milho, não refletindo no aumento da produtividade. O tratamento com feijão guandu mais 96 kg*ha⁻¹ de N em cobertura teve uma produtividade de 83 sc*ha⁻¹, sendo portanto, superior a todos os demais tratamentos.

Sendo assim, através da análise dos resultados, nas condições do experimento, verifica-se que o sorgo possuiu uma grande capacidade de atingir altas produtividades, mesmo com sem a adição de N via fertilizante e adubação verde. Portanto, mostrando ser uma cultura altamente viável agronomicamente e economicamente, por possuir uma grande capacidade de extrair do sistema a quantidade de N necessária para seu desenvolvimento.

De maneira geral, analisando as tabelas 8 e 9, nota-se que a produtividade média do experimento com a cultura do milho e sorgo, se encontram com valores bem abaixo dos balizados pela adubação utilizada, sendo 71,1 sc*ha⁻¹ para o milho e 64.5 sc*ha⁻¹ para

o sorgo. Isso se torna evidente quando se salienta o atraso na época ideal de semeadura da cultura na região do Triângulo Mineiro, que tem como faixa ótima os meses de Outubro e Novembro.

Portanto, estabelecendo a data ideal de semeadura do milho no dia 20 de Outubro e efetuando-se a mesma no dia 14 de Dezembro, como ocorreu nesse trabalho, teoricamente o milho teve seu potencial produtivo reduzido em torno de 1650 kg*ha⁻¹ ou seja, aproximadamente 28 saca por hectare. Sendo assim, partindo do pressuposto que a produtividade média do ensaio na cultura do milho ficou em torno de 71 sacas por hectare e esse tendo seu potencial produtivo reduzido apenas pela época de semeadura, podemos dizer que o mesmo teria um potencial produtivo teórico de aproximadamente de 100 sacas por hectare.

As tabelas 10 e 11 encontram-se os valores em kg*ha⁻¹ de cada um dos tratamentos das culturas de milho e sorgo respectivamente, assim como as produtividades médias dos mesmos.

Tabela 10: Resultado da produtividade do milho (kg*ha⁻¹) em seus tratamentos.

Culturas cobertura	Cobertura N kg/ha			Médias
	0	51	96	Somatório
Crotalaria juncea	4260	3900	<u>5880</u>	<u>4680</u>
Mucuna Preta	3540	3900	3840	3760
Feijão guandu	4140	3960	4560	4220
Crotalaria spectabilis	4440	4140	4560	4380
Testemunha	4320	4020	<u>4860</u>	<u>4400</u>
Médias	4140	3984	<u>4740</u>	<u>4266</u>

Tabela 11: Resultado da produtividade do sorgo ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) em seus tratamentos.

Culturas cobertura	Cobertura N kg/ha			Médias
	0	51	96	Somatório
Crotalaria juncea	3780	3720	3960	3820
Mucuna Preta	3780	3180	3720	3560
Feijão guandu	4440	3900	<u>4980</u>	4440
Crotalaria spectabilis	4260	3180	3780	3740
Testemunha	3840	<u>4080</u>	3480	3800
Médias	4020	3612	3984	3872

Na tabela 10, dados referentes ao milho, verifica-se que a presença das leguminosas no sistema, não provocou incremento na produtividade, mesmo essas reciclando grande quantidades de N em sua massa vegetal, diferenciando do resultado em experimentos conduzidos, em sucessão, onde houve um incremento de $1500 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, na produtividade do milho, ao se usar feijão de porco (Fundação Cargil 1984).

Ao analisar os resultados dos tratamentos do milho com a aplicação da adubação nitrogenada em cobertura, verifica-se que a maior dose aplicada proporcionou de maneira geral, um incremento na produtividade da cultura, demonstrando que o milho possui uma alta demanda de nitrogênio para atingir altos rendimentos e uma baixa capacidade de extração do meio.

Nota-se na tabela 11, referente a cultura do sorgo, que os valores médios encontrados na testemunha não diferiram dos demais tratamentos. A presença das leguminosas no sistema não provocou incremento na produtividade da cultura, mesmo essas reciclando grande quantidades de N. Fica evidente também, que a aplicação da adubação nitrogenada em cobertura não surtiu efeito significativo no rendimento final da

cultura do sorgo, sendo esse fato evidenciado nos valores encontrados no tratamento sem cobertura nitrogenada e no tratamento com dose de 96 kg*ha⁻¹ de N. Portanto, na situação do experimento, fica evidente que a cultura do sorgo, não refletiu com aumento na produtividade, conforme se aumentava a oferta de N à cultura. Dessa maneira, pode-se afirmar que para produção de sorgo, na situação específica, não foi necessária a aplicação de N em cobertura, já que o solo foi capaz de fornecer todo N necessário para se atingir altas produtividades da cultura. Vale novamente ressaltar, que o local do experimento está sendo conduzido a mais de 7 anos em sistema de plantio direto, possuindo elevado teor de M.O. no mesmo, níveis de fertilidade elevado, boas qualidades físicas, químicas e biológicas

Nas tabelas 12 e 13 são apresentados a análise estatística para os resultados encontrados na cultura do milho, enquanto as tabelas 14 e 15 referem-se a cultura do sorgo.

Tabela 12. Teste de Tukey para médias de leguminosas na cultura do Milho

Nome tratamentos	médias kg/ha	5%
Crotalaria juncea	4686,9	a
Mucuna preta	3756,3	a
Feijão guandu	4103,6	a
Crotalaria spectabilis	4371,3	a
Testemunha	4415,3	a

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de 5% de significância.

Média geral: 4266,7 kg/ha.

Coefficiente de variação para leguminosas: 13,446 %.

Coefficiente de variação para coberturas: 18,978 %.

Tabela 13. Teste de Tukey para médias de coberturas na cultura do milho:

Nome tratamentos	médias kg/ha	5%
0 kg/ha N	4143,0	ab
51 kg/ha N	3926,9	b
96 kg/ha N	4730,2	a

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de 5% de significância.

Os dados da tabela 12, referentes à cultura do milho, mostram que não houve diferença estatística a nível de 5% pelo teste de Tukey para as médias entre as leguminosas e a testemunha em pousio, portanto a cobertura vegetal não interferiu significativamente na produtividade da cultura. Já às médias encontradas entre os tratamentos de cobertura nitrogenada (Tabela 13), verifica-se diferença estatística a níveis de 5% para os tratamentos. O tratamento com 96 kg*ha⁻¹ de N em cobertura proporcionou diferença superior entre o tratamento sem cobertura nitrogenada.

Tabela 14. Teste de Tukey para médias de leguminosas na cultura do sorgo:

Nome tratamentos	médias kg/ha	5%
Crotalaria juncea	3814,9	a
Mucuna preta	3548,9	a
Feijão guandu	4425,6	a
Crotalaria spectabilis	3748,6	a
Testemunha	3804,8	a

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de 5% de significância.

Média geral: 3868,5 kg/ha.

Coefficiente de variação para leguminosas: 9,437 %.

Coefficiente de variação para coberturas: 15,139 %.

Tabela 15. Teste de Tukey para médias de coberturas na cultura do sorgo:

Nome tratamentos	médias kg/ha	5%
0 kg/ha N	4018,3	a
51 kg/ha N	3606,7	a
96 kg/ha N	3980,6	a

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de 5% de significância.

Através das análises estatísticas, podemos verificar nas tabelas 14 e 15 para cultura do sorgo, que não houve diferença estatística a nível de 5% pelo teste de Tukey para nenhum dos tratamentos testados.

Nas tabela 16 e 17, são apresentados uma análise econômica da receita líquida em reais por hectare, para cada tratamento testado, na cultura do sorgo e milho respectivamente.

Tabela 16: Análise econômica (R\$*ha⁻¹) dos tratamentos para cultura do milho.

Culturas cobertura	Cobertura N kg*ha ⁻¹			Médias
	0	51	96	Somatório
Crotalaria juncea	396,2	304,87	<u>683,82</u>	461,63
Mucuna preta	96,7	149,37	120,32	122,13
Feijão guandu	245,97	118,64	293,59	219,40
Crotalaria spectabilis	450,2	370,87	437,82	419,63
Testemunha	480,2	400,87	<u>551,82</u>	477,63
Médias	333,85	268,92	417,47	340,08

Tabela 17: Análise econômica (R\$*ha⁻¹) dos tratamentos para cultura do sorgo.

Culturas cobertura	Cobertura N kg*ha ⁻¹			Médias
	0	51	96	Somatório
Crotalaria juncea	267,96	240,63	255,58	254,72
Mucuna preta	112,46	13,13	68,08	64,56
Feijão guandu	229,73	138,40	265,35	211,16
Crotalaria spectabilis	349,96	186,63	249,58	262,06
Testemunha	347,96	<u>360,63</u>	263,58	324,06
Médias	261,61	187,88	220,43	223,31

Avaliando-se os resultados econômicos das tabelas 16 e 17, verifica-se que a presença das leguminosas no sistema não trouxe aumento na rentabilidade da cultura principal. Nota-se que o custo gasto com a aquisição das sementes das leguminosas influenciaram de modo negativo á receita final desses tratamentos.

Ao se analisar os resultados econômicos da cultura do milho na tabela 16, verificamos resultados semelhantes aos encontrados para o sorgo (tab.17). Com relação as leguminosas, de maneira geral, essas não deram retorno econômico significativo a cultura principal, contribuindo dessa forma para elevação do custo de produção e diminuição nas taxas de retorno da cultura. Esse relato se confirma ao verificar o retorno econômico da testemunha (R\$ 477,63 por ha) superior aos demais, principalmente por não possuir gastos com semente de leguminosas.

Com relação às doses de nitrogênio aplicadas em cobertura para o milho, de maneira geral, observa-se um retorno econômico mais elevado nos tratamentos sem cobertura nitrogenada e com cobertura de 51 kg*ha⁻¹ de N, sendo superior o tratamento com a maior dose de N aplicada em cobertura. Entretanto no ensaio, para cultura do milho, o melhor retorno econômico ficou com o tratamento com cobertura vegetal de *Crotalaria juncea*, na dose de 96 kg*ha⁻¹de N em cobertura, totalizando 683,82 reais por hectare de receita líquida ou seja, 57 sacas por hectare, seguido do tratamento testemunha sem cobertura vegetal, com a dose máxima de N em cobertura, totalizando um retorno de 551,82 reais por hectare. Dessa forma, a cobertura vegetal com crotalária juncea na dose máxima de N em cobertura, foi o único tratamento que superou as taxas de retorno em relação a testemunha.

Para os resultados no milho, apesar do maior resultado em produtividade e lucratividade possuir cobertura vegetal (*Crotalaria juncea* + 96 kg*ha⁻¹de N), para os demais tratamentos, a testemunha sem cobertura vegetal teve superioridade em relação ao retorno econômico da cultura.

Ao se avaliar a tabela 17, com uma análise econômica dos tratamentos com as doses de nitrogênio aplicadas em cobertura, verifica-se de maneira geral, para a cultura do sorgo, os tratamentos sem adubação nitrogenada em cobertura, tiveram melhor retorno econômico. Nesse ensaio com sorgo, o tratamento que se destacou com a maior taxa de retorno econômico, foi com a dose em cobertura de 51 kg*ha⁻¹de N, sem a presença de cobertura vegetal (pousio), totalizando uma receita de 360,63 reais por hectare ou seja, aproximadamente 45 sacas líquida. Portanto, demonstrando no ensaio, a capacidade que a cultura possui em retirar do meio, a quantidade de nitrogênio necessária para altos rendimentos e proporcionar assim alta taxa de retorno econômico sem a necessidade das coberturas vegetais nesse caso, já que as mesmas somente oneraram o custo de produção.

De maneira geral, através da análise dos resultados encontrados no experimento, pode se salientar que para as produtividades encontradas na cultura do sorgo, a adubação nitrogenada de cobertura, não refletiu no incremento da produtividade da cultura, sendo o tratamento testemunha sem cobertura vegetal o mais produtivo e rentável.

Na tabela 18 estão expressos os valores aproximados em kg*ha⁻¹de N, para produtividade de 4500 kg*ha⁻¹de grão de milho, ajustado conforme sugerido pela tabela 2. Nota-se que devido ao alto nível de M.O., da rotação de cultura tendo como anterior a soja, e no inverno nabo forrageiro, a necessidade de N a ser aplicado está em torno de 30 kg*ha⁻¹. Como na semeadura das culturas principais se efetuou a aplicação de 28,6 kg*ha⁻¹

¹de N, essa necessidade foi suprida teoricamente para produtividade esperada de 4500 kg*ha⁻¹.

Dessa forma, evidencia-se a provável causa da baixa eficiência na utilização da adubação nitrogenada em cobertura aplicada no ensaio.

Para cultura do sorgo a explicação para o baixo aproveitamento da adubação nitrogenada em cobertura é a mesma que a do milho, já que a produtividade média do ensaio para o sorgo ficou em torno de 65 sc*ha⁻¹. Sendo assim, a necessidade de N para produtividade de 4000 kg*ha⁻¹ de grão do sorgo, está ao redor de 30 kg*ha⁻¹ ano, quando esse semeado após soja de altos rendimentos (EMBRAPA, 2000). Portanto essa necessidade foi facilmente suprida pelo solo e M.O. do mesmo, demonstrando a boa capacidade que o solo bem manejado possui em fornecer esse elemento para as culturas.

Tabela 18. Cálculo da necessidade de adubação nitrogenada para cultura do milho.

Demanda	kg*ha ⁻¹	%	kg*ha ⁻¹ N
Grão	4500	0,014	63
Palhada	4500	0,01	45
Total			108
Fornecido pelo solo:			
M.O.	3,0	20	60
Resíduo de cultura anterior			30
Total			90
Necessidade de adubação ¹ :			
Nf = (108 - 90)/0,60*			30

*fator de eficiência do N = 60%

Fonte: Ajustada, EMBRAPA, 2000.

De forma geral, a cultura do milho a pesar de não ter atingido uma produtividade média elevada no experimento, se mostrou mais rentável em relação a cultura do sorgo. Esse fato é explicado principalmente pelo fato do valor de mercado da saca de sorgo valer

apenas 70% do valor de uma saca de milho, sendo assim menos rentável economicamente.

Apesar desse fato, o sorgo se mostrou uma cultura de alta rusticidade, podendo em situações adversas como déficit hídrico, se sobressair ao milho. Sendo assim, sugere-se que novos ensaios sejam conduzidos com a cultura do sorgo, para verificar as condições a qual o mesmo se torne mais promissor em relação ao milho. Também devem ser testadas outras culturas de renda como feijão e arroz de sequeiro, em substituição ao milho e ao sorgo, já que essas culturas são comumente semeadas em épocas mais tardias (Dezembro), sem serem significativamente afetadas pelo fotoperíodo, tendo assim suas produtividades mais estáveis e uma flexibilidade maior em relação a época de semeadura em relação ao milho e um valor agregado de produto maior em relação ao sorgo. Outra sugestão para novas pesquisas, estaria relacionado ao consórcio do milho e/ou sorgo, com leguminosas, sendo as últimas semeadas nas entre linhas do milho e eventualmente aproveitando as chuvas de verão para seu desenvolvimento e assim, fornecendo N a cultura principal.

Os resultados das análises de solo demonstraram uma fertilidade ligeiramente superior na área destinada a semeadura de sorgo, como mostra a tabela 19:

Tabela 19: Resultado da análise de solo do local do experimento.

		P	K	Ca	Mg	T	V	M.O
profundidade (cm)	pH água	mg*dm⁻³		cmolc*dm⁻³			%	dag*kg⁻¹
Milho								
0 a 10	5,85	19,5	102	1,6	0,4	6,6	35	2,8
10 a 20	5,63	11,4	72,8	1,8	0,4	6,9	34	2,6
20 a 40	5,69	3,9	40,5	1,2	0,2	5,6	27	2,3
Sorgo								
0 a 10	5,81	25,1	128,2	2,3	0,5	7,7	41	3,6
10 a 20	5,85	18,1	82,9	2,2	0,4	6,9	41	3,1
20 a 40	5,83	4,6	46,6	1,6	0,3	5,9	35	2,1

OBS: P,K (HCl 0,05 N + H₂SO₄)

5 - CONCLUSÃO:

No presente ensaio conclui-se que:

A espécie *Crotalaria juncea* foi a leguminosa que mais produziu massa de matéria seca por hectare, assim como, a que mais nitrogênio reciclou em sua fitomassa.

Para cultura do milho, não se notou diferença significativa entre as médias de produtividade entre os tratamentos com cobertura vegetal.

Já para os tratamentos com doses de N em cobertura, a maior dose aplicada proporcionou uma produtividade estatisticamente superior, promovendo assim um maior retorno econômico.

Para a cultura do sorgo, não se observou diferença significativa na produtividade entre todos os tratamentos testados.

O tratamento com 51 kg*ha⁻¹ de N, sem cobertura vegetal, proporcionou a maior taxa de retorno econômico entre os tratamentos avaliados.

6- REFERÊNCIA BIBLIOGRAFICA

Canal Rural. Via Rural Produções. Disponível em: <ww8.zaz.com.br/rural/tecnica/1999/11/26/000.htm> Acesso em: 01 jul. 2003.

COSTA, Manuel Barboza Batista da, **Adubação Orgânica. Nova síntese e novo caminho para agricultura.** Ícone editora LTDA,1989. 36 à 39 p.

CRUZ, José Carlos. Et al. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.** EMBRAPA Milho e sorgo. Sete Lagoas – MG. Disponível em:<www.cnpms.embrapa.br> Acesso em: 30 jun. 2003.

YAMADA, T. **Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato (POTAFOS).** Piracicaba – SP. Disponível em:<www.potafos.org/> Acesso em: 30 jun. 2003.

Pirai Sementes. Piracicaba –SP. Disponível em:<www.pirai.com.br> Acesso em: 30 jun. 2003.

1º Encontro Nacional sobre Adubação Verde, realizado na Universidade Federal do Rio de Janeiro, nos dias 13 a 17 de junho de 1983. Fundação Cargil, **Adubação Verde no Brasil,** Campinas-SP, R. Vieira Gráfica e Editora LTDA, 1984. 2, 66 à 67, 200 p.