

**PRODUÇÃO E QUALIDADE DE FITOMASSA EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE CULTURAS
SOLTEIRAS E CONSORCIADAS DE GUANDU-ANÃO, SORGO E MILHETO**

CÁSSIO LOUREIRO CALVO

**PRODUÇÃO E QUALIDADE DE FITOMASSA EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE CULTURAS
SOLTEIRAS E CONSORCIADAS DE GUANDU-ANÃO, SORGO E MILHETO**

CÁSSIO LOUREIRO CALVO

Dissertação apresentada a Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade do Oeste Paulista, como parte dos requisitos de obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Área de Concentração: Produção Vegetal

Orientador: Prof. Dr. José Salvador Simoneti Foloni

633.521
C169p

Calvo, Cássio Loureiro.

Produção e qualidade de fitomassa em diferentes estádios de culturas solteiras e consorciadas de gandu-anão, sorgo e milho / Cássio Loureiro Calvo – Presidente Prudente: 2007.

27 f.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE: Presidente Prudente – SP, 2007.

Bibliografia

1. Plantas de Cobertura, relação C/N. 2. Nitrogênio. 3. Sistema Plantio Direto. I. Título.

CÁSSIO LOUREIRO CALVO

**PRODUÇÃO E QUALIDADE DE FITOMASSA EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE CULTURAS
SOLTEIRAS E CONSORCIADAS DE GUANDU-ANÃO, SORGO E MILHETO**

Dissertação apresentada a Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade do Oeste Paulista, como parte dos requisitos de obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Presidente Prudente, 10 de dezembro de 2007

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. José Salvador Simoneti Foloni
Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE

Prof. Dr. Carlos Sérgio Tiritan
Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE

Prof. Dr. Gustavo Pavan Mateus
Apta – Regional de Andradina

AGRADECIMENTOS

A todos aqueles que de alguma forma concorreram para a execução desta dissertação. Em especial, ao professor Dr. José Salvador Simoneti Foloni, que pelo estímulo acadêmico dispensado, contribuiu de maneira valorosa para o êxito deste trabalho, tornando-se muito mais que orientador, um grande amigo.

RESUMO

Produção e qualidade de fitomassa em diferentes estádios de culturas solteiras e consorciadas de guandu-anão, sorgo e milho

A consorciação de plantas de cobertura tem sido preconizada com o propósito de conciliar a proteção do solo e favorecer a oferta de nutrientes em sistemas de rotação de culturas. Objetivou-se com este trabalho avaliar a produtividade de matéria vegetal, o acúmulo de N e a relação C/N de fitomassas em diferentes estádios de culturas solteiras e consorciadas de guandu-anão (*Cajanus cajan*), sorgo (*Sorghum bicolor*) e milho (*Pennisetum glaucum*). O experimento foi realizado na Fazenda Experimental da Unoeste, em Presidente Prudente-SP, durante março e junho de 2006. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos aos acasos, no esquema fatorial, com os seguintes tratamentos: monocultivos de sorgo, guandu-anão e milho, e consórcios de sorgo + guandu-anão, milho + guandu-anão e milho + sorgo, com épocas de coleta aos 30, 60 e 90 dias após a semeadura. O milho foi muito expressivo na velocidade de crescimento inicial, de tal forma que as espécies em consórcio ficaram dominadas, produzindo mais fitomassa nas culturas intercaladas do que em monocultivo. As melhores épocas para o manejo das culturas consorciadas de milho + guandu-anão e sorgo + guandu-anão foram aos 60 e 90 dias após a semeadura no ambiente safrinha, respectivamente. A consorciação sorgo + guandu-anão apresentou maior equilíbrio na composição da palhada, pois houve mais sincronismo entre as velocidades de crescimento de ambas as espécies. Os monocultivos de gramíneas apresentaram palhadas com relações C/N mais elevadas do que nos consórcios milho + guandu-anão e sorgo + guandu-anão.

Palavras-chave: Plantas de Cobertura; Relação C/N; Nitrogênio; Sistema Plantio Direto.

ABSTRACT

Production and quality of the phytomass in different stages of single crops and consortium of pigeon pea, sorghum and millet

Objected with this work to evaluate the vegetable matter production, the accumulation of N and relation C/N of phytomass in different stages of single crops and consortiums of pigeon pea (*Cajanus cajan*), sorghum (*Sorghum bicolor*) and millet (*Pennisetum glaucum*). The experimental was conducted in a Experimental Farm of Unoeste, at Presidente Prudente-SP, during March and June, 2006. It was used the randomized experimental design in blocks, in the factorial scheme, with the followings treatments: sorghum monoculture, pigeon pea and millet, and consortium of sorghum + pigeon pea, millet + pigeon pea and millet + sorghum, with stages of collection at 30, 60 e 90 days after seeding. The millet was more expressive in the initial growth velocity, so that species in consortium were dominated, and it produced more phytomass in the intercropping than in the monocultures. The best period to handle consortiums of millet + pigeon pea and sorghum + pigeon pea were at 60 and 90 days after seeding in off-season time, respectively. The consortium sorghum + pigeon pea submitted better balance in composition to straw, because there was more timing between growth velocity of both species. The monoculture of grass submitted straw with relation C/N more elevated than in the intercropping millet + pigeon pea and sorghum + pigeon pea.

Key-words: Cover crops; Relation C/N; Nitrogen; No-tillage system.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	08
2 MATERIAL E MÉTODO.....	11
3 RESULTADO E DISCUSSÃO.....	14
4 CONCLUSÕES.....	23
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	24

1 INTRODUÇÃO

As gramíneas tropicais milheto (*Penisetum glaucum*) e sorgo (*Shorgum bicolor*) são amplamente utilizadas na entressafra das culturas de verão no Brasil Central, principalmente por apresentarem alta adaptabilidade à deficiência hídrica, elevada produção de fitomassa e grande capacidade de reciclar nutrientes (NETTO, 1998; PORTUGAL et al., 2003; PEREIRA-FILHO et al., 2003). Em contrapartida, as gramíneas apresentam grande demanda por nitrogênio (N), e possuem relação C/N da palhada relativamente elevada, quando comparadas às leguminosas (CANTARELLA; RAIJ; CAMARGO, 1997; AMBROSANO; TANAKA; MASCARENHAS, 1997).

A disponibilização de N para as lavouras comerciais depende da natureza e quantidade do nutriente no solo, da relação C/N dos restos vegetais das culturas antecessoras, do grau de fragmentação e contato da palhada-solo na superfície do terreno, assim como das condições climáticas (SILGRAM; SHEPHERD, 1999). Portanto, no que se refere à participação das plantas de cobertura, de acordo com Oliveira et al. (2002), é primordial escolher espécies com elevada capacidade de produzir fitomassa e acumular N, seja pela fixação de N₂ atmosférico, como no caso das leguminosas, e/ou pela absorção do nutriente do solo.

De acordo com Moreira e Siqueira (2002), na presença de fitomassa com concentração de N alta e/ou relação C/N baixa, como das leguminosas de maneira geral, a demanda por N dos microrganismos é satisfeita rapidamente, e o N em excesso passa a ser disponibilizado no solo. Em contrapartida, se a concentração de N nos resíduos vegetais for baixa e/ou relação C/N alta, a quantidade de N mineralizado não é suficiente para atender a demanda dos microrganismos, os quais imobilizam o N mineral disponível no solo, comprometendo a nutrição nitrogenada das lavouras em crescimento.

Segundo Lamas (2005), no Brasil Central onde predomina o clima tropical, as chuvas de grande intensidade e as altas temperaturas no verão expõem os solos a intensos processos erosivos, que resultam em perdas de matéria orgânica (MO) e nutrientes. Sendo assim, visando minimizar a degradação do solo nos sistemas de produção agrícolas, é preciso manter as áreas constantemente cobertas, por palhada e/ou vegetação. De acordo com relatos de Borkert et al. (2003), no caso do N, que é muito móvel no solo e volatiliza-se facilmente, são estimados que de 60% a 70% do total disponível nos sistemas de produção agrícolas estejam contidos na biomassa vegetal, e a reciclagem promovida pelas espécies de cobertura é muito expressiva no suprimento nutricional das culturas comerciais.

No que diz respeito à manutenção da palhada para viabilizar o Sistema Plantio Direto (SPD), geralmente as gramíneas contribuem com quantidades relativamente elevadas de fitomassa, que são caracterizadas pela alta relação C/N, o que aumenta a persistência da cobertura do solo ao longo do tempo (ANDREOLA et al., 2000). Por outro lado, as leguminosas, por fixarem o N atmosférico, apresentam altos teores de N na matéria vegetal, e seus resíduos geralmente têm baixa relação C/N, com decomposição relativamente acelerada desfavorecendo a proteção do solo contra a erosão (PERIN; SANTOS; URQUIAGA, 2004).

Sendo assim, vários trabalhos tem sido desenvolvidos, principalmente no Sul do Brasil, para aprimorar a técnica de cultivos consorciados de gramíneas e leguminosas de cobertura, com o objetivo de produzir palhadas com disponibilização de N relativamente mais intensa sem comprometer a proteção do solo (AMADO; MIELNICZUK; FERNANDES, 2000; GIACOMINI et al., 2004; TEIXEIRA et al., 2005). De acordo com Giacomini et al. (2004), o consórcio entre espécies de cobertura visa produzir fitomassa com relação C/N intermediária em relação aos monocultivos, proporcionando cobertura do solo por mais tempo e melhor sincronia entre oferta e demanda de N para as culturas comerciais.

No entanto, é preciso que haja compatibilidade em termos de desenvolvimento vegetal entre as espécies a serem utilizadas no consórcio, pois as gramíneas tropicais geralmente têm maior capacidade fotossintética para crescer (TAIZ; ZEIGER, 2002), ao passo que as leguminosas apresentam grande habilidade para incorporar N no sistema de produção (PIMENTEL, 1998).

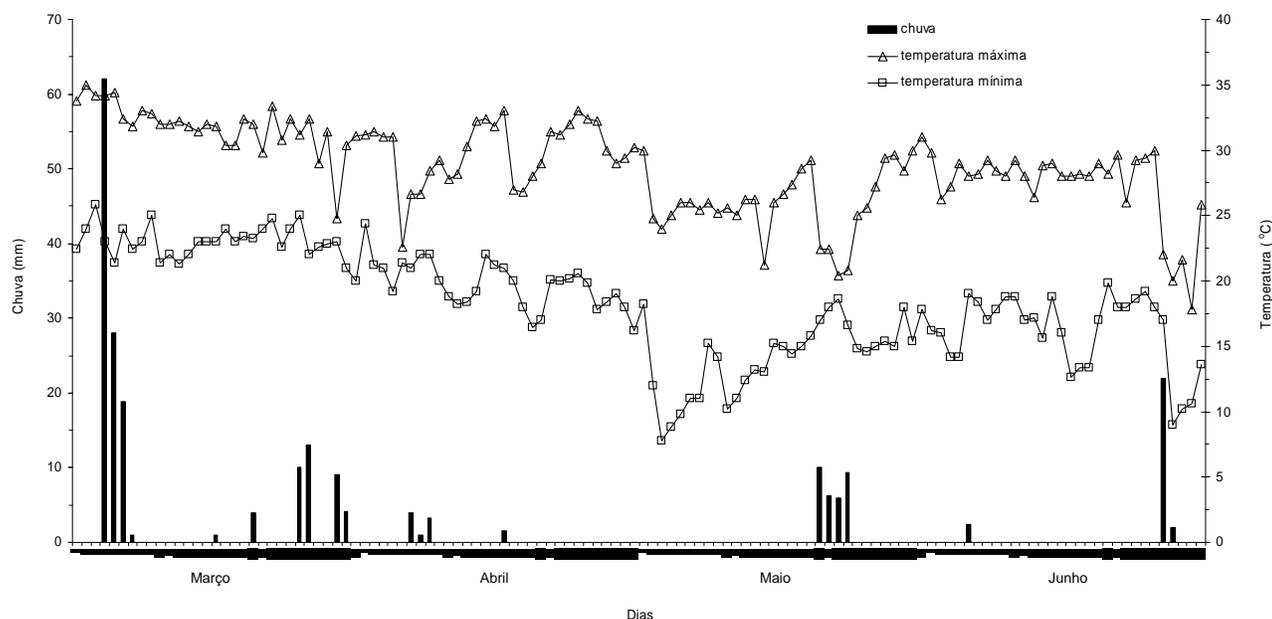
Objetivou-se com este trabalho avaliar a produtividade de matéria vegetal, o teor e o acúmulo de N, e a relação C/N de fitomassas em diferentes estádios de monocultivos e consórcios de guandu-anão, sorgo e milho.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental da Universidade do Oeste Paulista - UNOESTE, em Presidente Prudente-SP, durante os meses de março a julho de 2006. O solo foi classificado como Argissolo Vermelho Distroférrico (Embrapa, 1999), com relevo suave ondulado e boa drenagem. A localização geográfica da área experimental é de 22° 07' 32" S, 51° 27' 20" W e 430 m de altitude. Na Figura 1 estão apresentados os dados climáticos ocorridos durante a condução do experimento.

Realizou-se amostragem do solo em janeiro de 2006, na profundidade de 0 a 20 cm, para caracterização de atributos químicos (RAIJ et al., 2001) e granulométricos (EMBRAPA, 1997), cujos resultados foram: pH (CaCl_2 0,01mol L⁻¹) 5,9; 18 g dm⁻³ de MO; 16 mg dm⁻³ de P_{resina}; 27 mmol_c dm⁻³ de H+Al; 1,2 mmol_c dm⁻³ de K; 38 mmol_c dm⁻³ de Ca; 12 mmol_c dm⁻³ de Mg; 52 mmol_c dm⁻³ de SB; 69 mmol_c dm⁻³ de CTC; saturação por bases de 74%; 740 g kg⁻¹ de areia; 80 g kg⁻¹ de silte; 180 g kg⁻¹ de argila.

GRÁFICO 1 - Precipitação pluvial e temperaturas máximas e mínimas diárias ocorridas durante os meses de março a junho de 2006, na área experimental



No dia 02/03/06, após gradagem aradora e niveladora na área experimental, foram demarcadas as linhas de semeadura espaçadas a 0,40 m, com equipamento motomecanizado, adicionando-se nas mesmas 200 kg ha⁻¹ do adubo formulado 08-28-16. A adubação de semeadura foi baseada na recomendação de Cantarella; Raij e Camargo (1997) para a cultura do sorgo, adotando-se como nível de produtividade esperada de 5 a 8 t ha⁻¹ de massa de matéria seca no ponto de silagem.

Em seguida à demarcação e adubação das parcelas, as espécies de cobertura foram instaladas manualmente, em densidades de semeadura que foram baseadas nas recomendações de Calegari (1995) para o guandu-anão (*Cajanus cajan*, cv. anão), Pereira-Filho et al. (2005) para o milheto (*Penisetum glaucum*, cv. BN-2), e Ribas (2006) para o sorgo (*Sorghum bicolor*, cv. BRS-800).

Aos 17 dias após a semeadura (DAS), realizou-se uma capina manual nas entrelinhas das culturas de cobertura. Aos 30 DAS fez-se outra capina manual e também foi determinado o estande de plantas, com quatro amostragens de 2 m lineares escolhidas aleatoriamente nas quatro linhas centrais de cada parcela experimental. Nesta avaliação fez-se a contagem de todos os caules desenvolvidos, e calcularam-se as médias com seus respectivos desvios-padrão: 21,32 (± 4,68) colmos de sorgo m⁻¹, 14,88 (± 3,25) caules de guandu m⁻¹ e 27,36 (± 8,36) colmos de milheto m⁻¹.

O início do estágio de florescimento das espécies estudadas foi definido quando cerca de 50% das plantas apresentavam suas estruturas reprodutivas visíveis, sendo de 40 a 45 DAS para o milheto, 55 a 60 DAS para o guandu-anão e de 60 a 65 DAS para o sorgo.

O delineamento experimental foi em blocos completos casualizados, com quatro repetições, no esquema fatorial 6 x 3. Os tratamentos foram constituídos da seguinte forma: monocultivos de sorgo, guandu-anão e milheto, e consórcios de sorgo + guandu-anão, milheto + guandu-anão e milheto + sorgo, com épocas de corte aos 30, 60 e 90 DAS.

As parcelas experimentais foram constituídas de oito linhas de semeadura espaçadas a 0,40 m, e 4 m de comprimento. Nos monocultivos as espécies de cobertura foram semeadas nas oito linhas das parcelas, e nos consórcios fizeram-se as semeaduras de maneira intercalada, com linhas alternadas para cada espécie.

Para realizar as determinações de fitomassa aos 30, 60 e 90 DAS, foram coletadas as plantas contidas em 4 sub-amostras de 1 m linear, escolhidas aleatoriamente nas quatro linhas centrais de cada unidade experimental. A parte aérea vegetal foi cortada rente à superfície do solo, e foram retiradas alíquotas após homogeneização do material coletado, para secagem em estufa de aeração forçada a 60 °C, até atingirem massa constante, com o objetivo de quantificar a produtividade de fitomassa seca.

As alíquotas coletadas das amostras de fitomassa das culturas de cobertura foram preparadas para determinações dos teores de N (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997) e de C (TEDESCO et al., 1995). Desse modo, foi possível calcular o acúmulo de N e as relações C/N das palhadas produzidas.

O estudo estatístico constou de análise de variância, e foi utilizado o teste t a 5% de significância para comparar as médias dos tratamentos experimentais.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O milho apresentou crescimento inicial bastante expressivo, e confirmou sua superioridade na velocidade de ocupação do solo (SUZUKI; ALVES, 2006), como observa-se na Tabela 1 para as quantidades de fitomassa seca produzidas aos 30 DAS. De acordo com Cazetta; Fornasieri Filho e Girotto (2005), o melhor desempenho das gramíneas de cobertura para produção de palhada no SPD está relacionado, entre outros aspectos, ao desenvolvimento inicial mais rápido em comparação às leguminosas. Porém, é preciso fazer uma ressalva para o sorgo, que também é uma gramínea tropical de via fotossintética C₄ como o milho (TESAR, 1984), no entanto, apresentou crescimento inicial muito lento, com baixa produção de matéria seca aos 30 DAS (Tabela 2).

Nos trabalhos de Menezes e Leandro (2004) e de Suzuki e Alves (2006), constatou-se que uma das principais vantagens do milho é a sua elevada capacidade de competir com plantas daninhas, mesmo em condições de acentuada deficiência hídrica, favorecendo sobremaneira o manejo em áreas conduzidas no SPD. Em contrapartida, no experimento de Bertin; Andrioli e Centurion (2005) foi verificado que o milho cresceu menos do que a crotalária-junceia, o feijão-de-porco e o labe-labe aos 15 e 30 DAS, entretanto, aos 45 DAS ele superou expressivamente as leguminosas.

É preciso ressaltar também, que as máximas produtividades de fitomassa aos 30 DAS foram alcançadas pelo milho consorciado ao guandu-anão e ao sorgo (Tabela 1). No cultivo do milho solteiro, conduzido no espaçamento entrelinhas de 0,40 m, a forte competição intra-específica inibiu consideravelmente o crescimento inicial das plantas. Por outro lado, na competição inter-específica, com os consórcios milho + guandu-anão e milho + sorgo, a semeadura intercalar de uma gramínea de maior velocidade de crescimento inicial, com outras espécies de crescimento relativamente mais lento (guandu-anão e sorgo), acarretou em

expressivo incremento de produtividade de palhada no curto e médio prazo (30 e 60 DAS).

Analisando somente a contribuição das plantas de milho na produção de fitomassa aos 30 DAS (Tabela 1), no monocultivo e nas culturas consorciadas, têm-se os seguintes resultados: 2573, 3009 e 3362 kg ha⁻¹ de matéria seca na cultura solteira e nos consórcios com sorgo e guandu-anão, respectivamente. Portanto, cultivos consorciados envolvendo espécies de crescimento inicial relativamente lento, como o guandu-anão e o sorgo, em associação a outras de alta velocidade de cobertura do solo como o milho, dependendo das condições edafoclimáticas e de manejo, provavelmente acarretarão em plantas dominadas por parte das espécies mais lentas, desfavorecendo o equilíbrio na constituição da palhada e prejudicando os benefícios almejados pela cultura consorciada.

TABELA 1 - Produção de fitomassa seca em monocultivos e consórcios de guandu-anão, milho e sorgo aos 30, 60 e 90 dias após a semeadura (DAS)

Cultura de cobertura	Espécie 1		Espécie 2		Total
	------(kg ha ⁻¹)-----				
(30 DAS)					
Guandu	-		-		144
Milho	-		-		2573
Sorgo	-		-		699
Guandu (E1) + Milho (E2)	109	(3%)	3362	(97%)	3471
Guandu (E1) + Sorgo (E2)	305	(35%)	575	(65%)	880
Milho (E1) + Sorgo (E2)	3009	(90%)	347	(10%)	3356
(60 DAS)					
Guandu	-		-		1397
Milho	-		-		6318
Sorgo	-		-		4085
Guandu (E1) + Milho (E2)	501	(7%)	7130	(93%)	7631
Guandu (E1) + Sorgo (E2)	1003	(21%)	3768	(79%)	4771
Milho (E1) + Sorgo (E2)	6894	(82%)	1538	(18%)	8432
(90 DAS)					
Guandu	-		-		3278
Milho	-		-		5585
Sorgo	-		-		7086
Guandu (E1) + Milho (E2)	1349	(16%)	6902	(84%)	8251
Guandu (E1) + Sorgo (E2)	2785	(30%)	6452	(70%)	9237
Milho (E1) + Sorgo (E2)	6279	(71%)	2507	(29%)	8786
Causas da variação	Valores de F calculados				
Cultura de cobertura	83,19**				
Época de coleta	321,25**				
Cultura x Época	9,04**				
DMS (kg ha ⁻¹)	1150				
CV (%)	20,98				

DMS: Diferença mínima significativa pelo teste t a 5% de probabilidade. Porcentagens entre parênteses representam as quantidades de fitomassa de cada espécie em relação ao total produzido nas culturas consorciadas.

No trabalho de Teixeira et al. (2005), em que também se estudou a consorciação de milho + guandu-anão, foi constatado que a leguminosa contribuiu muito pouco para a produção de palhada em relação à gramínea, corroborando com as constatações feitas no presente experimento (Tabela 1). Porém, não é possível generalizar que gramíneas tropicais são mais rápidas no acúmulo de matéria vegetal do que as leguminosas de cobertura, pois, no mesmo trabalho de Teixeira et al. (2005), observou-se que no consórcio de milho + feijão-de-porco a produção de fitomassa desta segunda leguminosa foi praticamente igual a da gramínea.

No consórcio milho + guandu-anão aos 60 DAS, produziu-se 7631 kg ha⁻¹ de palhada seca, dos quais 93% oriundos da gramínea e 7% da leguminosa (Tabela 1). Por outro lado, aos 60 DAS a consorciação sorgo + guandu-anão apresentou um pouco mais de equilíbrio em termos de participação de ambas as espécies na formação da palhada, com produtividade da ordem de 4771 kg ha⁻¹, sendo 21% provenientes do guandu-anão e 79% do sorgo. Portanto, estes resultados evidenciam que é preciso haver sincronismo nas velocidades de crescimento das espécies de cobertura que compõem as culturas consorciadas, para que se possa alcançar uma composição de palhada mais balanceada.

No experimento de Perin; Santos e Urquiaga (2004), com plantas coletadas aos 68 DAS, constatou-se que na consorciação de milho + crotalaria-juncea, a leguminosa contribuiu com 65% da produção final de palhada e proporcionou um incremento de 13% na produtividade de fitomassa em relação ao monocultivo de milho. Ao contrário do que foi observado para o guandu-anão no presente estudo e no trabalho de Teixeira et al. (2005), outras leguminosas de cobertura apresentaram crescimento compatível ou superior ao do milho, em cultivos consorciados.

Observa-se na Tabela 1 que o milho praticamente não acumulou fitomassa quando se passou do estágio de 60 para 90 DAS, independentemente dele ter sido conduzido em monocultivo ou em consórcios. Por outro lado, o sorgo e o guandu-anão aos 90 DAS apresentaram forte aumento na produção vegetal, em comparação ao estágio de 60 DAS.

Segundo revisão de Netto e Bonamigo (2005), o milho é bastante sensível ao fotoperíodo de dias curtos, ou seja, no final do verão e início do outono, quando há redução nas horas de luz, as plantas de milho sofrem indução floral e cessam o crescimento vegetativo. No presente experimento, entre 40 a 45 DAS, período que coincidiu com o final do mês de abril, praticamente 50% das plantas de milho encontravam-se com as panículas emergidas. Assim, a justificativa para a estagnação na produção de fitomassa do milho no último estágio de avaliação, é que as plantas encontravam-se na fase final de enchimento dos grãos, com as folhas em plena senescência.

Por outro lado, o guandu-anão, que é uma leguminosa de crescimento indeterminado (CALEGARI, 1995), e o sorgo, cujo cultivar utilizado no presente trabalho é considerado de genética mais moderna, com sensibilidade relativamente menor à variação do fotoperíodo (MAGALHÃES; DURÃES; RODRIGUES, 2006), apresentaram ganhos expressivos de produtividade em relação ao milho no corte feito aos 90 DAS, pois tiveram um período relativamente maior de crescimento vegetativo (Tabela 1). Resultados semelhantes foram demonstrados por Lamas (2005), com semeadura de espécies de cobertura no início do mês de março e amostragem de fitomassa em julho do mesmo ano, em Primavera do Leste-MT, onde o consórcio guandu + sorgo superou o consórcio guandu + milho.

O guandu-anão no cultivo solteiro foi o tratamento que resultou na menor produção de fitomassa seca no presente estudo, com 3278 Kg ha⁻¹ aos 90 DAS (Tabela 1). No experimento de Teixeira et al. (2005), com semeadura de espécies de cobertura realizada em março, em Lavras-MG, obteve-se resultado ainda inferior para o monocultivo do guandu-anão, com produtividade de apenas 676 Kg ha⁻¹ de matéria seca aos 60 dias após a emergência das plântulas. Os autores supracitados argumentam que o baixo desempenho desta leguminosa no outono-inverno do sudeste brasileiro pode estar relacionado com a ocorrência de baixas temperaturas que comprometem o crescimento vegetativo desta leguminosa de verão, já que as temperaturas médias ideais para o seu desenvolvimento encontram-se entre 20 e 30°C (CALEGARI, 1995).

No trabalho de Borkert et al. (2003) foram coletadas amostras durante seis anos em diversos experimentos, e obtiveram-se rendimentos variados de matéria seca de guandu entre 1390 e 12190 Kg ha⁻¹ de fitomassa seca, e os autores relataram que esta leguminosa pode alcançar facilmente produtividades de matéria seca acima de 10000 Kg ha⁻¹ em monocultivos, em solos de boa fertilidade e em condições climáticas adequadas.

No experimento de Amabile; Fancelli e Carvalho (2000), foram testadas diferentes épocas de semeadura para o guandu, 12 de novembro, 07 de janeiro e 4 de março, resultando em produtividades de 12655, 11142 e 5753 Kg ha⁻¹ de fitomassa seca, respectivamente. Os autores concluíram que ocorreu acentuada redução na produção de matéria seca desta leguminosa à medida que se atrasou a semeadura e se avançou no outono-inverno. Sendo assim, os resultados obtidos no presente trabalho estão em consonância com outros dados da literatura, e evidenciam que o guandu-anão, no que diz respeito à produção de palhada, tem baixa aptidão para monocultivos no ambiente safrinha no Brasil Central.

Observa-se na Tabela 2, que aos 60 DAS nas palhadas produzidas nos consórcios de milho + guandu-anão e milho + sorgo ocorreram os maiores acúmulos de N, da ordem de 146 e 130 kg ha⁻¹ do nutriente, respectivamente. Portanto, considerando-se que neste estágio o milho intercalado ao guandu-anão e ao sorgo contribuiu com 93% e 82%, respectivamente, do total de fitomassas produzidas nos consórcios (Tabela 1), deduz-se que o expressivo incremento na extração de N ocorreu principalmente devido ao grande crescimento do milho no período.

Segundo Pereira Filho et al. (2005), o milho utilizado como planta de cobertura funciona como uma verdadeira "bomba" recicladora de nutrientes, imobilizando na palhada nutrientes que estavam contidos em camadas relativamente profundas do solo. Sendo assim, de acordo com estes resultados é possível pressupor que há forte relação entre capacidade de produzir fitomassa no curto prazo e eficiência de absorção de N no solo (Tabelas 1 e 2).

No entanto, aos 90 DAS o consórcio sorgo + guandu-anão ficou entre os melhores em termos de aporte de N na palhada (Tabela 2). Novamente o destaque foi da espécie que apresentou o maior crescimento vegetativo no período, ou seja, no caso da coleta mais tardia (90 DAS), o maior incremento de fitomassa na cultura intercalada de sorgo + guandu-anão foi do sorgo, com 70% de contribuição no total de palhada produzida na última época de corte (Tabelas 1 e 2).

No trabalho de Braz et al. (2004), o acúmulo de N na palhada do milho foi estimado em 348 Kg ha⁻¹, mostrando a grande capacidade desta gramínea em extrair N do solo. No trabalho de Cazetta; Fornasieri Filho e Giroto (2005), com coleta de plantas aos 60 dias após a emergência, constatou-se que a crotalária-juncea, o milho e o consórcio crotalária-juncea + milho, produziram 5270, 10673 e 8455 kg ha⁻¹ de fitomassa seca, respectivamente, e acumularam na palhada 137, 265 e 204 kg ha⁻¹ de N, respectivamente. Portanto, os autores supracitados concluíram que a gramínea de cobertura, por apresentar maior capacidade de produção de matéria vegetal no curto prazo, conseguiu extrair mais N por unidade de área, em comparação à leguminosa.

No entanto, a disponibilização de N para as lavouras depende não somente da quantidade do nutriente presente na palhada, mas também da relação C/N dos restos vegetais, entre outros fatores (SILGRAM; SHEPHERD, 1999). Sendo assim, de acordo com Aita (1997) e Oliveira et al. (2002), define-se como tipo ideal de cobertura do solo, após o manejo das espécies, aquela cuja taxa de decomposição dos resíduos seja compatível com a manutenção do solo protegido contra os agentes erosivos por maior período de tempo, e que permita a oferta de nutrientes com o maior sincronismo possível em relação à demanda nutricional das culturas implantadas em sucessão.

TABELA 2 - Teor e acúmulo de N, e relação C/N das fitomassas produzidas nos monocultivos e consórcios de guandu-anão, milho e sorgo aos 30, 60 e 90 dias após a semeadura (DAS)

Cultura de cobertura	Dias após a semeadura			
	30	60	90	Média
------(Teor de N, em g kg ⁻¹)-----				
Guandu	22,71	23,47	19,44	21,88
Milho	23,44	15,53	11,98	14,08
Sorgo	18,01	14,24	9,98	16,98
Guandu + Milho	21,11	19,13	14,66	18,30
Guandu + Sorgo	24,14	17,75	14,02	18,64
Milho + Sorgo	22,98	15,26	10,23	16,15
Média	22,06	17,56	13,39	
------(Acúmulo de N, em kg ha ⁻¹)-----				
Guandu	3,27	32,69	63,63	33,20
Milho	60,31	97,62	67,52	75,15
Sorgo	12,88	58,36	69,46	46,90
Guandu + Milho	73,34	145,96	120,63	113,31
Guandu + Sorgo	21,14	85,09	129,40	78,54
Milho + Sorgo	77,58	130,20	90,20	99,33
Média	41,42	91,65	90,14	
------(Relação C/N)-----				
Guandu	20,76	22,93	28,30	24,01
Milho	20,70	33,91	46,06	33,54
Sorgo	28,60	36,96	55,02	40,20
Guandu + Milho	23,90	27,33	36,78	29,34
Guandu + Sorgo	19,57	30,57	38,71	29,62
Milho + Sorgo	22,13	34,51	52,60	36,42
Média	22,61	31,04	42,91	
Causas da variação	Valores de F calculados			
	Teor de N	Acúmulo de N	Relação C/N	
Cultura de cobertura	48,50**	43,48**	40,29**	
Época de coleta	263,13**	77,07**	252,96**	
Cultura x Época	9,51**	7,48**	8,56**	
DMS da interação	1,86	22,64	4,46	
CV (%)	7,42	21,43	9,76	

DMS: Diferença mínima significativa pelo teste t e 5% de probabilidade. * e ** significativos a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente. Ns: não significativo.

De maneira geral, o guandu-anão não teve desempenho satisfatório na produção de fitomassa, e por ter apresentado baixa taxa de crescimento, o acúmulo de N na palhada ficou comprometido, independentemente da capacidade de realizar fixação biológica de N (Tabelas 1 e 2). Em contrapartida, esta leguminosa influenciou a relação C/N dos restos vegetais dos consórcios com as gramíneas.

Aos 60 DAS, as relações C/N das palhadas de milho e de sorgo nos monocultivos foram de aproximadamente 32 e 37, respectivamente, e foram reduzidas para cerca de 27 e 31 nos consórcios de guandu-anão + milho e guandu-anão + sorgo, respectivamente (Tabela 2). Aos 90 DAS, as relações C/N do milho e do sorgo nas culturas solteiras foram da ordem de 46 e 55, respectivamente, e foram reduzidas para cerca de 27 e 39 nas consorciações de guandu-anão + milho e guandu-anão + sorgo.

A redução na relação C/N da palhada do milho e do sorgo aos 60 e 90 DAS, proporcionada pela consorciação com o guandu-anão, segundo Moreira e Siqueira (2002), possibilita que a demanda por N dos microrganismos do solo seja satisfeita mais rapidamente, e o N seja liberado com maior velocidade no solo, de tal forma a favorecer o suprimento para as lavouras em crescimento.

4 CONCLUSÕES

1. O milho foi muito expressivo na velocidade de crescimento inicial, de tal forma que as espécies em consórcio ficaram dominadas, produzindo mais fitomassa nas culturas intercaladas do que em monocultivo.
2. No ambiente safrinha as melhores épocas para o corte ou manejo das culturas consorciadas de milho + guandu-anão e sorgo + guandu-anão foram aos 60 e 90 dias após a semeadura, respectivamente.
3. A consorciação sorgo + guandu-anão apresentou maior equilíbrio na composição da palhada, pois houve mais sincronismo entre as velocidades de crescimento de ambas as espécies;
4. Os monocultivos de gramíneas apresentaram palhadas com relações C/N mais elevadas do que nos consórcios milho + guandu-anão e sorgo + guandu-anão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AITA, C. Dinâmica do nitrogênio no solo durante a decomposição das plantas de cobertura: efeito sobre a disponibilidade de nutrientes para a cultura em sucessão à aveia em relação ao pousio invernal (tabela 4). In: FREIS, M. R.; DALMOLIN, R. S. D. (Coord.). **Atualização em recomendação de adubação e calagem: ênfase em plantio direto**. Santa Maria: Pallotti, 1997. p. 76-111.

AMABILE, R. F.; FANCELLI, A. L.; CARVALHO, A. M. Comportamento de adubos verdes em diferentes épocas de semeadura e espaçamentos na região dos cerrados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 1, p. 47-54, jan. 2000.

AMADO, T. J. C.; MIELNICZUK, J.; FERNANDES, S. B. V. Leguminosas e adubação mineral como fontes de nitrogênio para o milho em sistemas de preparo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, p. 179-189, 2000.

AMBROSANO, E. J.; TANAKA, R. T.; MASCARENHAS, H. A. A. Leguminosas e Oleaginosas. In: RAIJ, B. van. (Ed.) et al. **Recomendações de Adubação e Calagem para o Estado de São Paulo**. 2 ed. Campinas: Instituto Agronômico, Fundação IAC, 1997. p. 187-203.

ANDREOLA, F. et al. A cobertura vegetal de inverno e a adubação orgânica e, ou mineral influenciando a sucessão feijão / milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, p. 867-874, 2000.

BERTIN, E. G.; ANDRIOLI, I.; CENTURION, J. F. Plantas de cobertura em pré-safra ao milho em plantio direto. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 27, n. 3, p. 379-386, 2005.

BORKERT, C. M. et al. Nutrientes minerais na biomassa da parte aérea em culturas de cobertura de solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, p. 143-153, 2003.

BRAZ, A. J. B. P. et al. Acumulação de nutrientes em folhas de milheto e dos capins braquiária e mombaça. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 34, p. 83-87, 2004.

CALEGARI, A. **Leguminosas para adubação de verão no Paraná**. Londrina, IAPAR, 1995. 118p.

CANTARELLA, H.; RAIJ, B. van; CAMARGO, C. E. O. Adubação de Cereais. In: RAIJ, B. van.; et al. (Eds.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2 ed. Campinas: Instituto Agrônomo, 1997. p. 43-50.

CAZETTA, D. A.; FORNASIERI FILHO, D.; GIROTTTO, F. Composição, produção de matéria seca e cobertura do solo em cultivo exclusivo e consorciado de milho e crotalária. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringa, v. 27, p. 575-580, 2005.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro, 1997. 212 p

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412 p.

GIACOMINI, S. J. et al. Consorciação de plantas de cobertura antecedendo o milho em Plantio Direto. II - Nitrogênio acumulado pelo milho e produtividade de grãos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, p. 751-762, 2004.

LAMAS, F. M. **Avaliação de Coberturas Vegetais e Rotação de Culturas em Plantio Direto no cerrado de Mato Grosso**. Embrapa: Primavera do Leste-MT, 2005. (Relatório Final).

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; RODRIGUES, J. A. S. Ecofisiologia do sorgo. In: RODRIGUES, J. A. S.; SANTOS, F. G. (Ed.). **Sistema de produção de sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa, 2006. Disponível em: <www.embrapa.br>. Acesso em: 08 jan. 2006.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: POTAFÓS, 1997. 201p.

MENEZES, L. A. S.; LEANDRO, W. M. Avaliação de espécies de coberturas do solo com potencial de uso em sistema de plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 34, p. 173-180, 2004.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: Editora UFLA, 2002. 626 p.

NETTO, D. A. M. **A cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa-CNPMS, 1998. 6 p. (Comunicado técnico, n. 11).

NETTO, D. A. M.; BONAMIGO, L. A. Milho: característica da espécie e uso. In: NETTO, D. A. M.; DURÕES, F. O. M. (eds.). **Milho**: tecnologias de produção e agronegócio. Brasília: Embrapa-Informações tecnológicas, 2005. p.17-33.

OLIVEIRA, F. H. T. et al. Fertilidade do solo no sistema plantio direto. **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa: SBCS, v. 2, p. 434-464, 2002.

PEREIRA-FILHO, I. A. et al. Manejo da cultura do milho. In: NETTO, D. A. M.; DURÕES, F. O. M. (Eds.). **Milho**: tecnologias de produção e agronegócio. Brasília: Embrapa-Informações tecnológicas, 2005. p. 59-87.

PERIN, A.; SANTOS, R. H. S.; URQUIAGA, S. Produção de fitomassa, acúmulo de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio por adubos verdes em cultivo isolado e consorciado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, p. 35-40, 2004.

PIMENTEL, C. **Metabolismo de carbono na agricultura tropical**. Rio de Janeiro: EDUR, 1998. 159p.

PORTUGAL, A. F. et al. Fenologia de cultivares de sorgo no período de verão e rebrota na safrinha. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 50, p. 325-336, 2003.

RAIJ, B. van. et al. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: IAC, 2001. 284 p.

RIBAS, P. M. Implantação da cultura. In: RODRIGUES, J. A. S.; SANTOS, F. G. (Ed.). **Sistema de produção de sorgo**. Sete lagoas: Embrapa. 2006. Disponível em: <www.embrapa.br>. Acesso em: 08 jan. 2006.

SILGRAM, M.; SHEPHERD, M. A. The effects of cultivation on soil nitrogen mineralization. **Advance Agronomy**, San Diego, v. 65, p. 267-311, 1999.

SUZUKI, L. E. A. S.; ALVES, M.C. Fitomassa de plantas de cobertura em diferentes sucessões de culturas e sistemas de cultivo. **Bragantia**, Campinas, v. 65, p. 121-127, 2006.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. 3.ed. Sunderland: Sinauer Associates, 2002. 90 p.

TEDESCO, M. J. et al. **Análises de solo, planta e outros materiais**. 2.ed. Porto Alegre: UFRGS, 1995. 174 p.

TEIXEIRA, C. M. Et al. Produção de biomassa e teor de macronutrientes do milho, feijão-de-porco e guandu-anão em cultivo solteiro e consorciado. **Ciênc. Agrotec.**, Lavras, v. 29, n. 1, p. 93-99, 2005.

TESAR, M. B. Physiological basis of crop growth and development. Madison: **American Society of Agronomy**, 1984. 341 p.