

## PLANTAS DE COBERTURA DE SOLO E SEUS EFEITOS NO DESENVOLVIMENTO DA CULTURA DO ARROZ DE TERRAS ALTAS EM CULTIVO ORGÂNICO<sup>1</sup>

Roberta Paula de Jesus<sup>2</sup>, Graciella Corcioli<sup>2</sup>, Agostinho Dirceu Didonet<sup>3</sup>, Jácomo Divino Borges<sup>2</sup>, José Aloísio Alves Moreira<sup>3</sup>, Natan Fontoura da Silva<sup>2</sup>

### ABSTRACT

#### COVER CROPS EFFECTS ON THE DEVELOPMENT OF UPLAND RICE UNDER ORGANIC FARMING SYSTEM

This research was conducted in an experimental area in Santo Antônio de Goiás (16°28'S, 49°17'W and altitude 823 m), Brazil, during the months of June, 2004, and March, 2005. The upland rice variety Aimoré was used along with several cover crops aiming to evaluate leaf area, number of tillers, dry matter, and nitrogen content in the phytomass during the rice crop cycle. The experimental design was the randomized blocks one, with five treatments and four replications. The treatments consisted of different cover crops, such as velvet bean (*Mucuna aterrima*), sunn hemp (*Crotalaria juncea*), dwarf pigeon pea (*Cajanus cajan*), broom sorghum (*Sorghum bicolor*), and a check treatment with spontaneous vegetation growing among the rice plants. The leguminous plants, specially *C. juncea*, presented better results in tillering production, leaf area index, dry matter yield, and accumulated nitrogen content, if compared to the treatments where grasses were used as soil cover crop. It was concluded that rice presented a satisfactory development in the different soil cover treatments, specially after leguminous cultivation.

KEY WORDS: rice, green manure, leaf area index, dry matter.

### RESUMO

O experimento foi conduzido numa área experimental em Santo Antônio de Goiás (16°28'S, 49°17'W e altitude de 823 m), no período de junho de 2004 a março de 2005. Utilizou-se a cultivar Aimoré de arroz de terras altas, em seqüência a diferentes plantas de cobertura de solo, com o objetivo de avaliar o índice de área foliar (IAF), número de afixos, acúmulo de massa de matéria seca (MMS) e o teor de nitrogênio acumulado na fitomassa durante o ciclo da cultura do arroz. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com cinco tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram as diferentes plantas de cobertura de solo, mucuna preta (*Mucuna aterrima*), crotalária juncea (*Crotalaria juncea*), guandu anão (*Cajanus cajan*), sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor*), e o tratamento testemunha com vegetação espontânea (pousio). As leguminosas, com destaque para a crotalária, propiciaram melhores resultados em número de afixos, IAF, MMS e teor de nitrogênio acumulado, quando comparadas ao tratamento em que se utilizou gramínea como cobertura vegetal. Pode-se concluir que a cultura do arroz apresenta desenvolvimento satisfatório nos diversos tipos de cobertura de solo, principalmente quando conduzida após o cultivo de leguminosas, em sistema orgânico de produção.

PALAVRAS-CHAVE: arroz, adubação verde, índice de área foliar, massa de matéria seca.

### INTRODUÇÃO

O uso abusivo de fertilizantes e de outros produtos químicos e a mecanização intensiva, em um sistema de produção convencional, causam a degradação química, física e biológica do solo, reduzindo a sua fertilidade. Tornou-se, assim necessário o desen-

volvimento e a adoção de técnicas de manejo que minimizem ou excluam o uso de produtos químicos industrializados, sobretudo aqueles com algum efeito tóxico, visando interferência mínima no agroecossistema e a sustentabilidade do sistema produtivo.

A crescente preocupação da população em geral com a qualidade e a origem dos alimentos, bem

1. Parte da dissertação de mestrado da primeira autora, desenvolvida na Embrapa Arroz e Feijão, e apresentada à Universidade Federal de Goiás (UFG). Trabalho recebido em ago./2006 e aceito para publicação em out./2007 (registro nº 699).

2. Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos /UFG, Progr. de Pós-Grad. em Agronomia. Caixa Postal 131, CEP 74001-970 Goiânia, GO. E-mails: [rpauladejesus@yahoo.com.br](mailto:rpauladejesus@yahoo.com.br); [gracior@ig.com.br](mailto:gracior@ig.com.br); [jacomob@agro.ufg.br](mailto:jacomob@agro.ufg.br); [natan@agro.ufg.br](mailto:natan@agro.ufg.br)

3. Embrapa Arroz e Feijão (CNPAF), Caixa Postal 179, CEP 75375-000 Santo Antônio de Goiás, GO.  
E-mails: [didonet@cnfap.embrapa.br](mailto:didonet@cnfap.embrapa.br); [jaloisio@cnfap.embrapa.br](mailto:jaloisio@cnfap.embrapa.br)

como com o modelo atual de agricultura intensiva, em que predominam as monoculturas, sinaliza para os diversos setores sociais sobre a necessidade de se desenvolver sistemas sustentáveis de produção de alimentos. Neste sentido, a chamada agricultura agroecológica, que visa preservar o ambiente natural e a biodiversidade, sem provocar danos à saúde de quem consome esses alimentos, apresenta-se como uma das principais estratégias (Welch & Graham 1999).

A agricultura orgânica é uma prática agrícola que está em plena expansão, devido ao aumento significativo na demanda por alimentos saudáveis. O crescimento acelerado do mercado, nos últimos anos, porém, originou uma grande defasagem entre as demandas e a oferta de informações e de tecnologias. Assim, existe uma série de limitações para a adoção desse tipo de manejo e, conseqüentemente, para o atendimento do crescente mercado interno e externo de produtos orgânicos.

O manejo adequado do solo, privilegiando sistemas conservacionistas em seu preparo, ações culturais (rotação, sucessão de culturas e adubação verde), e o controle integrado de plantas invasoras, de pragas e doenças por métodos biológicos, protegem a fauna e a flora microbiana do solo, preservam os inimigos naturais (parasitóides, parasitas e predadores), além de manter ou melhorar as qualidades físicas, químicas e biológicas do solo.

A rotação e, ou, sucessão de culturas é uma prática importante para a manutenção da capacidade produtiva dos solos nos sistemas agrícolas, independentemente do manejo de solos. Essa prática é especialmente importante quando se trata das culturas como os cereais e as oleaginosas, pois há grande diminuição na produtividade desses quando se realizam plantios anuais na mesma área. Assim, o emprego de culturas que cobrem o solo por intervalos de tempo maiores é necessário quando se buscam sistemas de produção sustentáveis (Santos & Reis 2001).

Segundo Primavesi (1999), o predomínio de monoculturas pode ser quebrado com a inclusão de culturas para adubação verde; isto é, com o uso de plantas em rotação, sucessão ou consorciação com as culturas, incorporando-as ao solo ou deixando-as na superfície. Isso enriquece o solo com materiais orgânicos diferentes e contribui para a diversificação da vida no solo, melhorando as condições para a cultura principal.

De acordo com Silva *et al.* (1999), a fertilidade do solo é bastante influenciada pela adubação verde, a qual promove aumento do teor de matéria orgânica do solo ao longo dos anos (adição da fitomassa total ao sistema); aumento da disponibilidade de macro e micronutrientes em formas assimiláveis pelas plantas; formação de ácidos orgânicos fundamentais ao processo de solubilização dos minerais; diminuição nos teores de alumínio trocável; elevação do pH do solo e, conseqüentemente, diminuição da acidez (sobretudo se o adubo verde for uma leguminosa).

Entre os benefícios da adubação verde, pode-se citar a fixação biológica do nitrogênio atmosférico pelas leguminosas; aumento do teor de matéria orgânica no solo; reciclagem de nutrientes que estão em camadas mais profundas do solo; redução da infestação de plantas invasoras; melhoria da porosidade do solo, favorecendo a infiltração e retenção de água; fornecimento de cobertura morta, protegendo o solo contra chuvas fortes que provocam erosão; descompactação do solo, devido ao aumento do teor de matéria orgânica; aumento da atividade microbiana no solo; recuperação dos solos degradados; controle de nematóides fitoparasitos; diminuição do alumínio trocável e elevação do pH (Osterroht 2002).

Calegari *et al.* (1992) sintetizam os benefícios da adubação verde para os sistemas agrícolas em quatro pontos básicos: cobertura e proteção do solo; manutenção e, ou, melhoria das condições físicas, químicas e biológicas no solo; "aração" biológica e introdução de microvida em profundidade no solo; e uso eventual da fitomassa produzida na alimentação animal ou em outras finalidades (ex. produção de fibras, sementes etc.).

Tendo em vista a importância do nitrogênio na produtividade dos sistemas agrícolas, devem-se estabelecer estratégias para a inserção de leguminosas capazes de repor este elemento, por meio da fixação biológica de nitrogênio, em quantidades necessárias para o desenvolvimento das culturas e para garantir um balanço de nitrogênio positivo para o sistema. Além das leguminosas, o manejo de espécies espontâneas e de cobertura, capazes de reciclar o nitrogênio que se encontra no solo, às vezes em camadas mais profundas, é essencial para a sustentação dos níveis de produção e para o equilíbrio do ambiente. Portanto, a gestão do nitrogênio é considerada como ponto de estrangulamento para a sustentabilidade de sistemas orgânicos de produção.

A adubação verde é uma prática viável e promissora, pois os resultados acumulados pelos agricultores e pela pesquisa comprovam sua eficiência na cobertura e proteção do solo, na diminuição da infestação de nematóides e na melhoria das condições físicas, químicas e biológicas do solo. No entanto, os resultados experimentais disponíveis ainda são bastante insuficientes, haja vista o grande número de espécies vegetais com potencial de uso como adubo verde, ainda não avaliadas sob as distintas condições edafoclimáticas brasileiras (Calegari *et al.* 1992).

Sobre a produção orgânica de arroz em ambientes do Cerrado, muitas indagações estão por serem respondidas. Entre estas destaca-se a definição de espécies de plantas ideais como cobertura de solo para uso em sucessão com a cultura. Tais plantas podem beneficiar esse sistema de produção pelos efeitos supressivos que normalmente exercem sobre doenças, pragas e plantas invasoras, e também por favorecerem a reciclagem de nutrientes. Isso é fundamental num sistema orgânico de produção, em que não se permite o uso de produtos químicos industrializados, de alta solubilidade ou com efeito tóxico. Enfim, a geração de conhecimentos e bases tecnológicas para o estabelecimento e sustentação da agricultura orgânica nessas condições é fundamental para propiciar aos agricultores a oportunidade de melhor aproveitarem essa demanda crescente por produtos orgânicos.

Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento do arroz de terras altas (*Oriza sativa* L.), cultivar Aimoré, em sucessão a diferentes espécies de cobertura de solo, durante o período de inverno, em sistema de produção orgânico na região do cerrado.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido numa área da Embrapa Arroz e Feijão, na Fazenda Capivara, em Santo Antônio de Goiás-GO (latitude de 16°28'00"S, longitude 49°17'00"W e altitude de 823 m), em Latossolo vermelho distrófico. Em cultivo orgânico de produção – baseado na substituição total ou parcial de insumos industriais por outros de origem natural, utilizou-se a cultivar Aimoré de arroz de terras altas, sob os sistemas de plantio convencional (SPC) e de plantio direto (SPD), em seqüência as cultivo de diferentes plantas de cobertura de solo no inverno. Estas coberturas foram utilizadas para fornecimento

de palhada para o solo e nitrogênio para as plantas cultivadas.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com cinco tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos avaliados foram plantas de cobertura de solo das espécies mucuna-preta (*Mucuna aterrima*), crotalária juncea (*Crotalaria juncea*), guandu anão (*Cajanus cajan*), sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor*) e um tratamento testemunha com vegetação espontânea (pousio). As parcelas foram de 40 m<sup>2</sup>. A semeadura das espécies de coberturas do solo foi efetuada no período subsequente ao término das chuvas (junho), e a semeadura do arroz foi efetuada no início das chuvas (novembro). O arroz foi semeado em espaçamento de 0,35 m entre fileiras, com oitenta sementes por metro, e as espécies de cobertura, no espaçamento de 0,45 m entre linhas. Para as leguminosas utilizou-se inoculante específico, a saber: *Bradyrhizobium* spp. 6156, 6157, para guandu anão; *Bradyrhizobium* sp. 6158, para mucuna-preta; e *Bradyrhizobium* spp. 6145, 6156, para crotalária. Na floração, foram efetuadas coletas para determinação do acúmulo de fitomassa de matéria seca, quando se retiram amostras de plantas em 0,50 m de comprimento em duas fileiras de plantas, em um único ponto. As plantas amostradas foram colocadas em estufa de ventilação forçada, a 65°C, até peso constante, para a obtenção da fitomassa de matéria seca. Logo após, foram pesadas e moídas em moinho Willey, equipado com peneira de 40 mesh, para a determinação do teor de nitrogênio total, pelo método semi-micro Kjeldhall.

As plantas de cobertura do solo características de cada tratamento, excetuando-se a testemunha, foram cortadas com cutelo, no mesmo dia, e deixadas na superfície do solo. O manejo foi completado cerca de sessenta dias depois, quando a palhada foi incorporada ao solo com grade aradora (25 cm) e arado de aiveca (40 cm). Em épocas anteriores, de acordo com o histórico da área, a recuperação da fertilidade do solo fora iniciada com a adição de composto orgânico e, no início desta pesquisa, foram adicionados fosfato natural (810 kg ha<sup>-1</sup>), sulfato de potássio (60 kg ha<sup>-1</sup>) e calagem (2.000 kg ha<sup>-1</sup>).

Durante o ciclo de desenvolvimento do arroz, avaliou-se o número de filhos, o índice de área foliar (IAF), o acúmulo de fitomassa seca e o teor de nitrogênio acumulado na fitomassa aos 30, 45, 60, 75, 90 e 112 dias após a emergência (DAE), em 20 perfilhos de cada parcela. A determinação do índice

de área foliar foi realizada com aparelho de medição de área foliar (Li-Cor, Inc. Lincoln, NE, EUA). As plantas amostradas foram colocadas em estufa com ventilação forçada, a 65°C, até peso constante, para a determinação de fitomassa de matéria seca. As folhas e colmos das plantas amostradas, depois de secos, foram moídos em moinho Willey equipado com peneira de 40 mesh, para proceder-se à determinação do teor de nitrogênio total pelo método semi-micro Kjeldhall.

Procedeu-se à análise de variância, aplicando-se os testes F (Snedecor) e Tukey, a 5% de probabilidade, para a comparação das médias dos tratamentos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme apresentado na Tabela 1, a quantidade de fitomassa de matéria seca produzida pelo sorgo forrageiro foi significativamente superior à dos demais tratamentos, e as quantidades de nitrogênio observadas nos tratamentos crotalária e sorgo forrageiro foram significativamente superiores à do tratamento pousio. Isso demonstra que o sorgo e a crotalária foram os tratamentos que apresentaram as maiores quantidades de fitomassa de matéria seca e de nitrogênio, acumulando mais de 100 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio na biomassa. Segundo Perin *et al.* (2004), a crotalária constituiu-se em excelente opção de incremento na quantidade de nitrogênio ao solo.

Resultados semelhantes foram obtidos por Alcântara *et al.* (2000), com relação ao tratamento crotalária. Eles observaram produção de fitomassa de matéria seca de 6,5 t ha<sup>-1</sup> e acréscimo de 136,2 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio ao solo. Já com relação ao guandu, esses autores encontraram valores maiores do que

os obtidos na presente pesquisa, com produções de 13,2 t ha<sup>-1</sup> de matéria seca e 314,6 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio acumulado no solo.

É interessante observar as consideráveis quantidades de fitomassa de matéria seca produzidas (Tabela 1), e que podem ser fornecidas ao solo nesse sistema de produção. Segundo Bulluck *et al.* (2002), o aumento na oferta de fitomassa é de fundamental importância em qualquer processo de produção sustentável, não só para proteção do solo, mas, também, como fator de recuperação da atividade microbiana.

Apesar de as quantidades de nitrogênio obtidas com os tratamentos crotalária e sorgo não diferirem estatisticamente entre si, deve-se destacar que o nitrogênio acumulado no tratamento sorgo forrageiro, via de regra, não está prontamente disponível. Além disso, o N do solo normalmente é imobilizado, resultando em deficiência deste nutriente para os cultivos posteriores. Isso porque o sorgo tem relação C/N alta, o que resulta em perdas elevadas de C (na forma de CO<sub>2</sub>) e na pouca formação de húmus. Resíduos com relação C/N baixa, como os fornecidos pelas espécies leguminosas, em geral, resultam em incremento na produção de húmus e na adição contínua de resíduos, bem como na disponibilidade de N para as culturas posteriores (Malavolta 1976, citado por Calegari *et al.* 1992).

Nas avaliações realizadas aos 30, 45 e 112 DAE, os números de afilhos nas plantas de arroz cultivadas em sucessão à crotalária como cobertura de solo, foram significativamente superiores ao número de afilhos observados no arroz cultivado após o sorgo forrageiro. Nas demais épocas de avaliações (60, 75 e 90 DAE), observou-se que as quantidades de afilhos não diferiram entre os tratamentos (Tabela 2).

Na avaliação realizada aos trinta dias após a emergência, o índice de área foliar (IAF) das plantas de arroz cultivadas em sucessão à leguminosa crotalária como cobertura de solo, foi significativamente superior aos IAF observados nas plantas de arroz cultivadas após a mucuna-preta e ao sorgo forrageiro. Aos 45 e 60 dias após a emergência, os índices de área foliar das plantas de arroz cultivadas em sucessão às leguminosas crotalária e guandu não diferiram entre os tratamentos. Aos 75 dias após a emergência, o índice de área foliar das plantas

Tabela 1. Valores médios<sup>1</sup> de fitomassa de matéria seca (MS) e dos teores de nitrogênio (N) de espécies de plantas de coberturas do solo, implantadas na safrinha, em antecedência ao cultivo de arroz de terras altas (*Oryza sativa* L.), cultivar Aimoré, no município de Santo Antônio de Goiás (ano agrícola 2004/2005).

Espécie	MS (kg ha <sup>-1</sup> )	N (kg ha <sup>-1</sup> )
Pousio (Testemunha)	1.942,00 c	39,75 b
Crotalária	4.430,75 b	123,00 a
Guandu não	3.528,50 bc	99,75 ab
Mucuna preta	2.993,00 bc	84,00 ab
Sorgo forrageiro	13.250,00 a	143,75 a
CV (%)	20,82	33,03

<sup>1</sup> - Valores seguidos pela mesma letra, na coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

Tabela 2. Número de afilhos por unidade de área (m<sup>2</sup>) em arroz de terras altas (*Oryza sativa* L.), cv. Aimoré, em sucessão a diferentes coberturas de solo, em safrinha, avaliado em diferentes fases do desenvolvimento da cultura, em Santo Antônio de Goiás (2004/2005).

Cobertura de solo de inverno	Dias após a emergência (DAE)					
	30	45	60	75	90	112
Pousio	173,21 ab <sup>1</sup>	209,28 bc	222,85 a	213,56 a	218,92 a	202,13 ab
Crotalária	202,14 a	267,49 a	273,92 a	252,49 a	253,56 a	273,99 a
Guandu anão	163,39 b	259,28 ab	246,96 a	249,00 a	246,78 a	260,35 ab
Mucuna preta	167,50 ab	210,00 bc	225,00 a	216,42 a	222,85 a	231,42 ab
Sorgo forrageiro	160,71 b	195,62 c	213,92 a	197,14 a	207,49 a	192,14 b
C.V. (%)	10,23	10,39	12,81	16,81	14,54	15,01

<sup>1</sup>- Valores seguidos da mesma letra, na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

de arroz cultivadas em sucessão à leguminosa crotalária, foi significativamente superior aos IAF observados nas plantas de arroz cultivadas após os demais tratamentos. Aos 90 dias após a emergência não se observa diferença estatística significativa entre os tratamentos. No entanto, aos 112 dias após a emergência, os índices de área foliar das plantas de arroz cultivadas em sucessão às leguminosas crotalária, guandu anão e mucuna-preta como cobertura de solo, foram significativamente superiores aos IAF observados nas plantas de arroz cultivadas após o sorgo forrageiro (Tabela 3). Conforme citado por Pentead (2000), as leguminosas são importantes por fornecerem nitrogênio através do processo de fixação simbiótica das bactérias, e ainda contribuem no processo de reciclagem de nutrientes e na preservação do ecossistema.

Em todas as épocas de avaliação, os índices IAF do arroz cultivado em sucessão ao sorgo forrageiro foram inferiores inclusive ao IAF do arroz cultivado no tratamento pousio (Tabela 3). Este evento pode ser explicado pelo fato de o sorgo, assim como o arroz, ser uma gramínea e disponibilizar menor quantidade de nitrogênio (alta relação C/N) para as culturas subsequentes.

Na avaliação realizada aos 30 e 75 dias após a emergência, os valores de acúmulo de fitomassa de

Tabela 3. Índice de área foliar (IAF) em arroz de terras altas (*Oryza sativa* L.), cv. Aimoré, em sucessão a diferentes coberturas de solo, em safrinha, avaliado em diferentes fases do desenvolvimento da cultura (Santo Antônio de Goiás, 2004/2005).

Cobertura de solo de inverno	Dias após a emergência (DAE)					
	30	45	60	75	90	112
Pousio	0,14 ab <sup>1</sup>	0,35 b	0,73 b	1,19 bc	1,41 a	1,09 b
Crotalária	0,17 a	0,48 a	1,14 a	2,00 a	1,74 a	1,67 a
Guandu anão	0,14 ab	0,47 a	1,11 a	1,54 b	1,71 a	1,72 a
Mucuna preta	0,12 b	0,34 bc	0,75 b	1,24 bc	1,52 a	1,55 a
Sorgo forrageiro	0,11 b	0,27 c	0,61 b	0,85 c	1,00 a	0,79 b
C.V. (%)	13,76	8,60	10,28	14,93	9,52	10,80

<sup>1</sup>- Valores seguidos da mesma letra, na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

matéria seca foliar das plantas de arroz cultivadas em sucessão à crotalária, como cobertura do solo, foram significativamente superiores aos valores observados para o arroz cultivado após o pousio, mucuna-preta e sorgo forrageiro. Aos 45, 60, 90 e 112 dias após a emergência os valores de acúmulo de fitomassa de matéria seca foliar das plantas de arroz cultivadas em sucessão à crotalária e ao guandu anão como cobertura do solo, foram significativamente superiores aos valores observados para o arroz cultivado após o sorgo forrageiro (Tabela 4).

Observa-se, na Tabela 5, nas avaliações realizadas aos 45, 60 e 75 DAE, que os valores para o acúmulo de fitomassa de matéria seca de colmo do arroz, não apresentaram diferenças estatísticas entre as diferentes coberturas de solo.

Na avaliação realizada aos 30 DAE, os valores de fitomassa de matéria seca de colmo de plantas de arroz cultivadas em sucessão à crotalária foram significativamente superiores ao valor observado para o arroz cultivado após o pousio. Nas avaliações realizadas aos 90 e 112 DAE, os valores de biomassa de matéria seca de colmo de plantas de arroz cultivadas em sucessão às espécies de leguminosas usadas como cobertura do solo, foram significativamente superiores ao valor observado para o arroz cultivado após o sorgo forrageiro (Tabela 5).

Os valores para a fitomassa de matéria seca total acumulada (Tabela 6) tiveram comportamento semelhante ao dos valores observados para a fitomassa de matéria seca de colmo acumulada. Esse comportamento, possivelmente, seja devido à maior disponibilidade de nutrientes proporcionada pelas espécies leguminosas, o que, certamente, interferiu no rendimento das culturas. Resultados semelhantes foram obtidos por Alcântara *et al.* (2000) e Borkert *et al.* (2003), que observaram serem as leguminosas eficientes em acumular macronutrientes e micro-

Tabela 4. Acúmulo de fitomassa de matéria seca foliar (g m<sup>-2</sup>) em arroz de terras altas (*Oryza sativa* L.), cv. Aimoré, em sucessão a diferentes coberturas de solo, em safrinha, avaliado em diferentes fases do desenvolvimento da cultura (Santo Antônio de Goiás, 2004/2005).

Cobertura de solo de inverno	Dias após a emergência (DAE)					
	30	45	60	75	90	112
Pousio	9,11 b <sup>1</sup>	23,30 ab	49,78 b	77,84 bc	97,04 ab	89,75 bc
Crotalária	15,49 a	31,39 a	82,83 a	115,98 a	117,65 a	128,84 a
Guandu anão	12,86 ab	31,40 a	76,07 a	102,06 ab	115,80 a	127,55 a
Mucuna preta	8,50 b	24,36 ab	51,46 b	80,29 bc	100,00 a	122,80 ab
Sorgo forrageiro	7,99 b	14,24 b	42,49 b	59,68 c	59,55 b	66,04 c
C.V. (%)	21,99	19,39	16,70	16,97	18,51	16,05

<sup>1</sup>- Valores seguidos da mesma letra, na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

Tabela 5. Acúmulo de fitomassa de matéria seca de colmo (g m<sup>-2</sup>) em arroz de terras altas (*Oryza sativa* L.), cv. Aimoré, em sucessão a diferentes coberturas de solo, em safrinha, avaliado em diferentes fases do desenvolvimento da cultura (Santo Antônio de Goiás, 2004/2005).

Cobertura de solo de inverno	Dias após a emergência (DAE)					
	30	45	60	75	90	112
Pousio	5,15 b <sup>1</sup>	12,32 a	35,79 a	80,64 a	181,73 a	174,49 bc
Crotalária	12,86 a	17,82 a	63,65 a	143,32 a	213,79 a	244,09 a
Guandu anão	9,12 ab	18,76 a	58,29 a	125,42 a	225,62 a	244,54 a
Mucuna preta	8,08 ab	15,19 a	43,53 a	73,20 a	196,00 a	228,70 ab
Sorgo forrageiro	7,77 ab	10,25 a	34,87 a	66,31 a	104,16 b	156,54 c
C.V. (%)	33,61	33,01	28,12	36,53	18,09	12,26

<sup>1</sup>- Valores seguidos pela mesma letra, na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

nutrientes em sua fitomassa, disponibilizando, assim, nutrientes para a cultura seguinte.

Observa-se, na Tabela 7, nas avaliações realizadas em todas as épocas, que os menores teores de nitrogênio acumulados nas plantas de arroz ocorreram no tratamento onde o arroz de terras altas foi cultivado em sucessão ao sorgo como cobertura de solo, sendo que nas avaliações realizadas aos 45, 60, 75, 90 e 112 DAE o acúmulo de nitrogênio nas plantas de arroz cultivadas após o sorgo foi inferior até mesmo ao valor encontrado no tratamento pousio (testemunha), apesar de não se detectar diferença estatística significativa.

Durante o processo de decomposição da fitomassa das espécies leguminosas, a mineralização da matéria orgânica ocorre mais rapidamente, resultando na disponibilidade de nitrogênio e de outros nutrientes para as culturas posteriores. O processo de mineralização é a transformação da matéria orgânica original e complexa em compostos minerais simples. Há, assim, a liberação de elementos químicos como nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio, os quais deixam a forma orgânica, dita imobilizada, para passarem à forma de nutrientes minerais, quando ocorre a disponibilização desses nutrientes para as plantas (Kiehl 1985).

Tabela 6. Acúmulo de fitomassa de matéria seca total (g m<sup>-2</sup>) em arroz de terras altas (*Oryza sativa* L.), cv. Aimoré, em sucessão a diferentes coberturas de solo, em safrinha, avaliado em diferentes fases do desenvolvimento da cultura (Santo Antônio de Goiás, 2004/2005).

Cobertura de solo de inverno	Dias após a emergência (DAE)					
	30	45	60	75	90	112
Pousio	14,33 b <sup>1</sup>	35,52 ab	85,57 bc	168,05 ab	381,94 a	491,93 cd
Crotalária	28,35 a	49,22 a	146,48 a	279,86 a	496,46 a	812,83 a
Guandu anão	21,98 ab	50,17 a	134,37 ab	234,77 ab	490,17 a	763,36 ab
Mucuna preta	16,58 b	39,55 ab	95,00 bc	159,75 ab	412,36 a	616,51 bc
Sorgo forrageiro	15,77 b	24,50 b	77,36 c	127,15 b	198,57 b	415,43 d
C.V. (%)	20,92	22,49	21,06	28,47	20,79	11,68

<sup>1</sup>- Valores seguidos pela mesma letra, na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

Tabela 7. Nitrogênio acumulado (g m<sup>-2</sup>) pelas plantas de arroz de terras altas (*Oryza sativa* L.), cv. Aimoré, em sucessão a diferentes coberturas de solo, em safrinha, avaliado em diferentes fases do desenvolvimento da cultura (Santo Antônio de Goiás, 2004/2005).

Cobertura de solo de inverno	Dias após a emergência (DAE)					
	30	45	60	75	90	112
Pousio	0,52 b <sup>1</sup>	0,60 ab	1,46 bc	1,89 ab	2,67 ab	3,39 ab
Crotalária	0,97 a	0,80 a	2,66 a	2,66 a	4,44 a	5,37 a
Guandu anão	0,82 ab	0,83 a	2,39 ab	2,45 a	3,21 ab	5,59 a
Mucuna preta	0,61 b	0,56 ab	1,51 bc	1,57 ab	3,14 ab	5,63 a
Sorgo forrageiro	0,58 b	0,37 b	1,15 c	1,17 b	1,63 b	2,14 b
C.V. (%)	20,14	21,18	26,85	25,22	36,83	26,83

<sup>1</sup>- Valores seguidos pela mesma letra, na coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

As plantas de arroz de terras altas cultivadas após o sorgo forrageiro como tratamento de solo, apresentaram os piores índices de área foliar, os mais baixos acúmulos de fitomassa de matéria seca de folha, colmo, total, e de nitrogênio, quando comparadas com as plantas de arroz cultivadas após os outros tratamentos, principalmente após a crotalária como cobertura de solo. Provavelmente, o nitrogênio do sorgo sofreu o processo de imobilização, devido à sua alta relação C/N, resultando em deficiência de nitrogênio para os cultivos posteriores (Calegari *et al.* 1992).

## CONCLUSÕES

1. O sorgo forrageiro e a crotalária foram as espécies de cobertura do solo que apresentaram as maiores quantidades de fitomassa de matéria seca e de nitrogênio, acumulando mais de 100 kg ha<sup>-1</sup> de N na biomassa para o cultivo subsequente do arroz.
2. O cultivo do arroz (cv. Aimoré) após leguminosas resulta em maiores área foliar, fitomassas de folha, colmo e total, e maior teor de nitrogênio foliar.
3. Entre as leguminosas avaliadas, a *Crotalaria juncea* resulta em melhor desempenho para o cultivo do arroz de terras altas (cv. Aimoré).

## REFERÊNCIAS

- Alcântara, F.A., A.E. Furtini Neto, M.B. Paula, H.A. Mesquita & J.A. Muniz. 2000. Adubação verde na recuperação da fertilidade de um latossolo vermelho-escuro degradado. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 35: 277-288.
- Borkert, C.M., C.A. Galudencio, J.E. Pereira, L.R. Pereira & A. Oliveira Junior. 2003. Nutrientes minerais na biomassa da parte aérea em culturas de cobertura de solo. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 38: 143-153.

- Bulluck, L.R., M. Brosius, G.K. Evanylo & J.B. Ristainoo. 2002. Organic and synthetic amendments influence soil microbial, physical and chemical properties on organic and conventional farms. *Applied Soil Ecology*, 19: 147-160.
- Calegari, A., A. Mondardo, E.A. Bulizani, M.B.B. Costa, S. Miyasaka & T.J.C. Amado. 1992. Aspectos gerais da adubação verde. In M.B. Costa (Coord.). *Adubação verde no sul do Brasil*. AS-PTA, Rio de Janeiro. 346 p.
- Kiehl, E.J. 1985. *Fertilizantes orgânicos*. Editora Agronômica Ceres, Piracicaba. 492 p.
- Osterroht, M.V. 2002. O que é a adubação verde: princípios e ações. *Agroecologia*, 14: 9-11.
- Penteado, S.R. 2000. *Introdução à agricultura orgânica: normas e técnicas de cultivo*. Grafimagem, Campinas. 110 p.
- Perin, A., R.H.S. Santos, S. Urquiaga, J.G.M. Guerra & P.R. Cecon. 2004. Produção de fitomassa, acúmulo de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio por adubos verdes em cultivo isolado e consorciado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 39: 35-40.
- Primavesi, A. 1999. *Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais*. Nobel, São Paulo. 549 p.
- Santos, H.P. & E.M. Reis. 2001. *Rotação de cultura em plantio direto*. Embrapa Trigo, Passo Fundo. 212 p.
- Silva, J.A.A., L.C. Donadio & J.A.D. Carlos. 1999. Adubação verde em citros. *Funep, Jaboticabal*. 37 p. (Boletim Citrícola 9).
- Welch, R.M. & R.D. Graham. 1999. A new paradigm for world agriculture: meeting human needs productive, sustainable, nutritious. *Field Crops Research*, 60: 1-10.