

## Crescimento e Produtividade de Milho Cultivado no Sistema de Preparo Convencional de Solo em Sucessão a Diferentes Espécies de Adubos Verdes.

MOREIRA<sup>1</sup>, J. A. A.; CORCIOLI<sup>2</sup>, G.; DIDONET<sup>3</sup> A.D. e SILVA<sup>4</sup>, N. F.

<sup>1,3</sup>Embrapa Arroz e Feijão, Cx. Postal 179, 75375-000, Santo Antônio de Goiás, GO;

<sup>2</sup>Mestranda em Agronomia: Universidade Federal de Goiás (UFG); <sup>4</sup>Docente UFG. [jaloisio@cnpaf.embrapa.br](mailto:jaloisio@cnpaf.embrapa.br)

**Revisão Bibliográfica** – O preparo convencional do solo com uso intensivo de máquinas e implementos agrícolas ainda se destaca no contexto da produção agrícola nacional. Muitos produtores utilizam este sistema na produção de grãos e em outras culturas de importância econômica. Nas áreas de cerrados, a facilidade de mecanização e a condição topográfica contribuem para a adoção deste sistema. Atraídos pelos altos rendimentos iniciais que o preparo convencional proporciona, os agricultores insistem em continuar com esta técnica de produção, mesmo sabendo que a intensiva mecanização do solo, além de modificar suas propriedades, gera compactações subsuperficiais provocadas pelo tráfego contínuo de máquinas e implementos agrícolas. No preparo convencional, o solo é revolvido com arações e gradagens, para descompactar a camada superficial e incorporar corretivos e fertilizantes para as culturas. Entretanto, muitas vezes, a produtividade é comprometida pelo excesso ou pela inadequação de práticas às quais o solo é submetido, desde o seu preparo até a colheita da cultura que nele se estabeleceu (Suzuki & Alves, 2004). Atualmente, há uma busca por alternativas de produção que minimizem os efeitos causados pelas técnicas convencionais utilizadas na agricultura e que promovam a preservação e a recuperação da capacidade produtiva do solo. Uma das mais promissoras consiste na utilização de plantas para adubação verde em sistemas de cultivo (Ceretta et al., 1994). A incorporação de resíduos vegetais, como os adubos verdes, favorece o incremento de nutrientes e de matéria orgânica ao solo. Como adubos verdes são utilizadas gramíneas e leguminosas, porém há uma preferência por leguminosas, devido à sua capacidade de fixação de nitrogênio em simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium* (Santos & Reis, 2001). Este trabalho teve o objetivo de avaliar o crescimento e a produtividade de milho (*Zea mays* L.), cv. AG 1051, no sistema de plantio convencional (SPC), em sucessão a diferentes espécies de adubos verdes em sistema orgânico de produção. **Material e Métodos** - O experimento foi conduzido em Latossolo Vermelho distrófico, da Embrapa Arroz e Feijão, em Santo Antônio de Goiás, GO, e constituiu-se do cultivo de milho, conduzido em sucessão seqüencial a diferentes espécies de adubos verdes. Utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso com cinco tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos avaliados foram os adubos verdes: mucuna preta (*Mucuna aterrima*), crotalária (*Crotalaria juncea*), guandu-anão (*Cajanus cajan*), sorgo vassoura (*Sorghum technicum*) e um tratamento com vegetação espontânea (pousio). A semeadura dos adubos verdes foi feita no espaçamento de 0,50 m entre linhas. Para a mucuna foram colocadas de quatro a cinco sementes por metro de linha e, para as demais espécies, 40 sementes por metro de linha, tendo sido usado inoculante específico para as leguminosas. O manejo dos adubos verdes foi efetuado por ocasião do florescimento, utilizando-se rolo-faca. Os restos culturais foram incorporados ao solo utilizando-se arado de aiveca. Nessa ocasião, foi determinado o acúmulo de fitomassa seca pelo método do ponto quadrado descrito por Speeding & Large (1957) e o teor de nitrogênio total acumulado, baseado em Tedesco et al. (1985). A semeadura do milho foi realizada, subsequente ao manejo das coberturas, em espaçamento de 0,70 m entre linhas e cinco sementes por metro de linha. A avaliação do

sistema de produção foi efetuada por intermédio de dados de planta, sempre em comparação ao tratamento de pousio. Para avaliação da fitomassa e do índice de área foliar (IAF) do milho, foram retiradas em cada parcela, amostras constituídas de cinco plantas. As folhas foram passadas no aparelho de medição de área foliar (Li-Cor, Inc. Lincoln), para determinação do IAF. Posteriormente, foram colocadas juntamente com os colmos, em estufa, para obtenção da fitomassa das plantas. O IAF foi avaliado aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a emergência (DAE) e o acúmulo de fitomassa seca das plantas de milho aos 30, 45, 60, 75, 90, 100 e 120 DAE. Foram avaliadas a produtividade de grãos e os componentes de rendimento, tanto para produção de milho verde, quanto para grãos. A produtividade e os componentes de rendimento, foram avaliados aos 100 DAE (“ponto pamonha”) e aos 120 DAE (“ponto seco”). Aos 100 DAE, para determinar o rendimento de milho verde, foram retiradas em cada parcela, amostras constituídas de cinco espigas, as quais foram despalhadas, pesadas, medidas e colocadas para secar, juntamente com as palhas, em estufa, até peso constante, para obtenção da massa de matéria seca. Para os componentes de rendimento e produtividade, foram avaliados, antes de secar, a massa das espigas e das palhas e o comprimento e o diâmetro de cada espiga e, após a secagem, avaliaram-se a quantidade de fileiras de grãos por espiga, quantidade de grãos por fileira, massa da espiga, massa da palha, massa total de grãos e massa de 100 grãos. Aos 120 DAE, para determinar o rendimento de grãos de milho, foram retiradas em cada parcela, amostras constituídas de cinco espigas, as quais foram despalhadas e colocadas para secar, juntamente com as palhas, em estufa, até peso constante, para obtenção da massa de matéria seca. Para os componentes de rendimento e produtividade, foram avaliados, após a secagem, a massa da espiga e da palha, a massa total de grãos e a massa de 100 grãos. Foi feita a análise de variância, com aplicação do teste F. Quando houve diferenças significativas, utilizou-se o teste Duncan a 5% de probabilidade. **Resultados e discussão** – A Tabela 1 mostra os resultados de rendimento médio de matéria seca e do teor de nitrogênio da parte aérea das espécies que foram utilizadas como adubo verde para a cultura do milho. Pode-se observar que o tratamento sorgo apresentou rendimento de matéria seca bastante superior ao dos demais tratamentos. Em relação ao teor de nitrogênio encontrado na parte aérea das plantas de cobertura, o tratamento pousio mostrou-se inferior quando comparado aos demais. Com relação às espécies leguminosas utilizadas, o rendimento de matéria seca foi maior para a crotalária, seguida do guandu. Na Tabela 2 é apresentado o IAF das plantas de milho. Observa-se que aos 30 e 60 dias após a emergência, no tratamento em que foi utilizado o guandu como adubo verde, o milho apresentou maior IAF. Entretanto, este tratamento não diferiu estatisticamente das demais leguminosas e, nem mesmo, do tratamento pousio, onde não se utilizou adubo verde. Verifica-se nas Tabelas 2 a 5, que o tratamento sorgo mostrou-se inferior, tanto na produção de massa de matéria seca e no IAF, quanto na produção de grãos de milho, em comparação com os tratamentos nos quais foram usadas leguminosas. Esse comportamento pode ser explicado pelo menor incremento em nutrientes oferecido pelo sorgo, em comparação com as espécies leguminosas utilizadas. Carvalho et al. (2000), comparando teores de nutrientes na parte aérea de mucunas e braquiárias, observaram baixos valores de N, P, Ca e Mg para as braquiárias, ressaltando, assim, a importância em se utilizar leguminosas em sucessão ou em associação com gramíneas, principalmente pelo seu fornecimento de nitrogênio através da fixação simbiótica. O IAF no tratamento “pousio” mostrou-se superior ao sorgo e inferior às leguminosas em, praticamente, todas as épocas de amostragem. A superioridade deste tratamento em relação ao tratamento sorgo, deve-se, provavelmente, ao maior incremento em N oferecido pela variedade de espécies que compuseram o ambiente, como observado por Menezes & Leandro (2004), que qualificam as espécies vegetais espontâneas (pousio) como de alto potencial para

propiciar o fornecimento de nutrientes para as culturas subseqüentes, apesar de apresentarem baixas produções de fitomassa (Tabela1).

Na Tabela 4, observa-se que não houve diferença significativa para rendimento de espiga e de palha de milho verde, porém as leguminosas que mais se destacaram foram o guandu e a mucuna, propiciando, ao milho, produtividade comparável à produtividade média encontrada em sistema convencional de produção (aproximadamente 15.000 kg ha<sup>-1</sup> de espigas despalhadas). Este comportamento demonstra que o sistema é viável economicamente para o produtor, pois não diminui a produção de milho verde e possibilita um menor custo financeiro de produção com a exclusão da adubação mineral. Carvalho (2005), avaliando o rendimento de espigas verdes de milho cultivado em sucessão a diferentes plantas de cobertura de solo, observou que a crotalária obteve melhor resultado de rendimento, seguido do guandu.

O rendimento de palha é bastante relevante, quando se trata de produção de milho verde, pois este produto, geralmente, é utilizado na fabricação de pamonha e esta, por sua vez, necessita de palhas bem desenvolvidas na sua elaboração. De modo geral, os valores encontrados para palha verde foram equivalentes aos encontrados por Oliveira et al. (2003), para milho verde cultivado em consórcio com mucuna preta e com feijão-de-porco.

Após a secagem das espigas e obtenção da massa de matéria seca (MMS) a leguminosa que mais se destacou quanto ao rendimento do milho foi, também, o guandu, apresentando diferença significativa em relação aos tratamentos pousio e sorgo (Tabela 4). Resultados semelhantes foram obtidos por Ceretta et al. (1994), quando verificaram que os rendimentos de milho, após o cultivo do guandu, foram superiores aos obtidos após vegetação espontânea.

Aos 120 DAE (“ponto seco”), a leguminosa que mais se destacou em relação aos rendimentos de espiga, grãos e 100 grãos de milho, foi a mucuna, seguida da crotalária, embora não se observe diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 5). As produtividades alcançadas pelo sistema são comparáveis às produtividades de cultivos convencionais de grãos de milho, em torno de 3.442 kg ha<sup>-1</sup>, segundo Conab (2006).

Este resultado deve-se, provavelmente, pela mucuna proporcionar, por um maior período, incremento em nutrientes ao solo. Segundo Amabile (1996), a mucuna é a espécie mais difundida nos cerrados brasileiros, pois se desenvolve bem em condições de deficiência hídrica desse ecossistema, sem deixar de exibir um rápido e vigoroso desenvolvimento vegetativo. É também considerada eficiente por proporcionar maior cobertura do solo quando comparada com outras leguminosas cultivadas em condição de cerrado (Sodré Filho et al., 2004). **Conclusões** - As leguminosas favoreceram o crescimento e o incremento em massa de matéria seca do milho quando comparadas ao sorgo.

Quando foram utilizadas leguminosas, observou-se maior IAF, maior massa de matéria seca e maiores rendimentos de milho verde e de grãos de milho.

A mucuna se destacou no estágio final da cultura, proporcionando maiores resultados de MST de milho.

#### **LITERATURA CITADA**

- AMABILE, R. F.; FANCELLI, A. L. & CARVALHO, A. M., Comportamento das espécies de adubos verdes em diferentes épocas de semeadura e espaçamento na região dos cerrados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 35, n. 1, p. 47-54, jan. 2000.
- CARVALHO, M. T. M. **Influência de um sistema de produção agroecológico sobre atributos físico-hídricos do solo, crescimento e produtividade do milho (*Zea mays* L.)**. 2005. 47 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal)-Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2005.

CERETTA, C.A.; AITA, C.; BRAIDA, J. A.; PAVINNATO, 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, v. 18, p. 215-220, 1994.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/>. Acesso em: 3 fev. 2006.

MENEZES, L. A. S. & LEANDRO, W. M. Avaliação de espécies de cobertura do solo com potencial de uso em sistema de plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 34, n. 3, p. 173-180, 2004.

OLIVEIRA, T. K.; CARVALHO, G. J.; MORAES, R. N. S. & JERÔNIMO JUNIOR, P. R. M. Características agrônômicas e produção de fitomassa de milho verde em monocultivo e consorciado com leguminosas. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 27, n. 1, p. 223-227, jan./fev., 2003.

SANTOS, H. P. & REIS, E. M. **Rotação de cultura em plantio direto**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2001. 212 p.

SODRÉ FILHO, J.; CARDOSO, A. N.; CARMONA, R. & CARVALHO, A. M. Fitomassa e cobertura do solo de culturas de sucessão ao milho na região do cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 39, n. 4, p. 327-334, abr. 2004.

SPEEDING, C. R. W. & LARGE, R.V. A point-quadrat method for the description of pasture in terms of height and density. **Journal British Grassland Society**, Aberystwith, v.12, n.4, p. 229-344, 1957.

SUZUKI, L. E. A. S. & ALVES, M. C. Produtividade do milho (*Zea mays* L.) influenciada pelo preparo do solo e por plantas de cobertura em um Latossolo Vermelho. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 26, n. 1, p. 61-65, 2004.

TEDESCO, M. J.; VOLKWEISS, S. J. & BOHNEN, H. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre, UFRGS, 1985. 188p. (Boletim Técnico, 5).

Tabela 1. Massa de matéria seca (MMS) e teor de nitrogênio da parte aérea dos adubos verdes (AV).

AV	MMS (kg ha <sup>-1</sup> )	Teor de N (kg ha <sup>-1</sup> )
Pousio	2.539 b <sup>1</sup>	36,48 b
Crotalária	4.431 a	114,85 a
Guandu	3.528 ab	114,30 a
Mucuna	3.000 ab	118,53 a
Sorgo	13.245 c	104,73 a
CV (%)	18,2	25,4

<sup>1</sup>Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5%.

Tabela 2. Índice de área foliar (m<sup>2</sup> m<sup>-2</sup>) avaliado aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a emergência (DAE) do milho, cultivado em sistema de preparo convencional em sucessão a diferentes adubos verdes (AV).

AV	30 DAE	45 DAE	60 DAE	75 DAE	90 DAE
Pousio	0,356 ab <sup>1</sup>	1,416 ns	2,962 ab	4,012 b	3,487 ns
Crotalária	0,466 a	2,169	3,526 a	3,961 b	3,332
Guandu	0,490 a	1,948	3,687 a	4,585 a	3,782
Mucuna	0,385 a	1,712	3,594 a	4,736 a	4,398
Sorgo	0,169 b	1,001	2,291 b	3,151 c	3,324
CV (%)	36,5	42,8	13,9	10,1	16,8

<sup>1</sup>Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5%. ns: não significativo.

Tabela 3. Massa seca total (kg ha<sup>-1</sup>), avaliada aos 30, 45, 60, 75, 90,100 e 120 dias após a emergência (DAE) do milho, cultivado em sistema de preparo convencional em sucessão a diferentes adubos verdes (AV).

AV	30 DAE	45 DAE	60 DAE	75 DAE	90 DAE	100 DAE	120 DAE
	kg ha <sup>-1</sup>						
Pousio	262,2 bc	1.120 ns	5.492 a	8.287 ns	7.832 b	5,49 bc	6.419 b
Crotalária	337,9 ab	1.605	6.062 a	8.100	7.616 b	8,55 ab	6.726 b
Guandu	352,1 a	1.276	7.318 a	8.587	8.978 ab	10,18 a	6.160 b
Mucuna	301,4 ab	1.352	5.898 a	8.785	11.371 a	8,96 a	9.020 a
Sorgo	193,7 c	979,3	3.505 b	6.624	6.812 b	5,20 c	5.892 b
CV (%)	18,9	39,7	21,0	17,4	23,3	26,9	18,8

<sup>1</sup>Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5%. ns: não significativo.

Tabela 4. Rendimento de espigas verdes despalhadas e de palhas verdes, e massa de matéria seca (MMS) de espiga e de palha aos 100 dias após a emergência do milho (“ponto pamonha”), cultivado em sistema de preparo convencional em sucessão a diferentes adubos verdes (AV).

AV	Espigas verdes	Palhas verdes	MMS de espiga	MMS de palha
	kg ha <sup>-1</sup>			
Pousio	10.845 ns <sup>1</sup>	6.966 ns	2.681,7 bc	1.730,2 ns
Crotalária	12.014	6.229	3.750,5 abc	1.439,6
Guandu	14.544	8.115	4.895,4 a	1.967,2
Mucuna	14.296	7.230	4.452,5 ab	1.876,2
Sorgo	8.799	4.611	2.028,6 c	1.153,1
CV (%)	28,7	38,0	37,2	39,2

Tabela 5. Massa de matéria seca (MMS) de espiga, palha, grãos e 100 grãos aos 120 dias após a emergência (DAE) do milho (“ponto seco”), cultivado em sistema de plantio convencional em sucessão a diferentes adubos verdes (AV).

AV	MMS de espiga (kg ha <sup>-1</sup> )	MMS de palha (kg ha <sup>-1</sup> )	MMS de grãos (kg ha <sup>-1</sup> )	MMS de 100 grãos (g)
Pousio	8.223 ns	1.495 ns	6.895 ns	24,64ns
Crotalária	9.086	1.474	7.804	25,57
Guandu	8.113	1.187	6.618	24,62
Mucuna	10.587	1.494	8.576	27,06
Sorgo	7.542	1.542	6.273	21,71
CV (%)	23,9	28,0	26,1	12,2

ns: não significativo.

<sup>1</sup>Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5%. ns: não significativo.

