

## 021 - Avaliação do desempenho de adubos verdes antecedendo o plantio de milho, em agroecossistema sob bases ecológicas, utilizando-se análises multivariadas

*Evaluation of performance of corn after green manures in agroecosystem under ecological basis, using Multivariate statistical techniques*

MOITINHO, Mara Regina. UNESP-Jaboticabal/SP, maramoitinho@gmail.com; FERRAUDO, Antonio Sergio. UNESP-Jaboticabal/SP, fsajago@gmail.com; SALOMÃO, Gisele de Brito, UNIGRAN/Embrapa Agropecuária Oeste, giselebrito\_gbs@hotmail.com; MOTTA, Ivo de Sá. Embrapa Agropecuária Oeste, ivomotta@cpao.embrapa.br; LA SCALA JR. Newton. UNESP-Jaboticabal/SP, lascala@fcav.unesp.br; PADOVAN, Milton Parron. Embrapa Agropecuária Oeste, padovan@cpao.embrapa.br.

### Resumo

O objetivo deste trabalho foi medir o desempenho de espécies de adubos verdes antecedendo a cultura do milho por meio de análises estatísticas multivariadas. Os tratamentos constituíram no plantio de feijão-de-porco, mucuna-preta, mucuna-cinza, feijão-guandu, crotalária, sorgo-forrageiro, milheto, consórcio de crotalária e milheto e a mistura de todos os adubos verdes. O milho, cultivar AL Bandeirante foi plantado sobre a palhada das plantas de cobertura. As variáveis utilizadas para avaliar o desempenho do milho sob o efeito dos adubos verdes foram: massa seca dos restos culturais dos adubos verdes, nitrogênio acumulado na parte aérea da planta de cobertura, peso de espigas de milho verde, altura de plantas e espigas e rendimentos de grãos secos. Os dados foram submetidos a técnicas exploratórias multivariadas de agrupamento por método hierárquico e componentes principais, que indicaram serem as leguminosas consorciadas ou em monocultivo mais eficientes como plantas de cobertura antecessoras ao milho.

**Palavras-chave:** análise de agrupamento, análise de componentes principais, gramíneas e leguminosas.

### Abstract

*The study aimed to evaluate the species of green manure preceding corn crop by means of multivariate statistical analysis. The treatments at planting bean-to-pig, velvet bean, mucuna-gray, pigeon pea, sunn, forage sorghum, millet, millet and crotalaria consortium and the mixture of all green manures. The corn was planted on the straw cover crops. The variables used to evaluate the performance of maize under the effect of green manure were dry crop residues of green manures, nitrogen accumulated in the plant canopy cover, weight of ears of corn, plant height and grain yield and grain dry. The data were subjected to exploratory techniques Multivariate hierarchical clustering method, principal components indicated that legumes are intercropped and monocrop more efficient as cover crops to maize predecessors.*

**Keywords:** cluster analysis, principal component analysis, grasses and legumes.

## Introdução

A adubação verde é uma prática conservacionista de destaque introduzida no sistema de produção, fornecendo nutrientes as culturas consorciadas ou antecessoras, além de melhora nas características químicas, físicas e biológicas do solo. Entretanto surgem dúvidas referentes à espécie mais adequada para este fim, visando que tais benefícios sejam realmente agregados ao sistema produtivo, considerando as condições da espécie bem como o seu potencial (AMADO et al., 2002; PADOVAN et al., 2006).

Ao se trabalhar com espécies ou grupos aparentemente distintos objetivando determinar a influência de fatores em suas características, para posterior classificação e/ou ordenamento, as técnicas de análise a serem utilizadas representam um papel de suma importância. O uso de técnicas de estatística multivariada avalia simultaneamente as variáveis, identificando aquelas com real poder de discriminação, o que permite a compreensão dos relacionamentos entre as variáveis e as classes de qualidade a qual se agrupam (GERHARDT et al., 2001).

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi medir o desempenho de diferentes espécies de adubos verdes antecedendo a cultura do milho por meio de métodos de análise de estatística multivariada.

## Metodologia

O estudo foi desenvolvido em 2009/2010, no município de Dourados, MS (22° 14' latitude sul, 54° 49' longitude e 452 m de altitude), num Latossolo Vermelho Distroférrico típico e textura muito argilosa (AMARAL et al., 2000).

Os tratamentos constituíram do plantio de feijão-de-porco (*Canavalia ensiformes*), mucuna-preta (*Mucuna aterrima*), mucuna-cinza (*Mucuna cinereum*), feijão-guandu (*Cajanus cajan*), crotalária (*Crotalaria juncea*), sorgo-forrageiro (*Sorghum bicolor*), milheto (*Penisetum americanum*), consórcio de crotalária e milheto (50% da densidade de plantas recomendadas para cada espécie em cultivo solteiro) e a mistura de todos os adubos verdes utilizados no estudo.

Aos 115 dias após a emergência (DAE), quando a maioria das espécies encontrava-se no estágio de formação de vagens e início da formação de grãos, foi realizado o corte das plantas de cobertura rente ao solo e, na sequência, quantificou-se a massa verde, utilizando-se 4,5 m<sup>2</sup> de área útil (duas linhas de 5 m). Em seguida, algumas plantas foram separadas ao acaso (correspondendo a cerca de 300 a 400 g de massa fresca), pesadas e levadas à estufa de ventilação forçada a 65 °C, até peso constante, para determinação da massa seca. O teor de N na biomassa da parte aérea das plantas de cobertura foi determinado conforme Malavolta et al. (1997).

O milho, cultivar AL Bandeirante, foi plantado através de semeadura direta sobre a palhada das plantas de cobertura aos oito dias após o manejo dos adubos verdes e vegetação espontânea, em linhas espaçadas de 0,9 m, com densidade populacional em torno de 45.000 plantas ha<sup>-1</sup>. Visando à melhoria da fertilidade do solo, foi aplicado 2,0 t ha<sup>-1</sup> de composto orgânico na linha de semeadura da gramínea, por ocasião da implantação.

Aos 138 DAE do milho, foram realizadas a colheita e as demais avaliações, a partir da amostragem de 4,5 m<sup>2</sup> de área útil da parcela. As variáveis avaliadas foram: massa seca dos restos culturais dos adubos verdes e nitrogênio acumulado na parte aérea das plantas, peso de

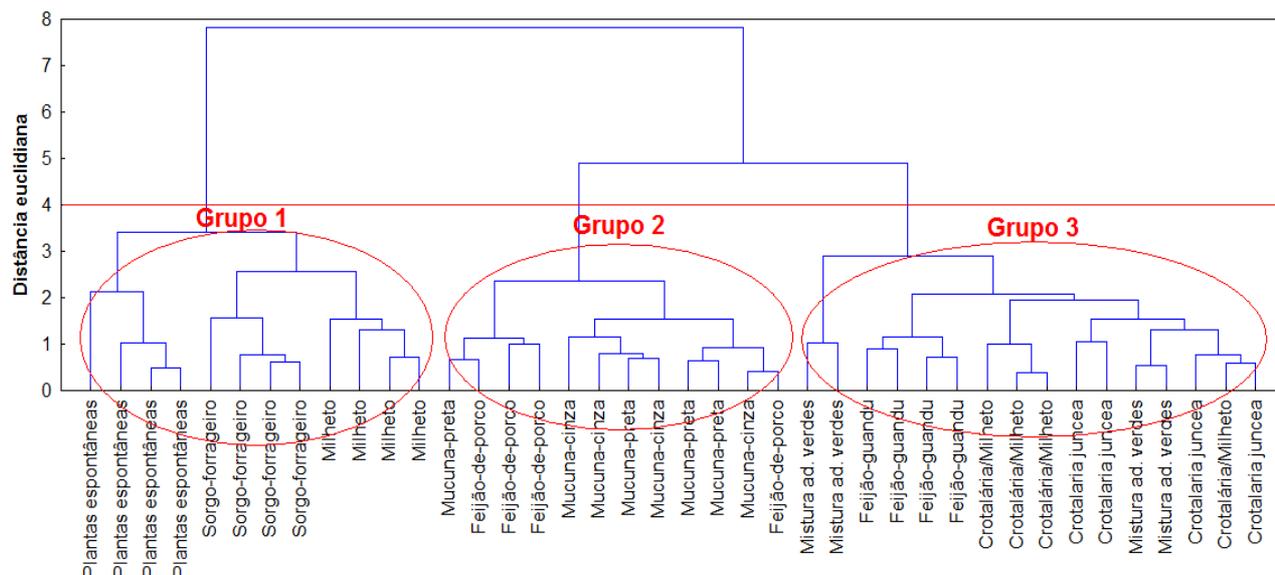
espigas de milho verde, altura de plantas e espigas e rendimentos de grãos secos. Os dados foram submetidos às análises exploratórias multivariadas de agrupamento por método hierárquico e componentes principais.

A análise de agrupamento por método hierárquico é um técnica multivariada exploratória que tem por finalidade reunir as unidades amostrais em grupos, de tal forma que exista homogeneidade dentro do grupo e heterogeneidade entre eles. A estrutura de grupos contida nos dados é vista em um gráfico denominado dendrograma construído com a matriz de semelhança entre as amostras (SNEATH; SOKAL, 1973). A matriz de semelhança foi construída com a distância euclidiana e a ligação dos grupos foi feita com o método de Ward.

A análise de componentes principais é também uma técnica multivariada exploratória que condensa a informação contida num conjunto de variáveis originais em um conjunto de menor dimensão composto de novas variáveis latentes, preservando quantidade relevante da informação original. As novas variáveis são os autovetores (componentes principais) gerados por combinações lineares das variáveis originais construídos com os autovalores da matriz de covariância (HAIR et al., 2005). Após padronização dos dados (média nula e variância unitária), as análises foram processadas no programa Statistica 7.0.

## Resultados e Discussão

A análise de agrupamento por método hierárquico possibilitou a formação de três grupos de adubos verdes denominados de tratamentos: Grupo 1 contendo as gramíneas (sorgo e milho) e vegetação espontânea, Grupo 2 contendo as mucunas (preta e cinza) e o feijão-de-porco e Grupo 3 contendo a crotalária em monocultivo e em consórcio com o milho, o feijão-guandu e a mistura de adubos verdes (Figura 1), o que sugere padrões diferentes entre esses adubos verdes quando utilizados como plantas de cobertura.



**Figura 1.** Dendrograma mostrando a hierarquia de grupos (adubos verdes) resultante da análise de agrupamento por método hierárquico.

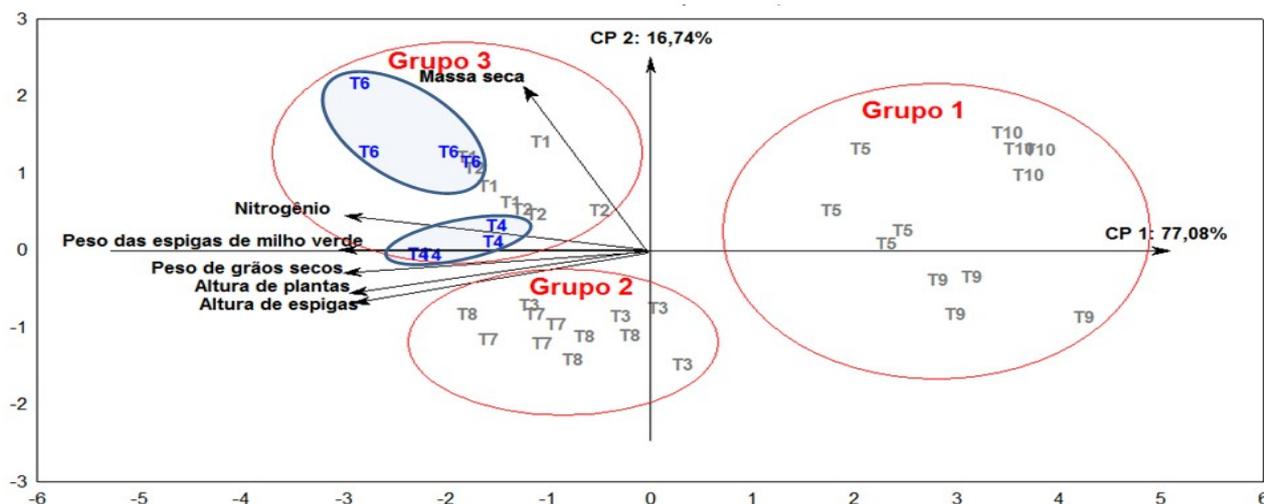
A análise de componentes principais (ACP) fortalece a confirmação dos manejos em três grupos considerando 93,82% da informação original (77,08% em Componente Principal 1 (CP1) e 16,74% em Componente Principal 2 (CP2)), Figura 2. Este método de classificação é muito útil em termos descritivos e na avaliação das potencialidades das variáveis. A primeira componente principal retém a maior quantidade da variância original, a segunda a maior quantidade possível remanescente e assim por diante (HAIR et al., 2005).

**Tabela 1.** Cargas das variáveis em cada componente principal.

Variável	CP1	CP2
MS	-0,1801	0,9137
N	-0,4460	0,1933
PEMV	-0,4539	0,0039
RGRS	-0,4469	-0,1084
APL	-0,4281	-0,2182
AESP	-0,4236	-0,2613

MS = Massa seca acumulada na parte aérea da planta de cobertura; N = nitrogênio acumulado na parte aérea da planta de cobertura; PEMV = peso de espigas de milho verde; RGRS = rendimentos de grãos secos; APL = altura de plantas; AESP = altura de espigas.

As variáveis N, PEMV, RGRS, APL e AESP pertencentes a CP1 são variáveis associadas ao bom desempenho agrônômico da cultura do milho. Estão correlacionadas positivamente entre elas, pois tem o mesmo sinal e o sinal negativo em cada uma explica a discriminação dos grupos 2 e 3, composto por leguminosas em monocultivo ou consorciada com gramíneas, localizados mais a esquerda de CP1 contrastando com o grupo 1 localizado à direita e composto somente por gramíneas e plantas espontâneas. Quanto ao CP2, a variável MS apresentou elevado poder discriminatório e foi a responsável por discriminar o grupo 2 do grupo 3. O grupo 3 apresentou alto valor de MS (0,9137) quando comparado ao Grupo 2 (Tabela 1 e Figura 2).



**Figura 2.** Gráfico Biplot para os tratamentos: T1 (*Crotalaria juncea*), T2 (Crotalária/Milheto), T3 (Feijão-de-porco), T4 (Feijão-guandu), T5 (Milheto), T6 (Mistura de adubos verdes), T7 (Mucuna-cinza), T8 (Mucuna-preta), T9 (Plantas espontâneas) e T10 (Sorgo-forrageiro).

Neste contexto os tratamentos que apresentam leguminosas em monocultivo (T1, T3, T4, T7 e T8) ou em consórcio (T2 e T6) são preferidos quando comparados aos tratamentos somente com gramíneas. Os tratamentos T6 e T4 são mais discriminativos pela melhor representação nas direções de CP1 e CP2, o que pode indicar maior eficiência como adubos verdes antecedendo a cultura do milho.

As leguminosas são as preferidas para adubação verde devido à sua capacidade de associação simbiótica com microrganismos do solo fixadores de nitrogênio atmosférico. A palhada das leguminosas normalmente apresenta maiores teores de nitrogênio quando comparada a outras espécies. Essa característica torna-se muito importante, pois contribui para a decomposição mais rápida dos restos culturais, promovendo maior disponibilidade desse nutriente ao solo (AMADO et al., 2002).

Mayub et al. (2002), avaliando o rendimento e qualidade do sorgo sobre diferentes fontes de nitrogênio (N) aplicáveis e disponibilizados no solo, concluiu que o fornecimento de nitrogênio via adubação verde, aumentou significativamente a altura e o acúmulo de proteína na planta. Já Oliveira et al. (2003), não obtiveram resultados tão satisfatórios, ao avaliarem a produção do milho verde em monocultivo e em consórcio com mucuna-preta e com feijão-de-porco, não observando interferência das leguminosas na produção e características agrônômicas do milho.

As gramíneas, sorgo-forrageiro (T10) e milho (T5), se destacaram por formarem grupos distintos, com uma má representação das variáveis. Estes tratamentos juntamente com a testemunha (T9) não contribuíram para o desenvolvimento do milho. As gramíneas possuem fitomassa com relação C/N considerada alta (entre 30 e 40), o que as torna plantas de cobertura mais estáveis e de decomposição mais lenta com menos N disponível no solo, exigindo um período maior para sua decomposição, o que favorece uma competição mais intensa pelo nitrogênio disponível às culturas em sucessão e pela demanda da microbiota decompositora do solo (WUTKE et al., 2007).

## Conclusões

Leguminosas consorciadas ou em monocultivo devem ser recomendadas como culturas para adubação verde antecedendo o milho, nas condições edafoclimáticas da região de estudo, sendo que o feijão-guandu e a mistura de adubos verdes mostraram ter propriedades ainda mais específicas para esta finalidade.

As técnicas de estatística multivariada de agrupamento por método hierárquico e análise de componentes principais mostraram-se importantes para serem aplicadas na fase exploratória de estudos envolvendo o desempenho do milho em sucessão a adubos verdes.

## Referências

AMADO, T. J. C. et al. Recomendações de adubação nitrogenada para o milho no RS e SC adaptada ao uso de culturas de cobertura do solo, sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 26, n. 1, p. 241-248, 2002.

AMARAL, J. A. M. et al. **Levantamento semidetalhado dos solos do Campo Experimental de Dourados da Embrapa Agropecuária Oeste, município de Dourados, MS**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2000. 68 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos, 22; Embrapa Solos. Documentos, 15).

GERHARDT, E. J. et al. Contribuição da análise multivariada na classificação de sítios em povoaamentos de *Araucaria angustifolia* (Bert) O. Ktze baseada nos fatores físicos e morfológicos do solo e no conteúdo de nutrientes da serapilheira. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 11, n. 2, p. 41-57, 2001.

HAIR, J. F. et al. **Análise Multivariada de dados**. 5ª Ed. Porto Alegre, RS, 2005. 688 p.

MALAVOLTA, E. et al. Princípios, métodos e técnicas de avaliação do estado nutricional. In:

\_\_\_\_\_. **Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações**. 2 ed., Piracicaba: POTAFÓS, 1997. p. 115-230.

MAYUB, A. et al. Effect on different nitrogen levels and seeds rates on growth, yield and quality of sorghum (*Sorghum bicolor*) fodder. **Indian Journal of Agricultural Sciences**, New Delhi, v.72, p.648-650, 2002.

OLIVEIRA, T. K. et al. Características agronômicas e produção de fitomassa de milho verde em monocultivo e consorciado com leguminosas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 1, p. 223-227, 2003.

PADOVAN, M. P. et al. O papel estratégico da adubação verde no manejo agroecológico do solo. In: PADOVAN, M. P. (ed.). **Conversão de Sistemas de Produção Convencionais para**



**Agroecológicos:** Novos Rumos à Agricultura Familiar. Dourados, MS, 2006. p. 69-82.

SNEATH, P. H. A.; SOKAL, R. R. **Numerical taxonomy**. San Francisco: W. H. Freeman & Co., 1973. 587 p.

WUTKE, E. B. et al. **Bancos comunitários de sementes de adubos verdes:** informações técnicas. Brasília: Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, 2007, 52 p.