

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

**ADAPTAÇÃO DE ESPÉCIES PARA PRODUÇÃO DE GRÃOS, PROTEÇÃO DO
SOLO E DIVERSIFICAÇÃO DO SISTEMA PRODUTIVO**

RENATA ALMEIDA CARVALHO DE AGUIAR

Monografia apresentada ao curso de
Agronomia, da Universidade Federal
de Uberlândia, para obtenção do
grau de Engenheiro Agrônomo.

Uberlândia – MG
Novembro - 2000

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

**ADAPTAÇÃO PARA PRODUÇÃO DE GRÃOS, PROTEÇÃO DO SOLO E
DIVERSIFICAÇÃO DO SISTEMA PRODUTIVO**

RENATA ALMEIDA CARVALHO DE AGUIAR

PROF. Dr. WALDO ALEJANDRO RUBEN LARA CABEZAS

Monografia apresentada ao curso de
Agronomia, da Universidade Federal
de Uberlândia, para obtenção do
grau de Engenheiro Agrônomo.

Uberlândia – MG
Novembro – 2000

**ADAPTAÇÃO DE ESPÉCIES PARA PRODUÇÃO DE GRÃOS, PROTEÇÃO DO
SOLO E DIVERSIFICAÇÃO DO SISTEMA PRODUTIVO**

APROVADO PELA COMISSÃO EXAMINADORA EM ____/____/ 2000

Prof. Dr. Waldo Alejandro Ruben Lara Cabezas
Orientador

Prof. Dr. Maurício Martins
Conselheiro

Eng^a Agr^a M.S. Célia Rodrigues Nogueira Komatuda
Conselheiro

Uberlândia – MG
Novembro – 2000

AGRADECIMENTOS

Aos meus irmãos Gustavo e Bruno, pelo respeito e paciência.

Ao meu orientador Waldo A. R. Lara Cabezas pela ajuda, dedicação, competência e experiência essenciais para a condução do trabalho.

Aos conselheiros Maurício e Célia pela ajuda na conclusão do trabalho, ao Sr. Antônio Mauro e funcionários da fazenda Pinusplan, e especialmente ao técnico Adílio de Sá Jr., que contribuiu muito com o experimento.

Sou reconhecida aos meus amigos pertencentes à XXI turma de Agronomia que, ao longo do curso, me apoiaram e incentivaram.

Por fim, meu reconhecimento maior aos meus pais que repartiram comigo seus sentimentos e experiências.

ÍNDICE

1.INTRODUÇÃO	7
2.REVISÃO DE LITERATURA	10
3. MATERIAL E MÉTODOS	17
3.1. Ensaio de leguminosas forrageiras	17
3.2. Ensaio de genótipos de Amaranthus	21
3.3. Ensaio de safrinhas de Iraí de Minas	23
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	25
3.1. Ensaio de leguminosas forrageiras	26
3.2. Ensaio de genótipos de Amaranthus	32
3.3. Ensaio de safrinhas de Iraí de Minas	35
5. CONCLUSÕES	40
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42
7. APÊNDICE	46

RESUMO

Com a globalização das economias, a necessidade de melhorar as condições de vida dos países pobres e as exigências de produção com um menor impacto ambiental, a agricultura passa por uma profunda reestruturação, buscando maior rendimento e melhor qualidade. O plantio direto assume características de uma revolução na agricultura das últimas três décadas. O plantio direto na palha é tido como a base para o estabelecimento de sistemas produtivos, equilibrados e sustentáveis, garantindo ao produtor um maior retorno.

Existem hoje diversas dúvidas em relação ao sistema conservacionista de plantio direto na região de cerrado. Não existem muitos estudos, principalmente em relação a opções de cobertura de solo. Uma das características da região de cerrado é apresentar deficiência hídrica no período de inverno, o que dificulta muito a produção de palhada.

Assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar a produção de matéria seca e o efeito residual da palhada das espécies feijão de porco (*Canavalia ensiformes* DC); caupi (*Vigna sinensis* Endl.); feijão guandu normal e anão (*Cajanus cajan* (L) Millsp.); feijão bravo (*Canavalia brasiliensis* M.); mucuna cinza (*Stizolubium cinereum*) e crotalarias (*Crotalaria*

juncea L. e *espectabilis* Roth.) na produtividade do milho em sistema de plantio direto. As referidas espécies foram semeadas na época das águas, em novembro de 1997, na fazenda Floresta do Lobo de propriedade do Sr. Fernando Ferraz, situada no município de Uberlândia. Esse estudo objetivou avaliar também a produção de matéria seca e algumas características fenológicas de diferentes variedades de *Amaranthus* (*Amaranthus* sp), estabelecida na época das águas na safra de 1998/99 no mesmo local e os resultados das safrinhas estabelecidas no outono-inverno de 1999 em Iraí de Minas.

Com os dados preliminares do estudo, os resultados permitem concluir que dentre as leguminosas forrageiras a produtividade do milho destacou-se sobre a palhada de mucuna cinza, feijão bravo e *Crotalaria juncea*. O *Amaranthus* também apresenta-se como uma excelente alternativa para a produção de matéria seca. Na avaliação das culturas de safrinha, se destacaram-se os sorgos e milhetos com alta extração de N do sistema.

1. INTRODUÇÃO

Nos Cerrados, a produção de grãos baseia-se em limitado número de espécies com potencial econômico, para o cultivo em sucessão/antecipação aos monocultivos de soja e milho. A exposição do solo à intensa radiação solar durante um longo período de seca, após o cultivo de verão, resulta em perda das suas características físicas, químicas e biológicas. A utilização de cobertura vegetal é de fundamental importância à exploração agrícola de longo prazo. A sua efetividade, depende da seleção de espécies graníferas, para o cultivo em sucessão/antecipação, que acrescentem diversidade botânica aos monocultivos.

Essas plantas preenchem o vazio existente na entressafra e racionalizam o cultivo granífero, mediante a quebra do ciclo de plantas daninhas, pragas e doenças no cultivo principal, a produção de biomassa que protege e fertiliza o solo, recicla nutrientes, gerando uma renda adicional ao produtor. Portanto, as novas espécies devem apresentar rápido estabelecimento, tolerância ao déficit hídrico, boa produção de palha e utilização humana e animal.

A viabilidade do sistema plantio direto em termos de se constituir num sistema estável, se baseia na diversidade do sistema de rotação de culturas estabelecidas de uma forma coerente, entre as comerciais (verão) e as agregadoras de renda e/ou recicladoras de nutrientes (outono-inverno), na região de sequeiro. O atual sistema, limita-se principalmente ao cultivo de milho, milheto, aveia preta e sorgo em sucessão à soja e ao milho e constitui-se em ameaça à exploração de longo prazo.

Portanto, urge adaptar novas culturas para o sistema, com a finalidade de formação de cobertura morta para proteger o solo da erosão hídrica e eólica, atenuar a temperatura do solo para favorecer a atividade microbiana, reduzir a perda de água por evaporação, contornando-se dessa forma a presença constante de veranicos e afastar o perigo iminente de pragas e doenças pela variação do substrato sujeito a decomposição.

Os cultivos graníferos no Triângulo Mineiro apresentam sérias limitações fitossanitárias e nutricionais, consequência do mau manejo do solo e da planta. A reduzida biodiversidade do sistema produtivo ameaça a exploração em bases sustentáveis. Os métodos deficientes de cultivo, com preparo vicioso e a constante exposição do solo à radiação solar na entressafra, acarretam perdas consideráveis das características físicas, químicas e biológicas desejáveis. O manejo das plantas daninhas no atual sistema de plantio direto, sem cobertura, é deficiente e contribui para elevar os problemas de erosão, com impactos negativos ao ambiente.

A quantidade de umidade residual na entressafra varia e o seu aproveitamento por espécies de cobertura depende de sua relativa tolerância a estresses hídricos. O cultivo em região de Cerrado se viabiliza pela obtenção de genótipos adaptados e o desenvolvimento de tecnologia adequada.

Portanto, este estudo visou avaliar a produção de matéria seca e nitrogênio potencialmente disponível de oito leguminosas forrageiras para a safrinha de milho, a produção de matéria seca e algumas características fenológicas de diferentes genótipos de *Amaranthus*, estabelecidos na época das águas (98/99) e avaliar a produção de matéria seca, o conteúdo de nitrogênio acumulado pela parte aérea, sua posterior resistência à decomposição quando roçado e o potencial de liberação de nitrogênio ao sistema, de diferentes espécies de safrinha estabelecidas em parcelas demonstrativas (outono-inverno 1999).

2. REVISÃO DE LITERATURA

As estimativas elaboradas pela Federação Brasileira de Plantio Direto (Febrapd, 1997) evidenciam que aproximadamente 13 milhões de hectares do território brasileiro são cultivados no sistema de plantio direto. Os resultados de inúmeros trabalhos têm constatado a maior eficiência deste sistema de manejo do solo em relação ao preparo convencional, não somente na melhoria das propriedades químicas, físicas e biológicas, mas também, no maior retorno econômico.

Diversas tentativas para a introdução do plantio direto no cerrado foram feitas, porém os produtores esbarram nos problemas de deficiência de palha, dificuldade no controle de plantas daninhas, falta de máquinas adaptadas e falta de orientação técnica. A partir da década de 90, houve uma acelerada mudança de atitudes e comportamento por parte da maioria dos produtores dessa região. A necessidade de produzir com maior eficiência os obrigou a unirem esforços buscando resolver problemas comuns.

Essa necessidade de desenvolvimento de uma agricultura competitiva e sustentável capaz de proporcionar ganhos aos produtores e aos consumidores e sem que estabeleça um

desequilíbrio ecológico, induz a pesquisa e extensão. Assim, o Cerrado, predominante na Região do Triângulo Mineiro, vem sendo alvo importante de estudos preliminares e pesquisas relacionadas ao sistema de plantio direto. Entretanto, atualmente, ainda existem diversas dúvidas em relação a esse sistema na região, onde se tem uma imensa dificuldade de encontrar literaturas em relação a opções de culturas satisfatórias ao plantio direto.

A adoção do plantio direto pressupõe um conhecimento do controle químico dos insetos e das condições do solo, além da familiaridade com outros fatores de produção. As culturas forrageiras gramíneas, principalmente sorgo, aveia preta, e milho, vem se destacando como culturas de safrinha, visando a formação de palhada, sombreamento do solo e a produção de resíduos alelopáticos.

Com o surgimento do PD no cerrado, nasce a importância da cobertura do solo que nessa região, mais que em outra região do território brasileiro, o solo deve ser protegido, não só pelo efeito da erosão hídrica e eólica, mas também representa a diferença fundamental e, ao mesmo tempo, a chave do sucesso do sistema.

Para Gassen & Gassen (1996) a cobertura vegetal e a manutenção de matéria orgânica são os desafios mais importantes da agricultura nos cerrados. Segundo Wischemeier & Smilh (1978) citado por Roloff et al (1998), a cobertura do solo pelo dossel das plantas reduz ou elimina o efeito do impacto das gotas de chuva sobre a superfície do solo, minimizando, assim, a formação do selo superficial e a desagregação do solo. Segundo Quansah et al, 1981; citado por Sidiras et al, 1984 a extensão do efeito erosivo das gotas de chuva é determinada sobretudo pela intensidade e duração da chuva, cobertura vegetal e estrutura do solo. A quantidade e a distribuição hídrica vai definir o maior ou o menor desenvolvimento das plantas no outono-inverno, entretanto culturas como sorgo,

milheto, aveia-preta, tem-se expandido de forma muito rápida nos solos de cerrado devido à sua grande resistência à seca.

Derpsch (1985) assegura que a utilização efetiva de sistemas de rotação de culturas, devidamente equacionados, podem controlar a erosão; conservar a umidade do solo; reduzir o dispêndio de fertilizantes e agrotóxicos; bem como ampliar os períodos de utilização de máquinas e implementos, diminuindo assim as necessidades de investimento de capital.

As principais vantagens da palha como cobertura iniciam como manutenção dos resíduos na superfície, proteção contra a radiação solar, manutenção da umidade, controle de plantas daninhas, na reciclagem de nutrientes, além de beneficiar a atividade biológica (Gassen & Gassen, 1996).

Segundo Gassen & Gassen (1996), a relação entre a proporção de carbono e nitrogênio na palha e nos restos de culturas é muito importante no manejo de restos culturais, no planejamento da cobertura de solo e na liberação de nitrogênio para a nutrição de plantas cultivadas. Para os autores o conhecimento dessa relação é muito importante, pois de acordo com as necessidades que encontram o solo, ou seja, aumentar a cobertura do solo ou a disponibilidade de nitrogênio utiliza-se plantas com relação C/N elevada ou relação C/N baixa.

Devido a relação C/N mais ampla nas gramíneas, ocorre uma maior imobilização do N durante a decomposição desses resíduos e, conseqüentemente, menor disponibilidade desse nutriente às plantas (Jenkinson & Ayanaba 1977). Isso pode ser explicado pelo fato de proporcionar aos microrganismos quimiorganotrópicos que atuam no processo de decomposição, uma rápida multiplicação. Como esse resíduo possui baixos teores de N e as

células microbianas também precisam desse elemento, tanto o nitrato (NO_3^-) quanto o amônio (NH_4^+) da solução do solo serão utilizados pelos microrganismos, competindo com a planta na utilização desses íons. A medida que este substrato passa a limitar o desenvolvimento microbiano, o N que foi incorporado na biomassa microbiana torna-se passível de mineralização após a morte dos microrganismos, voltando à forma mineral, podendo assim, ser absorvido pelas plantas. Por outro lado, os efeitos positivos das leguminosas poderiam ser explicados, em parte, pela estreita relação C/N, possibilitando rápida decomposição dos resíduos orgânicos e maior disponibilidade do N e outros nutrientes mineralizados para a cultura subsequente.

A decomposição de restos de cultura, com a consequente mineralização de N, S, P e outros elementos, é parte da ciclagem de nutrientes que é indispensável à manutenção da produtividade. No processo de decomposição dos resíduos vegetais, a relação C/N é um dos fatores mais importantes na liberação de N, variando com a espécie e a idade da planta. A taxa de decomposição depende, entre outros fatores, do grau de aeração, da relação C/N e da natureza dos constituintes orgânicos (Alexander, 1977; citado por Testa V. et al). Essa decomposição dos resíduos vegetais é um processo realizado essencialmente por microrganismos heterotróficos do solo. Segundo Ebelhar et al. (1984), citados por Teixeira et al. (1994), o balanço de N do solo também pode ser afetado pela diminuição das perdas. Mesmo sem haver fixação de N, grande quantidade desse elemento é incorporada à biomassa de cobertura, evitando sua lixiviação. Esse efeito não se restringe às leguminosas, o que explica, em parte, a tendência de aumentar os rendimentos de milho em sucessão a gramíneas de inverno.

A experimentação feita na década de 40 e 50 por Neme (1961), mostrou que o cultivo do milho após o cultivo de uma das leguminosas *Crotalaria juncea*, guandu, produzia maior rendimento em grãos do que o monocultivo. Já na década de 70 comprovou-se que o guandu, a *Crotalaria juncea* poderiam ser cultivados logo após as colheitas da soja ou do milho, isto é, em fevereiro e no início de março sem perda do ano agrícola, aproveitando-se ainda da existência de umidade do solo. Cabe ressaltar que, além do aspecto de produção de sementes, as leguminosas apresentam um sistema radicular bem desenvolvido, produzem fitomassa em quantidade apreciável para adequada cobertura do solo, permitem um certo nível de controle de plantas daninhas, e ainda, podem contribuir para a redução da incidência de nematóides nas culturas subseqüentes (Lacadini & Mascarenhas 1974 e Kage 1984).

Mascarenhas et al. (1978) citado por Kanthack et al (1991), observaram que a cultura do milho após soja (culturas anuais), além do aumento de rendimento em grãos, teve diminuída, substancialmente, a necessidade de aplicação de nitrogênio em cobertura, devido ao fornecimento desse nutriente pelos restos culturais (parte aérea e raízes de plantas de soja).

Muzilli (1978) mostrou que a incorporação de leguminosas usadas como adubos verdes de inverno, em solos de campo nativo do sul do Paraná, antes do cultivo do milho, era capaz de proporcionar efeitos equivalentes aos 80 kg/ha de nitrogênio fornecido como adubo mineral.

Segundo Muzilli & Oliveira (1982); Anghinoni (1984), citado por Sangoi & Almeida (1994), o N é o macronutriente extraído em maior quantidade pela cultura do milho. O nitrogênio, seja do solo ou do fertilizante, pode ser absorvido pelas raízes das

plantas de milho, tanto na forma amoniacal como nítrica (Viets et al. 1946), porém está determinado que esta cultura preferentemente absorve o íon amônio (NH_4^+) mais intensamente nos primeiros estádios de crescimento e o íon nitrato (NO_3^-) nos estádios finais.

A principal fonte de nitrogênio do solo para os vegetais é a matéria orgânica, que representa, aproximadamente, 95 % do seu conteúdo total contido nos solos. O manejo da matéria orgânica é essencial, já que ela é a principal reserva de N e a responsável por grande parte da CTC do solo, estimada em 30 a 60 % por Alisson (1973) citado por Testa et al (1992), para solos de regiões temperadas, e atingindo importância ainda maior nos solos tropicais, onde participa com 56 a 58 % da CTC.

As variações no rendimento do 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) 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. Diferenças na cobertura de solo também foram encontradas por Derpsch & Alberini (1982): as espécies não-leguminosas, foram sempre superiores às leguminosas. A diferença na cobertura de solo pode ser atribuída a diversos fatores dentre eles destaca-se: o hábito de crescimento, a própria arquitetura das plantas e a velocidade com que cada espécie se desenvolve. A rapidez com que cada espécie cobre o solo é um aspecto importante a ser considerado, uma vez que as perdas de solo provocadas pela erosão hídrica estão diretamente relacionadas com o tempo que ele permanece descoberto.

A quantificação da variação dessa cobertura durante a safra, em solos sob intensa utilização agrícola, é essencial na avaliação do grau de proteção contra a erosão gerado pelas diversas culturas. A eficiência dessa proteção está relacionada com a altura do dossel (Wischmeier & Smith, 1978), sendo sua quantificação similarmente necessária.

Segundo Amado et al. (1987), o rápido crescimento inicial do feijão de porco é importante tanto para proteção do solo contra o impacto direto das gotas de chuva como no controle de plantas invasoras.

De acordo com Calegari (1993), o nabo forrageiro (*Raphanus sativus*), é uma planta herbácea, ereta, muito ramificada, com raiz pivotante profunda, às vezes tuberosa. Com temperaturas relativamente baixas, é bastante precoce durante o crescimento vegetativo, favorecendo a floração ampla, e conseqüentemente, o rendimento.

Segundo Pereira (1995), o feijão guandu (*Cajanus cajan*), é uma ótima opção pois sua utilização é muito diversificada, tendo alta capacidade de produzir massa vegetal, grande reciclador de nutrientes e grande fixador de N atmosférico.

Para otimizar o uso de leguminosas, é necessário identificar as espécies mais adaptáveis à região e adequá-las à melhor forma de manejo. De-polli e Chada (1989) citado por Ceretta et al. (1994) relatam que a produtividade da testemunha, ou seja, vegetação espontânea e sem aplicação de N, foi inferior em até quatro vezes aqueles com adubação verde.

Segundo Smyth et al. (1987) citado por Alfaia (1997), estudos têm mostrado que feijão caupi pode constituir importante fonte de N para as culturas subsequentes.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Ensaio de leguminosas forrageiras

O experimento foi desenvolvido em três locais diferentes denominados estações Renata, Rossana e Rosa, eqüidistantes 5 km, na fazenda Floresta do Lobo de propriedade do Sr. Fernando Ferraz, localizada na rodovia BR-050, km 93 no município de Uberlândia, MG. Conduziu-se o experimento em um Latossolo Vermelho-Escuro, muito argiloso (72 % argila), fase cerrado. A estação Renata apresentou as seguintes características químicas: pH (CaCl₂) 5,3; teores de 6, 26 e 1,1 mmol_c dm⁻³ de Mg, Ca e K, respectivamente; 12,0 mg dm⁻³ de P; 60,9 mmol_c dm⁻³ de CTC; 55,2 % de saturação por bases. A estação Rossana apresentou as seguintes características químicas: pH (CaCl₂) 5,2; teor de 5, 23 e 0,9 mmol_c dm⁻³ de Mg, Ca e K, respectivamente; 8,5 mg dm⁻³ de P; 57,4 mmol_c dm⁻³ de CTC; 50,3 % de saturação por bases. A estação Rosa apresentou as seguintes características químicas: pH (CaCl₂) 5,0; teor de 6, 19 e 1,3 mmol_c dm⁻³ de Mg, Ca e K, respectivamente; 14,0 mg dm⁻³ de P; 56,8 mmol_c dm⁻³ de CTC; 46,4 % de saturação por bases.

Em anos anteriores foram cultivados soja safra de verão 95/96, seguido de pousio no outono-inverno 96, milho na safra de verão 96/97 e pousio no outono-inverno de 97 com exceção da estação Renata onde plantou-se aveia nesse período das análises de solo.

Foram semeadas manualmente oito leguminosas no dia 20/11/97: feijão de porco (*Canavalia ensiformes* DC); caupi (*Vigna sinensis* Endl.); feijão guandu normal e anão (*Cajanus cajan* (L) Millsp.); feijão bravo (*Canavalia brasiliensis* M.); mucuna cinza (*Stizolobium cinereum*) e crotalarias (*Crotalaria juncea* L. e *Crotalaria spectabilis* Roth.). O croqui da área encontra-se no Figura 1A. Utilizou-se apenas um cultivador acoplado a um trator, para a realização do sulcamento de plantio. As culturas foram instaladas em parcelas de 4 linhas, espaçadas de 0,5 metros de 5 metros lineares, totalizando uma área útil de 10 m², incluindo uma parcela testemunha em pousio. As leguminosas foram semeadas ao acaso em cada local. Antes do plantio, foi determinada a percentagem de germinação das sementes e utilizada densidade de plantio com base na recomendação da Embrapa-Cerrados, variando de 23 até 313 kg/ha segundo a leguminosa forrageira (Quadro 1).

Quadro 1. Quantidade de sementes das leguminosas usadas no estudo⁽¹⁾.

Forrageiras	Germinação %	Sementes Kg/ha
Feijão de porco	96,3	313,2
Caupi	77,0	37,2
Crotalaria spectabilis	57,0	23,3
Feijão bravo	62,5	149,9
Feijão guandu	71,0	126,0
Mucuna cinza	67,5	302,6
Crotalaria juncea	60,0	67,2
Guandu anão	79,5	47,5

⁽¹⁾Todas as análises foram efetuadas no Laboratório de Análises de Sementes do Instituto de Ciências Agrárias, UFU, Uberlândia – MG.

Durante o desenvolvimento vegetativo das leguminosas, avaliou-se, a cobertura do solo aos 30, 64 e 90 dias e na colheita (fevereiro de 1998) foi avaliada a massa seca e o teor de nitrogênio na parte aérea como potencial de disponibilidade para a cultura do milho, Cargil C-701, semeado em 18 de março de 1998, sem adubação de base e cobertura e estande efetivo de 62.500 plantas por hectare, cuja produção de grãos de milho também foi avaliada. A semeadura do milho foi feita diretamente sob os restos culturais das plantas de cobertura.

Para a avaliação de cobertura do solo, utilizou-se uma fita métrica para medir o comprimento do dossel (cm) a espaçamentos regulares de 10 em 10 cm, demarcados em uma vara de 1 m, conforme realizado por ARRUDA (1984). A estimativa de porcentagem de cobertura foi calculada pela seguinte expressão: $CV = (L/E) \times 100$, onde CV é a cobertura vegetativa expressa em porcentagem, L é a largura média do dossel expresso em centímetro e E, o espaçamento entre linhas também expresso em centímetros.

Para avaliação da massa seca e do teor de N-total na parte aérea das plantas de cobertura de solo no inverno, coletou-se a parte aérea das plantas aos 108 dias após semeadura, seguida de secagem em estufa a 65°C, até massa constante. Após a secagem o material foi pesado, triturado, subamostrado e moído em moinho Willey equipado com peneira de 40 mesh. Em seguida o material foi enviado para o laboratório localizado na cidade de Campinas – SP, para a análise de N.

O rendimento de grãos de milho foi avaliado colhendo-se manualmente as linhas centrais, em parcelas totais de 4 linhas de 5 metros lineares totalizando 10 m², com espaçamento entre linhas de 0,8 m. O material foi coletado e analisado em parcelas efetivas de 2 linhas centrais de 3 metros lineares, com bordadura de 1 linha lateral de cada lado e

um metro no início e final de cada linha. As espigas foram despalhadas manualmente e debulhadas em máquina de debulha elétrica. Após a debulha determinou-se a umidade e corrigiu-se o peso a 13 % de umidade.

Observou-se a caracterização pluviométrica registradas durante o período de desenvolvimento das leguminosas e do milho safrinha plantado na sequência (Figura 1).

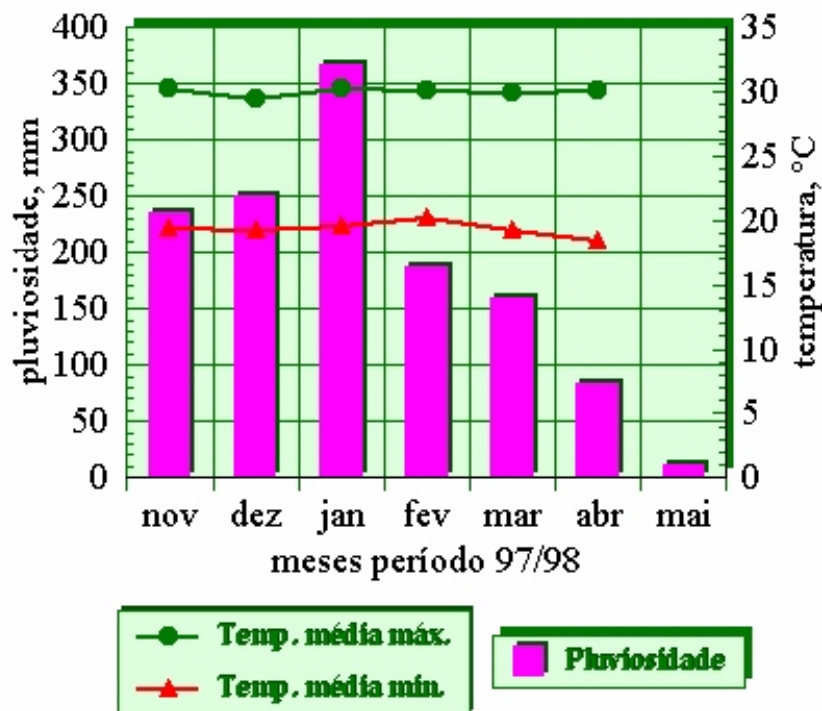


Figura 1. Pluviosidade mensal e temperaturas médias máximas e mínimas durante o desenvolvimento das leguminosas forrageiras e do milho safrinha.

3.2. Ensaio de genótipos de *Amaranthus*

O ensaio foi estabelecido em 6/11/98 na fazenda Floresta do Lobo, BR-050, Km 93 do município de Uberlândia, MG, em Latossolo Vermelho-Escuro, muito argiloso, distrófico, fase cerrado. A camada de solo 0-10 cm de profundidade apresentou as seguintes características químicas: pH (CaCl₂) 5,0; teores de 6; 19 e 1,3 mmol_c dm⁻³ de

Mg; Ca e K, respectivamente; 14,0 mg dm⁻³ de P; 56,8 mmol_c dm⁻³ de CTC; 46,4 % de saturação por bases e 43 g kg⁻¹ de MO. Em anos anteriores foram cultivados: soja (95/96) seguido de pousio no outono-inverno (1996) e milho (96/97) seguido de pousio no outono-inverno (1997).

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com cinco tratamentos, de variedades de *Amaranthus*: Japônica, AM 2264, Oscar Blanco, AM 5189 e PI477913 cedidas pela Embrapa- Cerrados, Planaltina, DF, e quatro repetições. Na Figura 2A apresenta-se o croqui da área de instalação do experimento. Cada parcela foi constituída de oito linhas com espaçamento de 0,4 m e 20 m de comprimento, correspondendo a uma área total de 64 m². As variedades foram semeadas manualmente em uma densidade média de 30 sementes por metro linear (750.000 plantas por ha) entre os dias 4 e 16 de novembro de 1998, em uma profundidade de 0,02m. O tamanho da semente e problemas de estiagem, dificultaram o estabelecimento do stand de plantio, o que afetou o número final de repetições de cada variedade. Dessa forma, as variedades Oscar Blanco e AM-2264 ficaram somente com uma repetição e as demais variedades com duas.

As parcelas foram adubadas na semeadura sendo aplicados 36; 90 e 54 kg ha⁻¹ de N; P₂O₅ e K₂O, respectivamente nas formas de fosfato monoamônico, supersimples amoniado (1:18:0 de N: P₂O₅: K₂O), sulfato de amônio granulado e KCl, e 1,2; 0,45; 0,18; 0,9; 1,8 e 0,36 kg há⁻¹ de Zn, B, Cu, Fe, Mn e Mo, respectivamente. Foram feitas duas avaliações de produção de matéria seca, aos 63 e 98 dias após a semeadura, em 6/01/99 e 10/02/99, respectivamente. Para tal, colheu-se a parte aérea de cada variedade compreendida na área de um quadrante de 1m²(duas repetições), sendo efetuado a seguir a pesagem de matéria verde; depois o material foi triturado e homogeneizado e retiradas

cinco subamostras de cada amostra, as quais foram levadas para secagem em estufa de ventilação forçada 60° C até peso constante, e posterior determinação da matéria seca.

Em 6/01; 10/02 e 03/03 foi efetuada a avaliação fenológica das variedades, efetuando-se medidas de altura de planta, comprimento e largura da inflorescência e diâmetro do caule. A largura da inflorescência foi medida no terço basal, vinculada a haste principal da planta e o diâmetro foi medido a 5 cm da superfície do solo pelo seu maior diâmetro (elíptico). Os valores correspondem a média de 6 a 12 plantas por m² por repetição.

3.3. Ensaio demonstrativo de safrinhas de Iraí de Minas

O trabalho foi desenvolvido no município de Iraí de Minas, MG, estrada Chapadão dos Cocais, em Latossolo Vermelho-Amarelo, tendo início no dia 2 de março de 1999, na Fazenda Lohmamm, de propriedade do Sr. Egon Ricardo Lohmamm. O solo apresentou as seguintes características químicas para a camada 0-10 cm: pH (H₂O) 6,0; teores de 15; 36 e 2,3 mmol_c dm⁻³ de Mg, Ca e K, respectivamente; 16,2 mg dm⁻³ de P; 79,4 mmol_c dm⁻³ de CTC; 67,0 % de saturação por bases e 43 g kg⁻¹ de MO. A camada 10-20 cm apresentou as seguintes características: pH (H₂O) 5,6; teores de 9, 22 e 1,3 mmol_c dm⁻³ de Mg; Ca e K, respectivamente; 11,7 mg dm⁻³ de P; 64,9 mmol_c dm⁻³ de CTC; 50,0 % de saturação por bases e 38 g kg⁻¹ de MO. Em anos anteriores foi cultivada soja var. FT-Estrela (safra 97/98), com produtividade de 2.520 kg há⁻¹.

Em parcelas, sem repetição, com exceção do sorgo preto e Irati (duas repetições) de dimensões variáveis (350 até 3.055 m²) como se observa no Figura 3A, foram semeadas 16 culturas: quinoa var. Q18 (*Chenopodium quinoa* Willd.); amaranthus (*Amaranthus*

spp.); nabo forrageiro (*Raphanus sativus* var. *oleifera*), milheto var. BRS 1501 e milheto var. NPM 1-alto; milheto var. CMS 3; niger; *Crotalaria ochroleuca*, sorgo Irati (*Sorghum* spp.); sorgo preto (*Sorghum* spp.); aveia preta (*avena strigosa*); guandu (*Cajanus cajan*(L) Millsp.); milheto africano (*Penisetum* spp.); aveia var. FMS 1; aveia var. FMS 2 e aveia var. FMS 3 (*Avena* spp.).

O ensaio inicialmente foi instalado com o objetivo de mostrar ao produtor durante o IV ERPDC, algumas alternativas de cobertura para condição de sequeiro em sistema de plantio direto. Aos 98 dias após a semeadura (08/06/99), foi efetuada amostragem com quadrante de 0,5m² e três repetições por parcela, da parte aérea dos materiais, colocando-se subamostras em estufa com ar forçado a 60 °C até peso constante determinando-se a matéria seca, o teor de nitrogênio (%) e a quantidade de nitrogênio acumulado pela parte aérea das culturas (kg ha⁻¹).

Posteriormente, na etapa senescente das culturas, foi efetuado uma segunda amostragem, aos 141 dias após semeadura (13/07/99) com a finalidade de estimar-se a produção de massa seca, como indicado anteriormente. Nesta fase, não foi efetuada determinação de N. Em 15/09/99, houve manejo diferenciado das culturas: em umas foi feita a colheita de grãos, sem roçar a palhada residual (amaranthus, nabo forrageiro, milheto CMS 3, milheto BRS1501, milheto NPM-1 alto e milheto africano); em outras foram colhidas a palha e os grãos(aveias das variedades FMS 1, 2 e 3), sem ficar cobertura na superfície e outros materiais possíveis em 1/10/99 para ser efetuado a primeira amostragem de cobertura morta em 05/10/99. Foi efetuada também a determinação de N-total nos materiais, com a finalidade de estimar-se o potencial de liberação do nutriente no sistema, no início do processo de decomposição da palha. Mais tarde, em 18/12/99 foi efetuado

uma segunda amostragem de cobertura de solo de alguns desses materiais, visando obter-se a taxa de decomposição da palhada de cobertura ($\text{kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$) em relação à colheita precedente. Não foi efetuado determinação de N nesta época. Não foi possível amostrar todas as parcelas pelos motivos anteriormente assinalados e porque a distribuição da palhada na superfície do solo foi alterada em algumas parcelas por causa da semeadura da soja em 20/11/99. Na área total foi semeada a variedade de soja Liderança, ciclo médio, com espaçamento de 0,5 m. A adubação foi efetuada com o formulado 0-16-16 + micronutrientes (Fosmag 518) na dose de 450 kg ha^{-1} .

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Ensaio de Leguminosas Forrageiras

Entre as leguminosas da estação Renata, as maiores produções de massa seca e N parte aérea, foram observadas na *Crotalaria juncea* e feijão de porco, com valores de 14932 kg/ha e 8564 kg/ha de massa seca e 523 kg/ha e 299 kg/ha de N-total, respectivamente; seguidas da mucuna cinza e feijão bravo e por último os feijões guandu (normal e anão) e a *Crotalaria spectabilis* até 108 dias após semeadura. As quantidades de N-total na parte aérea e massa seca da estação Renata encontra-se ilustrada na Figura 2. A produção de massa seca, o teor e a quantidade de N acumulada na parte aérea das plantas de cobertura de solo, variam entre as espécies, pois estas diferem quanto a capacidade de fixação e absorção de N, bem como na produção total de massa seca. Além das características de cada espécie, a quantidade de N acumulado na parte aérea depende das condições ambientais, sendo o total acumulado dependente da quantidade de massa seca produzida e da concentração de N no tecido. De uma maneira geral, quanto maior a produção de massa seca maior será a quantidade de N fixado.

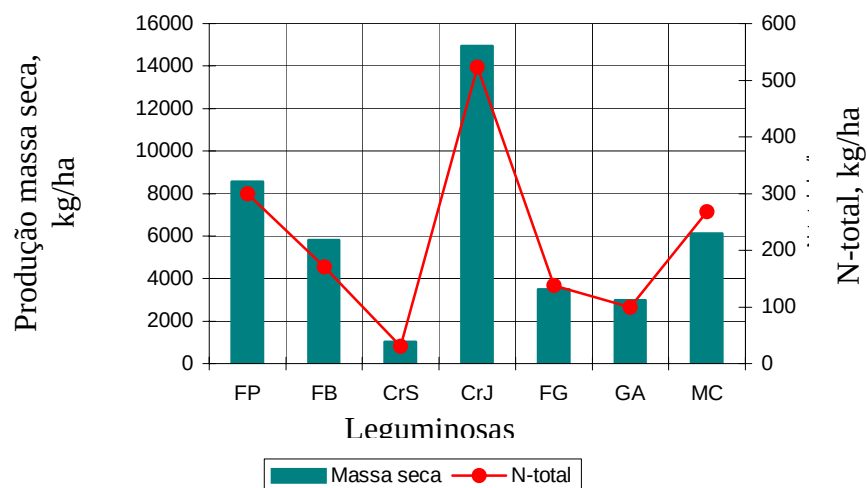


Figura 2. Produção de massa seca (kg/ha) e nitrogênio total (kg/ha) absorvido de leguminosas forrageiras no período das águas, aos 108 dias após semeadura Estação Renata.

Entre as leguminosas da estação Rossana, as maiores produções de massa seca foram observadas na mucuna cinza e *Crotalaria juncea*, com valores de 12654 kg/ha e 11072 kg/ha de massa seca e as maiores produções de N-total foram observadas na mucuna cinza e feijão de porco com valores de 429 kg/ha e 310kg/ha. A quantidade de N- total na parte aérea e massa seca da estação Rossana encontra-se ilustrada na Figura 3. Entre as leguminosas da estação Rosa, as maiores produções de massa seca foram observadas na *Crotalaria juncea* e feijão bravo, com valores de 6426 kg/ha e 5712 kg/ha, respectivamente. As maiores produções de N-total foram observadas no feijão bravo com 224 kg/ha e feijão de porco com 182 kg/ha. As quantidades de N-total na parte aérea e massa seca da estação Rosa encontra-se ilustrada na Figura 4.

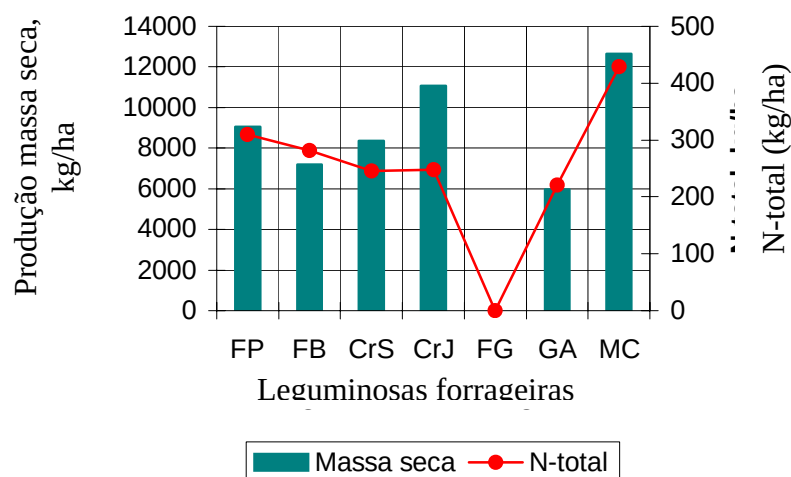


Figura 3. Produção de massa seca (kg/ha) e nitrogênio total (kg/ha) absorvido de leguminosas forrageiras no período das águas, 108 dias após semeadura.

Ceretta (1994), com estudos realizados na Universidade Federal de Santa Maria (RS), sob solos de plantio direto, avaliou a produção de matéria seca do feijão de porco, alcançando 6.898 kg/ha, enquanto a *Crotalaria spectabilis* e o guandu anão produziram 4,401 e 6250 kg/ha, respectivamente. As quantidades acumuladas de nitrogênio foram de 154, 234 e 145 kg/ha, de feijão de porco, *Crotalaria spectabilis* e guandu anão, respectivamente.

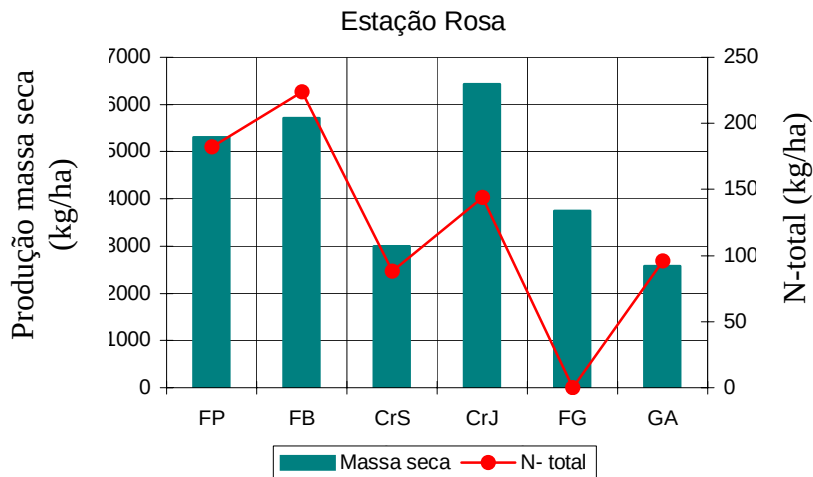


Figura 4. Produção de massa seca (kg/ha) e nitrogênio total (kg/ha) absorvido de leguminosas forrageiras no período das águas, 108 dias após semeadura.

As diferenças no rendimento de matéria seca e acúmulo de nitrogênio da *Crotalaria spectabilis*, devem estar relacionadas às condições edafoclimáticas predominantes em cada local, não coincidentes nos diferentes trabalhos.

Segundo Calegari, 1993, culturas como feijão guandu e crotalaria, quando semeados no início do período chuvoso (outubro-setembro) apresentam maior desenvolvimento vegetativo, e conseqüentemente, maior produção de matéria seca em relação à semeadura mais tardias (março-abril). A porcentagem de cobertura vegetativa das culturas, nas duas épocas de plantio, encontram-se respectivamente nas Figuras 5, 6 e 7. Apreciando as três figuras, independente das culturas, pode-se observar a grande diferença que houve em relação a evolução da cobertura do solo.

Aos trinta dias de plantio, o feijão de porco cobriu 40 % da superfície do solo nas estações Renata e Rossana, e aos sessenta dias, o mesmo, junto ao feijão bravo, mucuna

cinza e a *crotalaria juncea* cobriram 100 % da superfície do solo. Até os 90 dias, a *Crotalaria spectabilis*, guandu anão, *Crotalaria juncea* cobriram toda a superfície do solo.

O feijão guandu, não superou 8 % da cobertura do solo até os 60 dias nos três locais, pois segundo Tittoto (1995), essa cultura apresenta porte mais ereto, compacto e folhas mais estreitas, permitindo maior exposição ao solo.

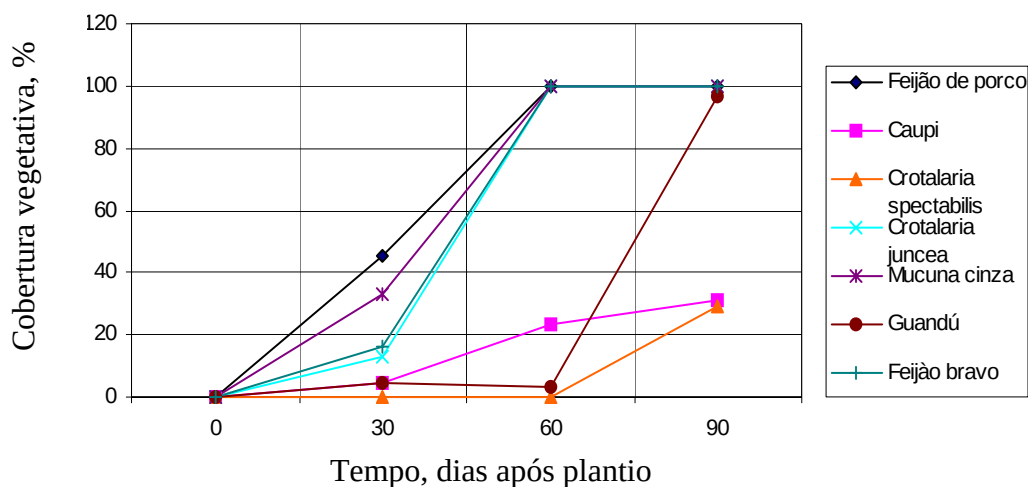


Figura 5. Cobertura do solo (%) pelas leguminosas forrageiras até os 90 dias da semeadura. Estação Renata.

As avaliações relacionadas ao plantio do milho sob a palhada das leguminosas restringiu-se às estações Renata e Rossana (Quadro 1A), devido a alta infestação de plantas daninhas na estação Rosa.

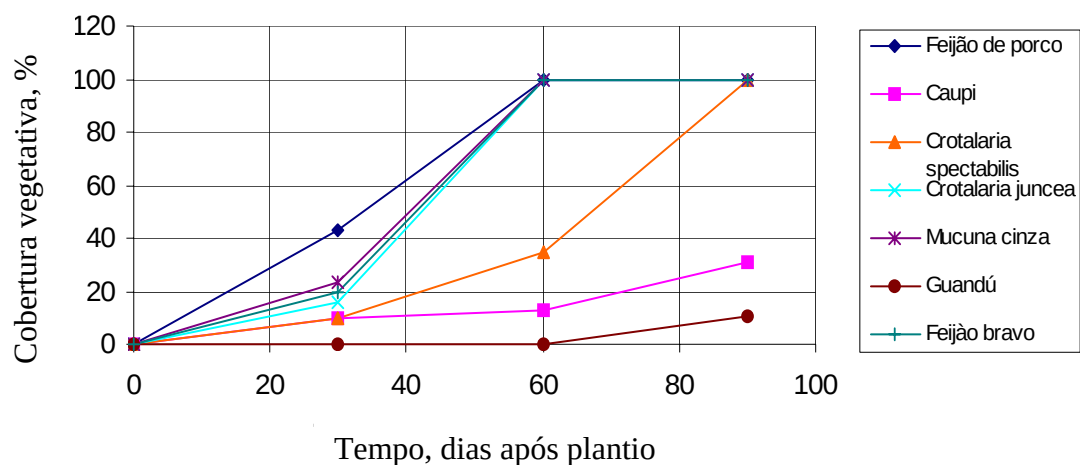


Figura 6. Cobertura do solo (%) pelas leguminosas forrageiras até os 90 dias da semeadura. Estação Rossana.

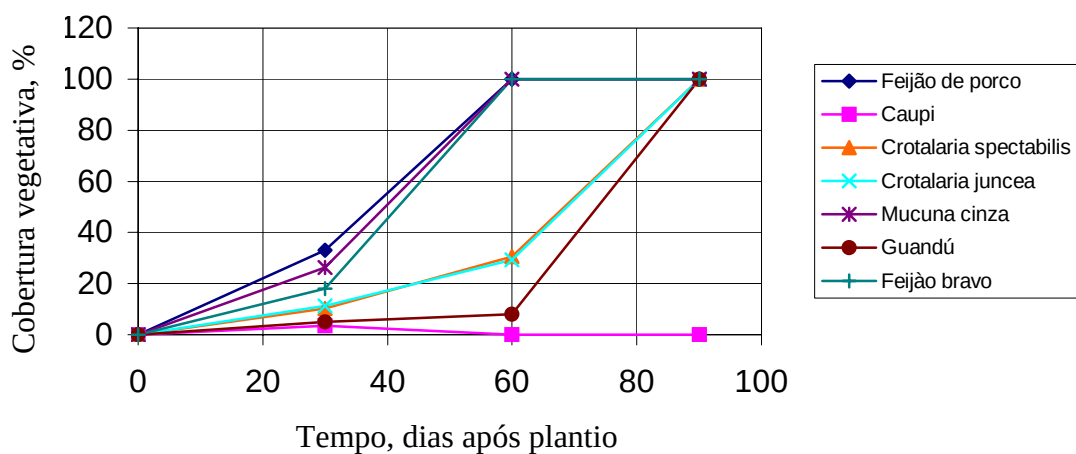


Figura 7: Cobertura do solo (%) pelas leguminosas forrageiras até os 90 dias da semeadura. Estação Rosa.

As produções de massa seca do milho safrinha na estação Renata variaram de 2.083 kg/ha até 6.458 kg/ha, obtidas sob a palhada de feijão de porco e mucuna cinza, respectivamente. As produtividades de grão nesta estação foram de 1.620 kg/ha até 3.871 kg/ha sob as palhadas de *Crotalaria spectabilis* e mucuna cinza respectivamente.

Na estação Rossana, as produções de massa seca do milho safrinha variaram de 3.645 kg/ha até 5.833 kg/ha e as produtividades de grão nesta estação foram de 2.064 kg/ha até 3.556 kg/ha sob as palhadas de *Crotalaria spectabilis* e feijão bravo respectivamente.

O efeito benéfico das leguminosas de verão em fornecer N ao milho, também foi observado no trabalho de De-Polli & Chada, 1989, estando relacionado à capacidade de tais espécies fixar o N_2 atmosférico em simbiose com *Rhizobium*.

4.2. Ensaio de genótipos de *Amaranthus*

Os resultados da produção média de matéria seca das cinco variedades de *Amaranthus* avaliadas aos 63 e 98 dias da semeadura encontram-se no Quadro 2. Nos Quadros 2A e 3A se mostram os valores detalhados que deram origem a esse quadro. Na primeira época de amostragem, as variedades alcançaram produções de matéria seca apreciáveis nas condições de pleno potencial de produção: solo adubado. Já na segunda época de amostragem observou-se queda geral na produção para todas as variedades. De forma geral, pode-se dizer que esta cultura apresenta um grande potencial de formação de cobertura do solo, numa região onde a formação de palhada está na dependência de escassas alternativas.

Quadro 2. Produção média de matéria seca de cinco variedades de *Amaranthus*, aos 63 e 98 dias da semeadura.

Data	Variedades de Amaranthus				
	PI 477913	Japônica	Oscar Blanco	AM 2264	AM 5189
-----t/ha-----					
06/01/99	20,0	32,0	27,0	27,0	33,5
10/02/99	16,7	21,7	22,1	19,0	18,0

Fonte: LARA CABEZAS et al (2000).

Pela Figura 8 nota-se que as plantas alcançaram em torno de 2 m aos 98 dias da semeadura. Na Figura 9 observa-se que nessa mesma época os caules apresentaram o maior diâmetro, sendo uma característica mais predominante das variedades Oscar Blanco e AM 2264. Nas Figuras 10 e 11 pode-se notar que essa época também coincide com o maior tamanho das panículas.

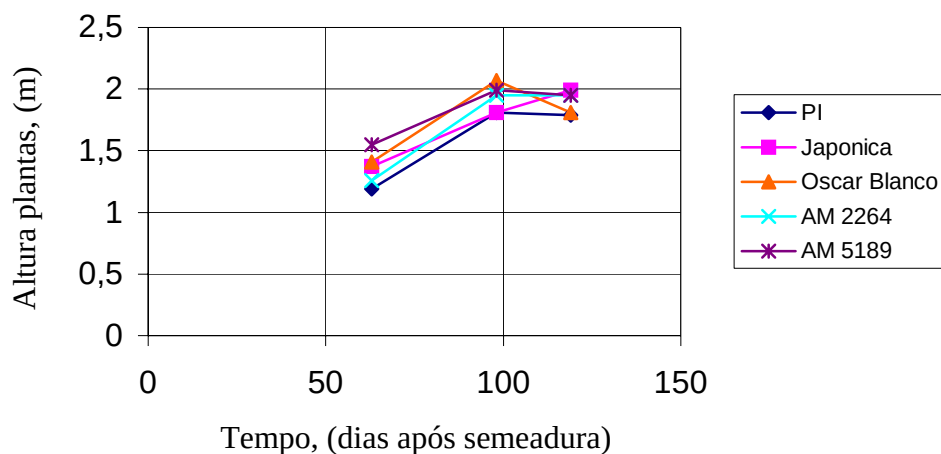


Figura 8. Altura de plantas (m) das cinco variedades de *Amaranthus* no período das águas (98/99) na região do Triângulo Mineiro, MG.

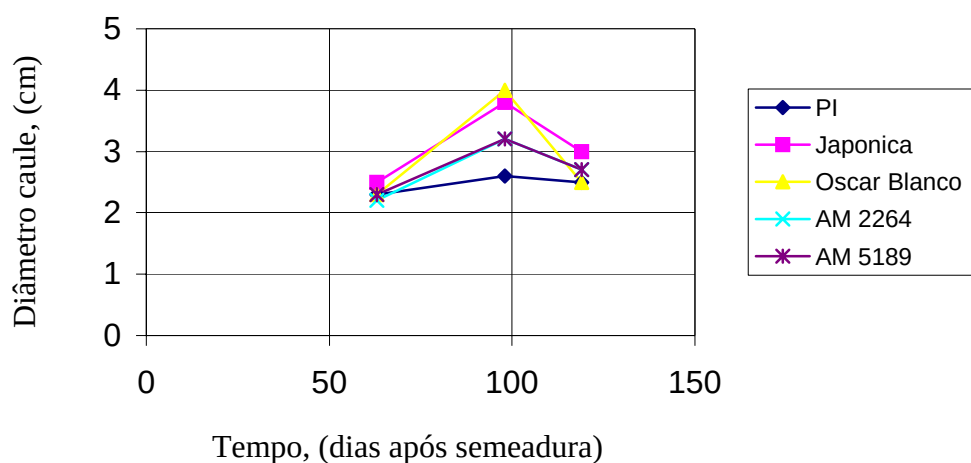


Figura 9. Diâmetro do caule (cm) das cinco variedades de Amaranthus no período das águas (98/99) na região do Triângulo Mineiro, MG.

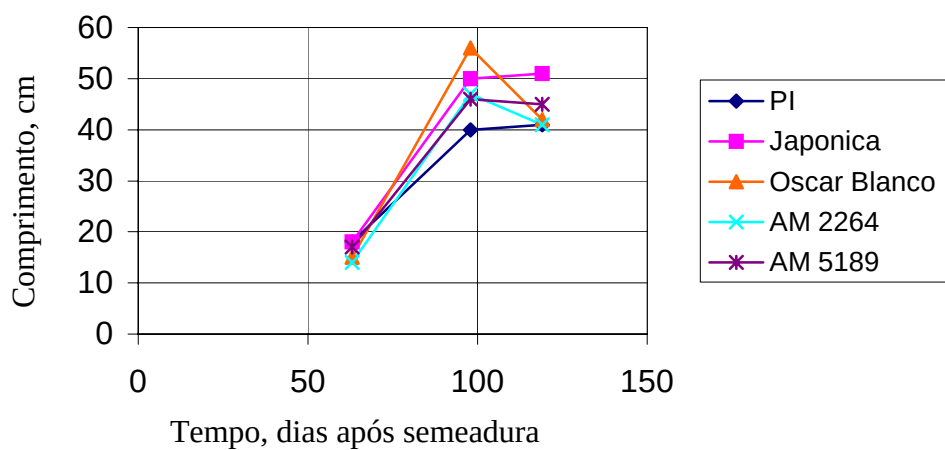


Figura 10. Comprimento da panícula (cm) das cinco variedades de Amaranthus no período das águas (98/99) na região do Triângulo Mineiro, MG.

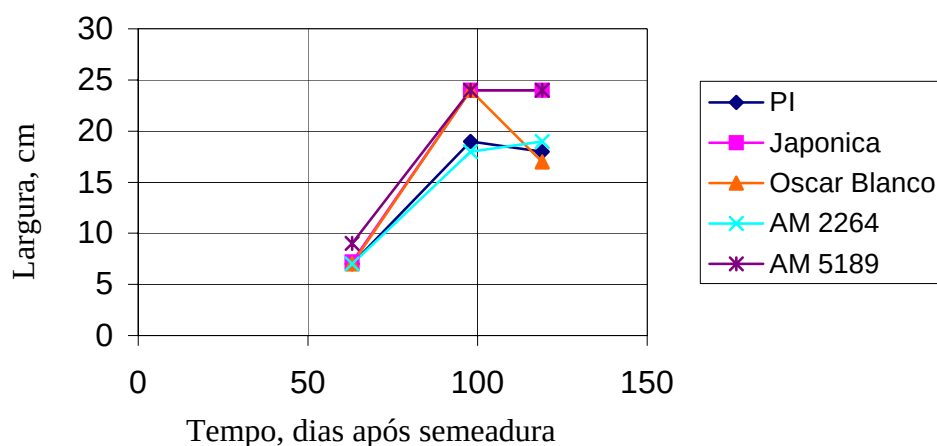


Figura 11. Largura da panícula das cinco variedades de *Amaranthus* no período das águas (98/99) na região do Triângulo Mineiro, MG.

4.3 Safrinhas de Iraí de Minas

A Figura 12 mostra a produção média de matéria seca das 16 culturas de safrinha, avaliadas aos 98 dias da semeadura e o teor de N-total acumulado pela parte aérea. No Quadro 4A apresentam-se os valores detalhados das três repetições. Esses resultados permitiram efetuar uma classificação preliminar das culturas, em termos de produção de matéria seca e N-total reciclado do sistema (Quadro 3).

Dez das culturas ensaiadas, produziram matéria seca até 2.500 kg ha^{-1} , sendo que a quinoa, nabo forrageiro, niger, crotalaria ochroleuca e guandu extraíram do sistema acima de 30 kg/ha de N, culturas que deverão ter uma maior utilização como safrinhas antecessoras do milho, no sistema de rotação.

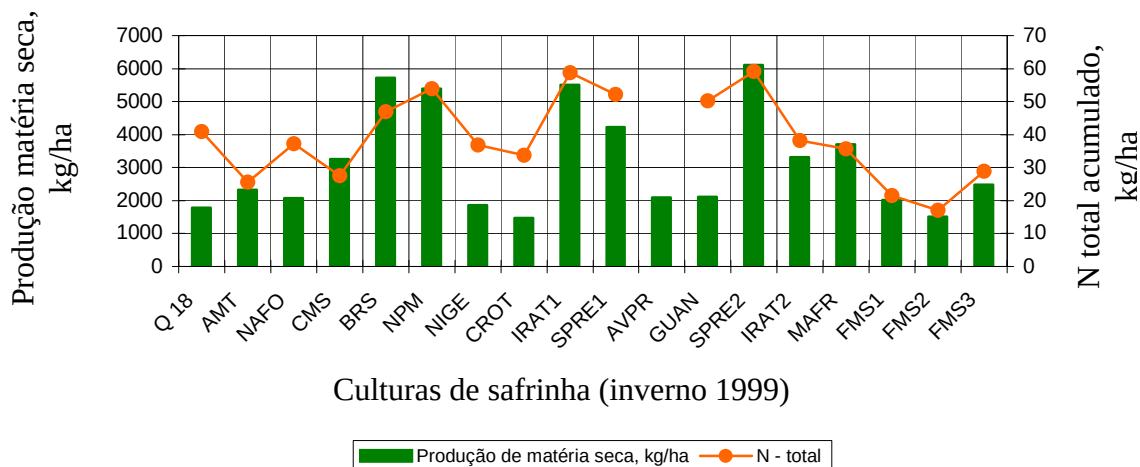


Figura 12. Produção de matéria seca das culturas da safrinha instaladas na Fazenda Lohmamm (Iraí de Minas, MG.) em 02/03/99, após 98 dias de semeadura (08/06/99). Q 18 = quinoa; AMT = amaranthus; NAFO = nabo forrageiro; CMS = milheto CMS 03; BRS = milheto BRS 1501; NPM = milheto NPM 1 alto; NIGE = niger, CROT = *Crotalaria ochroleuca*; IRAT1 = sorgo Irati; SPRE1 = sorgo preto; AVPR = aveia preta; GUAN = guandu; SPRE2 = sorgo preto; IRAT2 = sorgo Irati; MAFR = milheto africano; FMS1 = aveia FMS 1; FMS2 = aveia FMS 2 e FMS3 = aveia FMS 3.

Limitações climáticas causaram uma série de dificuldades no desenvolvimento das culturas. Em média até esta avaliação foi registrado 1,8 mm/dia de água de chuva, ficando concentradas no mês de março, com escassa incidência nos meses de abril, maio e até o dia 08/06/99. No período compreendido entre a semeadura e a avaliação em forma acumulada foram registrados 176,5 mm de água, dos quais 90,4 % ocorreu durante o mês de março. ASSAD (1994) caracteriza veranicos como pequenos períodos sem chuvas quanto maior o conhecimento sobre a quantidade e a distribuição de chuvas, números de dias secos, distribuição temporal dos veranicos e quantificação de chuvas intensas, mais eficaz poderá ser o planejamento da lavoura, do plantio até a colheita. Como exemplo, a avaliação feita

do *Amaranthus* na época das águas e adubado, produzindo acima de 16 t ha⁻¹ de matéria seca e o mesmo produzindo 2,3 t ha⁻¹ na safrinha.

Quadro 3. Classificação das culturas safrinhas avaliadas aos 98 dias da semeadura segundo a produção de matéria seca e N-total acumulado.

Conteúdo de N-total Acumulado (kg/ha)	Produção de matéria seca (kg/ha)		
	0-2500	2500-5000	>5000
0-30	Amaranthus, aveia FMS 1, aveia FMS 2, aveia FMS 3 e aveia preta.	Milheto CMS 3	-
30-60	Quinoa, nabo forrageiro, niger, crotalaria ochroleuca e guandu	Sorgo Irati, milheto africano	Milheto BRS 1501, milheto NPM 1 e sorgo preto.

A classificação do sorgo preto e Irati foi feita considerando a média das duas parcelas demonstrativas.

Fonte: LARA CABEZAS et al (2000).

Esses resultados estão salientando a grande dificuldade na formação de palhada de cobertura no sistema. Ainda fica confirmada a importância do milheto e do sorgo como culturas eficientes na transformação da matéria seca e assimilação de N das camadas superficiais e em profundidade do N mineralizado da matéria orgânica a adubação residual. Portanto, na atualidade essas culturas são estratégicas para a cobertura do solo na implantação do sistema de plantio direto pelo produtor. Desses resultados pode-se concluir que o manejo da adubação nitrogenada de cobertura no milho estaria em função da cultura antecessora. Com o motivo da utilização de gramíneas antecedendo o milho (aveia preta, milheto ou sorgo) seria recomendado antecipar a adubação nitrogenada de cobertura para

antes da semeadura (15 ou 20 dias). A adubação nitrogenada estaria acelerando a decomposição da gramínea para disponibilizar o N quando demandado pelo milho. Por outro lado, quando a cultura antecessora não for uma gramínea (nabo forrageiro, niger ou eventualmente uma leguminosa) seria conveniente efetuar a cobertura nitrogenada tradicional (após semeadura). Nesse caso, a adubação de pós-semeadura do milho, estaria evitando perdas de N tanto do adubo como do N liberado pela safrinha.

A Figura 13 apresenta os resultados médios da produção de matéria seca das safrinhas determinada aos 141 dias da semeadura. No Quadro 5A encontra-se a informação detalhada desta amostragem. Pode-se observar que, em geral, todas as culturas encontram-se num estágio de senescência com substantiva perda de umidade, em relação à colheita anterior. Nesta etapa, ainda o sorgo preto e o sorgo Irati apresentam apreciável produção de matéria seca, num período de estiagem acentuada. Somente foram registrados 26 mm de água entre a amostragem precedente e esta, ocorrendo no dia 15 de junho. Sabe-se que esta cultura apresenta alta resistência a seca, superando ainda ao milheto.

O Quadro 4 mostra a decomposição de alguns materiais considerando somente a parte da planta que efetivamente ficou no local, descontando-se os grãos naqueles onde efetuou-se a colheita e às épocas de roçada. Nos quadros 6A e 7A encontram-se os cálculos da determinação de matéria seca do material roçado, 20 e 94 dias após o manejo.

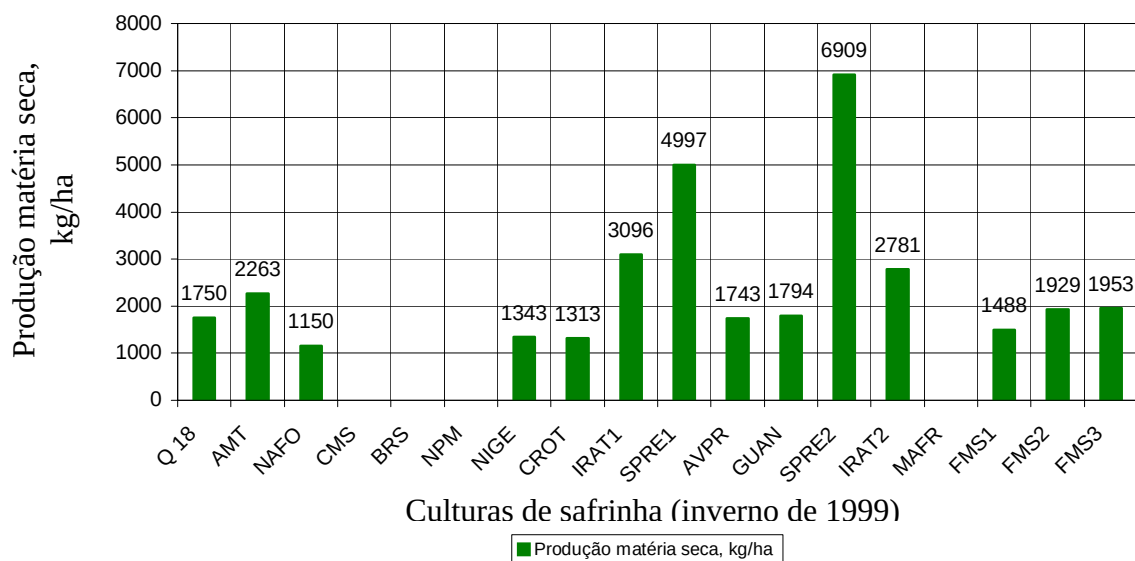


Figura 13. Produção média de matéria seca (kg/ha) das culturas de safrinha instaladas na Fazenda Lohmam (Iraí de Minas, MG.) 141 dias após semeadura. Q 18 = quinoa; AMT = amaranthus; NAFO = nabo forrageiro; CMS = milheto CMS 03; BRS = milheto BRS 1501; NPM = milheto NPM 1 alto; NIGE = niger, CROT = crotalaria ochroleuca; IRAT1 = sorgo Irati; SPRE1 = sorgo preto; IRAT2 = sorgo Irati, MAFR = milheto africano; FMS1 = aveia FMS 1; FMS2 = aveia FMS 2 e FMS3 = aveia FMS 3. (Culturas sem valores correspondem a material tombado na amostragem).

Para as gramíneas (milhetos e sorgo) pode-se verificar que as taxas de decomposição da matéria seca variaram de 0 a 6,1 kg ha⁻¹ dia⁻¹. Cabe destacar a taxa de decomposição da *Crotalaria ochroleuca* (21,9 kg ha⁻¹ dia⁻¹). Estes resultados eram esperado, em função das características dos materiais. Valores variando entre 0 kg ha⁻¹ de N liberado (sorgo) e 3,3 kg ha⁻¹ foram observados para as gramíneas, sendo expressivo o N reciclado para o sistema pela crotalaria (28 kg ha⁻¹ de N). O niger apesar de apresentar um teor de N apreciável (1,54 %), dada a baixa produção de matéria seca, não mostrou esta tendência.

Quadro 4. Decomposição da matéria seca e liberação do N-total de algumas culturas de safrinha aos 94 dias após o manejo em Irati de Minas, MG.

Parâmetros	Safrinhas					
	Milheto CMS3	Milheto BRS 1501	Niger	Crotalaria ochroleuca	Sorgo preto NPM 1 alto	Sorgo Irati
	20 dias após o manejo (05/10/99) ⁽¹⁾					
Matéria seca (kg/ha)	3043	2108	1527	3546	2558	2761
N-total (kg/ha)	21,3	15,4	23,5	58,2	26,1	28,4
	94 dias após o manejo (18/12/99)					
Matéria seca (kg/ha)	2567	1830	1297	1837	2233	2813
N-total (kg/ha)	18,0	13,4	20,0	30,2	22,8	28,09
Taxa decomposição matéria seca (kg/ha dia ⁻¹)	6,1 ⁽²⁾	3,6	2,4	21,9	4,2	0,0
N liberado ao sistema (kg/ha)	3,3 ⁽³⁾	2,0	3,5	28,0	3,3	0,0

⁽¹⁾ As matérias secas avaliadas foram da palhada menos os grãos: milheto CMS 3, BRS 1501 e milheto NPM – 1 alto roçadas em 01/10/99, niger e sorgo pretos roçados em 15/09/99 e *Crotalaria ochroleuca* e sorgo Irati roçados em 01/10/99.

⁽²⁾ Cálculo da taxa de decomposição: $(MS1 - MS2)/(t1 - t2)$, considerando as épocas em que foram efetivamente roçadas menos a exportação dos grãos.

⁽³⁾ Cálculo da liberação de N: $(Nt - MS1 - Nt - MS2)$, considerando as condições dos materiais assinaladas anteriormente.

Fonte: LARA CABEZAS et al (2000).

5. CONCLUSÕES

Os rendimentos de milho após o cultivo da mucuna cinza e *Crotalaria juncea* foram superiores aos obtidos sobre vegetação espontânea.

Apesar dos problemas tidos com o *Amaranthus* por ocasião da semeadura (tamanho das sementes e condições de umidade do solo para favorecer a emergência e uniformidade do estande de plantas), o *Amaranthus* apresentou-se como excelente alternativa para produção de matéria seca na implantação do sistema de plantio direto na época das águas.

Na época de máxima produção avaliadas das culturas de safrinha em Iraí de Minas, MG, 98 dias após a semeadura, destacam-se os sorgos e milhetos com alta absorção de nitrogênio do sistema, seguido pelas outras culturas com produções até 2.500 kg ha⁻¹ e recuperações variáveis de nitrogênio na matéria seca.

No período de outubro a dezembro, o material composto de gramíneas sofreu uma decomposição média de até 6 kg ha⁻¹ dia de matéria seca, com uma reduzida liberação do

nitrogênio, de até 3 kg ha⁻¹ nesse período. A leguminosa *Crotalaria ochroleuca* apresentou uma expressiva decomposição e liberação do N acumulado pela parte aérea.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AITA, C. et all. Efeito de espécies de inverno na cobertura do solo e fornecimento de nitrogênio ao milho em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciências de Solo**, Campinas, n. 20, p. 135 – 140, 1996.

ALFAIA, S. S. Mineralização do nitrogênio incorporado como material vegetal em três solos da Amazônia Central. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, n.21, p.387-392, 1997.

ALMEIDA, L. M. & SANGOI, L. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio para a cultura do milho num solo com alto teor de matéria orgânica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.1, p.13-24, janeiro, 1994.

ASSAD, E.D. Análise do risco climático do plantio à colheita In: Landers, J. **Fascículo de experiências de plantio direto no cerrado**. Goiânia: Associação de plantio direto no cerrado, p.167-183, 1994.

BAYER, C. & MIELNICZUK, J. Nitrogênio total de um solo submetido a diferentes métodos de preparo e sistemas de cultura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.21, p.235-239, 1997.

CALEGARI, A. **Adubação verde no Sul do Brasil**. 2^a ed. Rio de Janeiro: ASPTA, 1993. 346 p.

C. A. CERETTA et al. Fornecimento de nitrogênio por leguminosas na primavera para o Milho em sucessão nos sistemas de cultivo mínimo e convencional. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Campinas, v. 18, p. 215-220, 1994.

CALVACHE, U. M. et al. Absorção e redistribuição do nitrogênio proveniente do fertilizante. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, n.17, p.1547 – 1557, 1982.

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

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

DERPSCH, R., CALEGARI, A. **Guia de plantas para adubação de inverno**. Londrina: Fundação Instituto Agrônômico do Paraná, 1985. 96 p. (Documentos, IAPAR 9).

GASSEN, D., GASSEN, F. **Plantio direto o caminho do futuro**. Passo Fundo: Aldeia Sul, 1996. 207 p.

G. ROLOFF & O. J. BERTOL. Método para a estimativa da cobertura do solo e da altura do dossel de algumas culturas de verão. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Campinas, v. 22, p. 319 – 327, 1998.

KANTHACK, D. A. R. et al. Nitrogênio aplicado em cobertura no milho após tremoço. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.1, p.99-104, 1991.

MIYASAKA, S. et al. **Adubação orgânica, adubação verde e rotação de culturas no Estado de São Paulo**. 2º ed. Campinas: Fundação Cargill, 1984 138 p.

MIYASAKA, S. Histórico de estudos de adubação verde, leguminosas viáveis e suas características. In: FUNDAÇÃO CARGILL. **Adubação verde no Brasil**. Campinas, 1984. 363 p.

PEREIRA, J. **O feijão guandu: uma opção para a agropecuária brasileira**, Planaltina –

DF: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – CPAC, 1995. 20 p. (Circular técnica, 20).

SIDIRAS, N. et al. Efeito da intensidade de chuva na desagregação por impacto de gotas em três sistemas de preparo do solo. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Campinas, v. 8, p. 251 – 254, 1984.

TEIXEIRA, L. A. J. et al. Nitrogênio do solo, nutrição e rendimento de milho afetados por sistemas de cultura. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Campinas, v. 18, p. 207-214, 1994.

TESTA V. et al. Características químicas de um podzólico Vermelho-Escuro afetados por sistemas de culturas. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Campinas, v. 16, p. 107 – 114, 1992.

TITTOTO, K. Produção de culturas forrageiras em Latossolo Vermelho-Escuro (LE) do triângulo mineiro em sistema de plantio direto no período de inverno.

Uberlândia:Universidade Federal de Uberlândia, 1996. 54 p.

APÊNDICE

Estação: RENATA								
Feijão de porco (F.P)	Pousio	<i>Crotalaria a spect.</i> (Cr.S)	Guandu anão (G.A.)	<i>Crotalaria a Juncea</i> (C.J.)	Mucuna cinza (M.C.)	Feijão guandu (F.G.)	Feijão bravo (F.B.)	Caupi (C.P.)
Estação: ROSSANA								
M.C.	C.J.	F.B.	G.N.	F.P.	Pousio	Cr.S.	G.A.	C.P.
Estação: ROSA								
C.P.	Cr.S	G.A.	M.C.	Pousio	F.P.	F.B.	G.N.	C.J.

Figura 1A. Esquema de distribuição das parcelas semeadas com as leguminosas forrageiras (20/11/97).

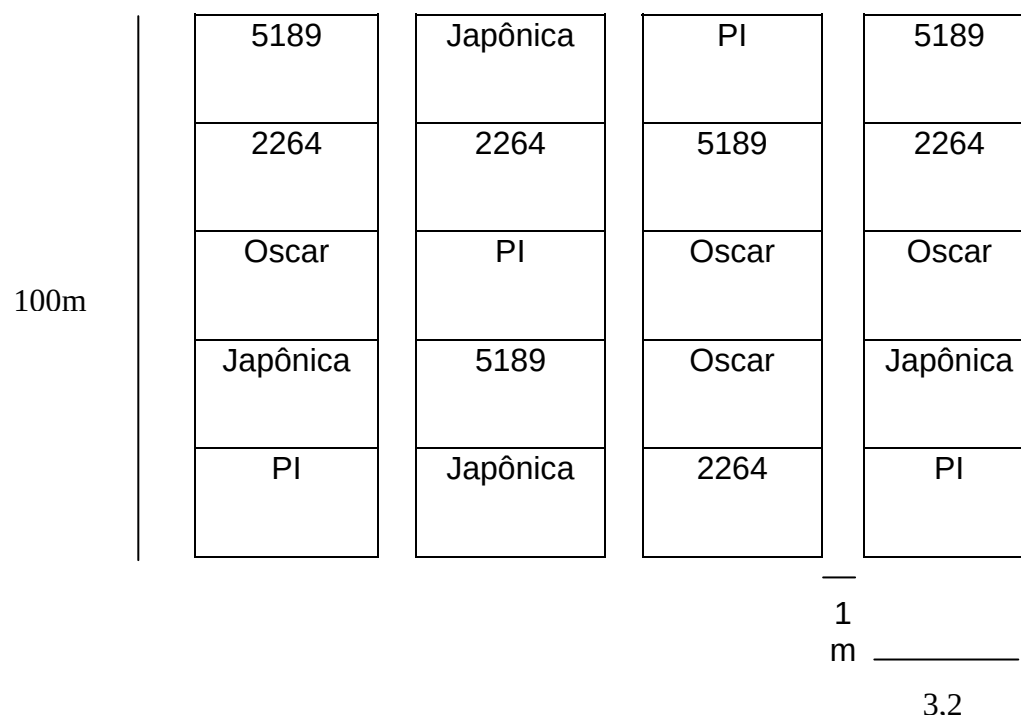


Figura 2A. Esquema das parcelas dos genótipos de *Amaranthus*.

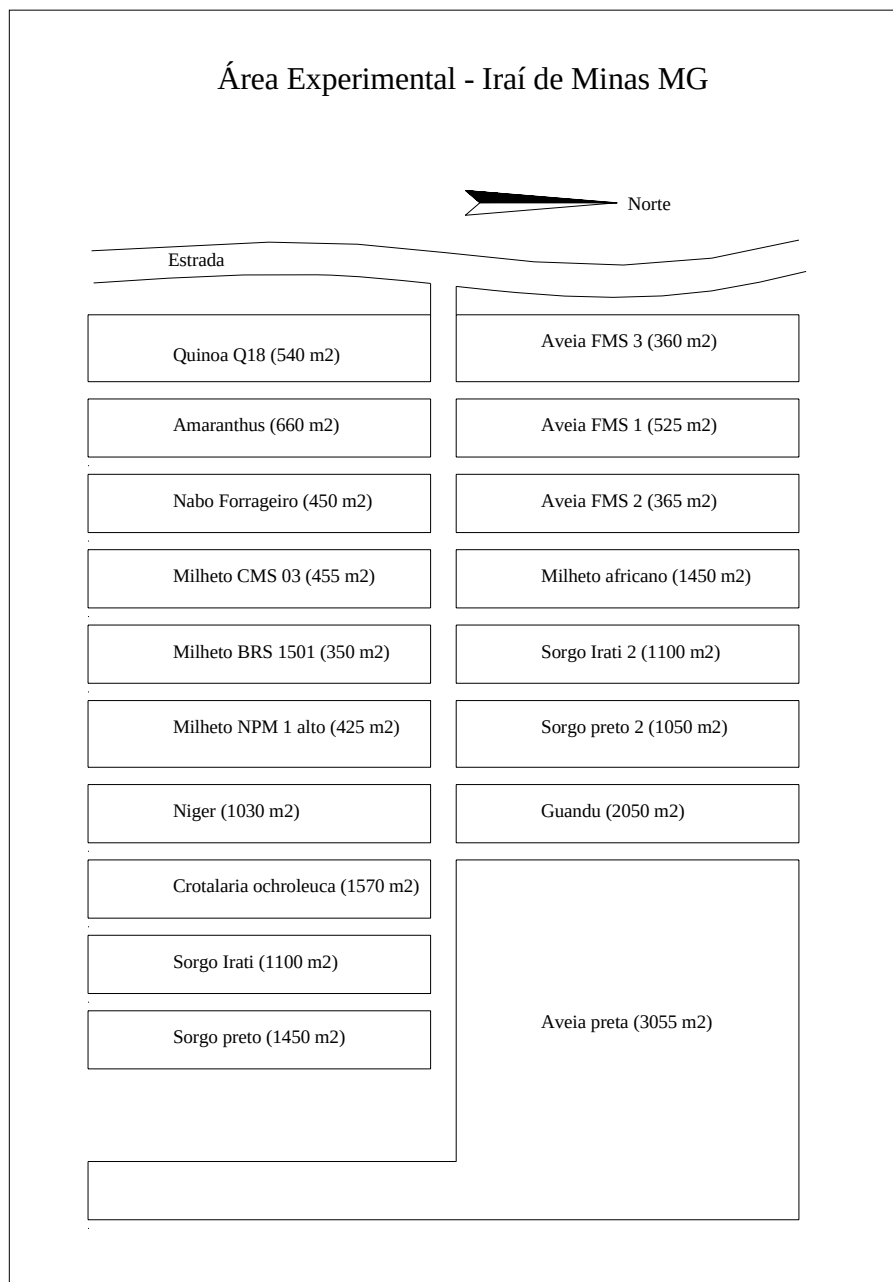


Figura 3A. Esquema de distribuição e tamanho das parcelas semeadas com as culturas de safrinha em Iraí de Minas MG (02/03/99).

Quadro 1A. Produtividade e produção de matéria seca do milho safrinha Cargil C-701 sob leguminosas forrageiras.

Cultura Forrageira	Estação Renata		Estação Rossana	
	Massa seca	Produtividade	Massa seca	Produtividade
	-----kg/ha-----			
Guandu anão	3125	1829	4333	3093
Mucuna cinza	6458	3871	4062	2557
<i>Crotalaria spectabilis</i>	4375	1620	3645	2064
<i>Crotalaria juncea</i>	5521	2993	4812	2227
Feijão bravo	4166	2266	5833	3556
Feijão de porco	2083	1963	3750	2285
Pousio	5229	2285	3854	2129

Quadro 2A. Produção de matéria seca de cinco variedades de *Amaranthus*, 63 dias após a semeadura (06/01/99).

Variedades	Repetição	Matéria verde	Matéria seca	Matéria seca
		-----g/m ² -----		t/ha
PI 477913	1	4200 ⁽¹⁾	1800	18,0
	2	6300	2200	22,0
Média				20,0
Japônica	1	6250	2600	26,0
	2	7000	3800	38,0
Média				32,0
Oscar Blanco	1	7600	2700	27,0
Média				27,0
AM 2264	1	6200	2700	27,0
Média				27,0
AM 5189	1	7400	2800	28,0
	2	7650	3900	39,0
Média				33,5
Média geral				27,9

⁽¹⁾ Cada repetição obtida a partir da amostragem de 1m² em cada parcela

Quadro 3A. Produção de matéria seca de cinco variedades de *Amaranthus*, 98 dias após a semeadura (10/02/99).

Variedades	Repetição	Matéria verde total	Matéria verde subamostra	Matéria seca subamostra	Matéria seca
		-----	g/m ²	-----	t/ha
PI 477913	1	6750 ⁽¹⁾	938,5	204,9	14,7
	2	6900	688,4	186,4	18,7
Média					16,7
Japônica	1	10500	656,1	156,3	25,0
	2	8800	643,2	133,7	18,3
Média					21,7
Oscar Blanco	1	10600	761,9	159,1	22,1
					0,0
Média					22,1
AM 2264	1	8650	899,4	197,9	19,0
Média					19,0
AM 5189	1	8000	914,9	209,2	18,3
	2	8500	1227,9	254,9	17,6
Média					18,0
Média geral					19,5

⁽¹⁾ Cada repetição obtida a partir da amostragem de 1m² em cada parcela

Quadro 4A. Produção de matéria seca e teor de N-total acumulado na planta, 98 dias após a semeadura das culturas de safrinha em Iraí de Minas (08/06/99)

Cultura	Repetição	Matéria g/0,5 m ²	Matéria	Massa seca kg/ha	Teor de N %	N-total kg/ha
Quinoa	1	343,0	88,0	1760	2,31	40,7
	2	388,0	91,0	1820		42,0
	3	312,0	87,5	1750		40,4
Média		347,7	88,8	1777		41,0
<i>Amaranthus</i>	1	406,0	115,9	2318	1,10	25,5
	2	384,5	110,8	2216		24,4
	3	416,5	122,6	2452		27,0
Média		402,3	116,4	2329		25,6
Nabo Forrageiro	1	204,5	105,5	2110	1,79	37,8
	2	279,5	97,5	1950		34,9
	3	280,5	108,5	2170		38,8
Média		254,8	103,8	2077		37,2
Milheto CMS 03	1	246,0	160,8	3216	0,85	27,3
	2	309,5	162,0	3240		27,5
	3	336,5	164,8	3296		28,0
Média		297,3	162,5	3251		27,6
Milheto BRS 1501	1	576,5	246,6	4932	0,82	40,4
	2	556,0	305,0	6100		50,0
	3	421,0	305,8	6116		50,2
Média		517,8	285,8	5716		46,9
Milheto NPM - 1 Alto	1	554,5	277,5	5550	1,00	55,5
	2	374,0	255,0	5100		51,0
	3	479,5	276,9	5538		55,4
Média		469,3	269,8	5396		54,0
Niger	1	248,0	101,5	2030	1,98	40,2
	2	276,5	95,0	1900		37,6
	3	311,5	82,7	1654		32,7
Média		278,7	93,1	1861		36,9

....continua...

Quadro 4A. Cont.

Cultura	Repetição	Matéria verde	Matéria seca	Massa seca	Teor de N	N-total
		g/0,5 m ²		kg/ha	%	kg/ha
<i>Crotalaria</i>	1	263,5	63,0	1260		28,9
<i>Ochroleuca</i>	2	220,0	72,7	1454	2,29	33,3
	3	190,5	84,9	1698		38,9
Média		224,7	73,5	1471		33,7
Sorgo Irati 1	1	750,5	232,6	4652		49,8
	2	732,5	343,5	6870	1,07	73,5
	3	918,0	248,8	4976		53,2
Média		800,3	275,0	5499		58,8
Sorgo Preto 1	1	1096,0	22,8	4456		54,8
	2	1037,5	215,5	4310	1,23	53,0
	3	858,5	196,8	3936		48,4
Média		997,3	211,7	4234		52,1
Aveia preta	1	229,0	109,0	2180		-
	2	147,5	95,8	1916	-	-
	3	160,5	110,5	2210		-
Média		179,0	105,1	2102		-
Guandu	1	252,5	100,5	2010		47,8
	2	244,0	106,2	2124	2,38	50,6
	3	321,5	110,0	2200		52,4
Média		272,7	105,6	2111		50,2
Sorgo preto 2	1	795,0	298,7	5974		57,9
	2	864,5	307,0	6140	0,97	59,6
	3	1086,0	310,5	6210		60,2
Média		915,2	305,4	6108		59,2
Sorgo Irati 2	1	399,0	156,2	3124		35,9
	2	482,5	149,5	2990	1,15	34,4
	3	699,0	193,0	3860		44,4
Média		526,8	166,2	3325		38,2
Milheto Africano	1	719,0	256,2	5124		49,2
	2	624,5	154,1	3082	0,96	29,6
	3	491,5	145,5	2910		27,9
Média		611,7	185,3	3705		35,6

...continua...

Quadro 4A. Cont.

Cultura	Repetição	Matéria verde	Matéria seca	Massa seca	Teor de N	N-total
		-----g/0,5 m ² -----		kg/ha	%	kg/ha
Aveia FMS 1	1	138,0	89,0	1780		19,0
	2	131,0	80,9	1618	1,07	17,3
	3	221,0	132,0	2640		28,2
Média		160,0	100,6	2013		21,5
Aveia FMS 2	1	132,5	86,5	1730		19,4
	2	98,0	68,8	1376	1,12	15,4
	3	82,5	73,0	1460		16,4
Média		104,3	76,1	1522		17,0
Aveia FMS 3	1	214,5	143,3	2866		33,8
	2	204,0	121,2	2424	1,18	28,6
	3	242,5	102,5	2050		24,2
Média		220,3	122,3	2447		28,9

Quadro 5 A. Produção de matéria seca, 141 dias após a semeadura das culturas de safrinha em Iraí de Minas (13/07/99).

Cultura	Repetição	Matéria verde	Matéria seca	Massa seca
		g/0,5 m ²		kg/ha
Quinoa	1	319,5	126,2	2524
	2	268,0	81,8	1636
	3	159,5	54,5	1090
Média		249,0	87,5	1750
Amaranthus	1	461,0	129,4	2588
	2	215,0	90,9	1818
	3	243,0	119,2	2384
Média		306,3	113,2	2263
Nabo Forrageiro	1	65,5	61,2	1224
	2	75,5	58,1	1162
	3	89,0	53,2	1064
Média		76,7	57,5	1150
Milheto CMS 03	1	- ⁽¹⁾	-	-
	2	-	-	-
	3	-	-	-
Média		-	-	-
Milheto BRS 1501	1	-	-	-
	2	-	-	-
	3	-	-	-
Média		-	-	-
Milheto NPM - 1 Alto	1	-	-	-
	2	-	-	-
	3	-	-	-
Média		-	-	-
Niger	1	106,5	73,5	1470
	2	82,0	65,5	1310
	3	79,0	62,5	1250
Média		89,2	67,2	1343
<i>Crotalaria</i>	1	154,0	58,0	1160
<i>Ochroleuca</i>	2	156,0	66,6	1332
	3	190,5	72,3	1446
Média		166,8	65,6	1313
Sorgo Irati 1	1	392,0	154,1	3082
	2	363	154,8	3096
	3	464,5	155,5	3110
Média		406,5	154,8	3096
..continua...				

Quadro 5 A. Cont.

Cultura	Repetição	Matéria verde	Matéria seca	Massa seca
		g/0,5 m ²		kg/ha
Sorgo preto	1	747,0	303,6	6072
	2	678,0	248,2	4964
	3	467,0	197,8	3956
Média		630,7	249,9	4997
Aveia preta	1	96,0	77,6	1552
	2	104,0	86,8	1736
	3	123,5	97,1	1942
Média		107,8	87,2	1743
Guandu	1	215,0	102,1	2042
	2	184,5	82,2	1644
	3	200,0	84,8	1696
Média		199,8	89,7	1794
Sorgo preto 2	1	863,0	352,0	7040
	2	785,0	338,6	6772
	3	831,0	345,7	6914
Média		826,3	345,4	6909
Sorgo Irati 2	1	325,0	117,8	2356
	2	383,5	151,0	3020
	3	361,0	148,3	2966
Média		356,5	139,0	2781
Milheto africano	1	- ⁽¹⁾	-	-
	2	-	-	-
	3	-	-	-
Média		-	-	-
Aveia FMS 1	1	105,0	90,7	1814
	2	76,0	69,3	1386
	3	80,0	63,2	1264
Média		87,0	74,4	1488
Aveia FMS 2	1	107,5	95,8	1916
	2	122,0	108,8	2176
	3	101,0	84,7	1694
Média		110,2	96,4	1929
Aveia FMS 3	1	115,0	95,2	1904
	2	88	78,5	1570
	3	142,0	119,2	2384
Média		115,0	97,6	1953

Quadro 6A. Matéria seca e N-total parte aérea estimada após 20 dias do manejo das safrinhas em Iraí de Minas (05/10/99).

Cultura	Repetição	Matéria verde	Matéria seca	Massa seca	Teor de N	N-total
		-----g/m2-----		kg/ha	%	kg/ha
Quinoa	1	63,0	65,3	1306 ⁽¹⁾		32,9
	2	66,5	69,7	1394	2,52 ⁽²⁾	35,1
	3	50,0	51,8	1036		26,1
Média				1245		31,4
Amaranthus	1	65,0	67,3	1346		14,0
	2	65,0	67,8	1356	1,04	14,1
	3	57,0	58,8	1176		12,2
Média				1293		13,4
Nabo Forrageiro	1	112,0	116,6	2332		33,3
	2	132,5	138,0	2760	1,43	39,5
	3	90,0	93,8	1876		26,8
Média				2323		33,2
Milheto CMS 03	1	111,5	128,3	2566		18,0
	2	141,0	144,2	2884	0,70	20,2
	3	186,0	184,0	3680		25,8
Média				3043		21,3
Milheto BRS 1501	1	121,0	123,9	2478		18,1
	2	85,0	87,2	1744	0,73	12,7
	3	103,5	105,1	2102		15,3
Média				2108		15,4
Milheto NPM - 1 Alto	1	86,0	88,5	1770		21,1
	2	94,5	97,7	1954	1,19	23,3
	3	95,5	97,4	1948		23,2
Média				1891		22,5
Niger	1	76,5	79,1	1582		24,4
	2	68,0	70,6	1412	1,54	21,7
	3	76,0	79,3	1586		24,4
Média				1527		23,5
<i>Crotalaria ochroleuca</i>	1	144,5	148,2	2964		48,6
	2	164,0	170,7	3414	1,64	56,0
	3	204,5	213,0	4260		69,9
Média				3546		58,2

...continua...

Quadro 6A. Cont.

Cultura	Repetição	Matéria verde	Matéria seca	Massa seca	Teor de N	N-total
		-----g/m ² -----		kg/ha	%	kg/ha
Sorgo Irati 1	1	140,5	140,0	2812	1,09	30,7
	2	145,5	137,0	2740		29,9
	3	126,5	125,7	2514		27,4
Média				2689		29,3
Guandu	1	63,0	65,3	1306	2,52	32,9
	2	77,5	79,6	1592		40,1
	3	86,5	78,5	1570		39,6
Média				1489		37,5
Sorgo Preto 2	1	110,0	98,5	1970	0,98	19,3
	2	124,5	98,7	1974		19,3
	3	197,5	162,2	3244		31,8
Média				2396		23,5
Sorgo Irati 2	1	124,0	128,4	2568	0,97	24,9
	2	141,0	142,6	2852		27,7
	3	149,0	153,8	3076		29,8
Média				2832		27,5
Milheto Africano	1	217,0	226,5	4530	1,12	50,7
	2	163,0	168,4	3368		37,7
	3	110,0	113,5	2270		25,4
Média				3389		37,9

⁽¹⁾ As repetições foram efetuadas dentro da parcela ao acaso, com quadrante de 1 m².

⁽²⁾ O teor de N foi determinado a partir da uma amostra composta das três repetições de matéria seca

Quadro 7A. Matéria seca roçada após 94 dias do manejo das safrinhas em Iraí de Minas - MG (18/12/99) ⁽¹⁾

Cultura	Repetição	Matéria verde g/m ²	Matéria seca	Matéria seca kg/ha
Sorgo Preto	1	203,0	199,8	1998
	2	226,0	223,0	2230
	3	258,8	247,0	2470
Média				2233
<i>Crot. Ochroleuca</i>	1	133,2	126,6	1266
	2	240,8	236,0	2360
	3	190,4	188,6	1886
Média				1837
Milheto NPM -1 alto	1	215,4	210,0	2100
	2	170,2	166,4	1664
	3	157,0	155,0	1550
Média				1771
Sorgo Irati	1	292,0	288,0	2880
	2	338,0	332,0	3320
	3	228,0	224,0	2240
Média				2813
Milheto CMS 03	1	251,0	246,0	2460
	2	277,4	271,0	2710
	3	257,0	253,0	2530
Média				2567
Milheto BRS 1501	1	113,1	222	2220
	2	184,0	181	1810
	3	184,0	146	1460
Média				1830
Niger	1	138,4	134,2	1342
	2	156,0	150,0	1500
	3	107,0	105,0	1050
Média				1297

⁽¹⁾As repetições foram efetuadas dentro da parcela, ao acaso com quadrante de 1 m². As coberturas determinadas nesta coleta correspondem às safrinhas que foram roçadas. As outras culturas foram colhidas para grão, incluindo a palha pelo que foram eliminadas da amostra.

