



## ANÁLISE MULTIVARIADA DA POPULAÇÃO DE PLANTAS DANINHAS EM MANEJO CONSERVACIONISTA

RAFAEL H. F. NORONHA<sup>1</sup>, DENIZART BOLONHEZI<sup>2</sup>, BRUNA MARINELLI VIEIRA CARDOSO<sup>3</sup>, CARLOS EDUARDO ANGELI FURLANI<sup>4</sup>, OSVALDO GENTILIN JUNIOR<sup>5</sup>

**RESUMO:** A análise de agrupamento (AA) utiliza métodos hierárquicos e não-hierárquicos, ambos são não-supervisionados e extraem propriedades estatísticas de um conjunto de dados, agrupando os vetores similares em classes. Análise de Componentes Principais (ACP) é executada afim de simplificar a descrição de um conjunto de variáveis inter-relacionadas. Objetivou-se com o trabalho avaliar, por meio da AA e ACP, o comportamento de plantas daninhas no sistemas de preparo do solo. A armação utilizada possui uma área de 0,25 m<sup>2</sup>. O dendograma obtido pela AA, cada vez que se obtém variação expressiva nos valores de distância euclidiana entre os acessos, para o conjunto de variáveis consideradas, é possível fazer uma divisão exata do processo em três grupos, na variações de 5,56 para 17,37, ordenando os grupos conforme os sistemas de preparo de solo. No grupo I, II e III ficaram concentrados os acessos do plantio direto, preparo convencional e cultivo mínimo, respectivamente. A ACP permitiu uma única distribuição dos acessos (componente principal 1 e 2), visto que somente dois autovalores foram superiores a “um”: maior autovalor 3,59 e 1,89, respectivamente. Os dois maiores componentes principais juntos possibilitaram uma ordenação bidimensional dos acessos e das variáveis, o que permitiu a construção de um gráfico biplot, onde constatou-se que a soma da variabilidade retida nestes componentes explicou 78,30% da variabilidade original, sendo que CP1 e CP2 retêm, 51,28%, 27,02% respectivamente. A ACP indicou que as plantas daninhas SOLAM, ELEIN, ALRTE apresentou-se correlacionada com o preparo convencional de solo, enquanto as espécie DIGIN e DIGHO correlacionaram-se com o sistema de plantio direto, além de contribuir para maior acúmulo de biomassa das plantas daninhas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Componentes principais, dendograma, Biplot.

## MULTIVARIATE ANALYSIS OF THE WEED POPULATION IN CONSERVACIONIST MANAGEMENT

**ABSTRACT:** Cluster analysis (AA) uses hierarchical and non-hierarchical methods, both non-supervised and extracted statistical properties of a set of data, grouping the similar vectors into classes. Principal Component Analysis (PCA) is performed in order to simplify the description of a set of interrelated variables. The objective of the study was to evaluate, through the AA and ACP, the behavior of weeds in tillage systems. The frame used has an area of 0.25 m<sup>2</sup>. The dendrogram obtained by the AA, each time you get significant variation in the amounts of Euclidean distance between the access to the set of variables considered, you can make an exact

<sup>1</sup> Doutorando em Agronomia – Produção Vegetal – Universidade Estadual Paulista – FCAV/UNESP, Fone: (16)3209 7289, e-mail: [rafael.noronha.agro@gmail.com](mailto:rafael.noronha.agro@gmail.com)

<sup>2</sup> Pesquisador Científico - APTA, Centro Leste -Ribeirão Preto, SP – Brasil

<sup>3</sup> Bolsista de Iniciação Científica – CNPq – Universidade de Ribeirão Preto – UNAERP.

<sup>4</sup> Professor Doutor, Universidade Estadual Paulista – FCAV/UNESP

<sup>5</sup> Técnico de Apoio - APTA, Centro Leste -Ribeirão Preto, SP – Brasil



division of the process into three groups, the variations of 5.56 to 17, 37, ordering the groups as the soil tillage systems. In group I, II and III were concentrated accesses the till and conventional tillage and minimum tillage, respectively. The PCA showed a single distribution of accesses (principal component 1 and 2), whereas only two eigenvalues were higher than "one": largest eigenvalue 3.59 and 1.89, respectively. The two largest principal components together enabled a two-dimensional ordering of accesses and variables, which allowed the construction of a Biplot graph, where it was found that the sum of these components retained variability explained 78,30% of the original variation, with PC1 CP2 and retain, 51.28%, 27.02% respectively. The ACP indicated that weeds SOLAM, ELEIN, ALRTE presented is correlated with conventional tillage, while DIGIN and DIGHO species correlated with the no-tillage system, and contribute to greater accumulation of biomass of weeds.

**KEYWORDS:** Principal componente analysis, Clustering, biplot.

## INTRODUÇÃO

O plantio sobre uma cultura de cobertura pode proporcionar aumento em produtividade, auxílio no controle de pragas, doenças e plantas daninhas, melhoria na fertilidade e nas características físicas do solo, eficiência no uso da água e nutrientes, otimização do uso de máquinas na propriedade, promove diversificação e redução do risco da cultura (CHRISTOFFOLETI et al., 2007; ROSSI et al., 2013).

Pereira e Velini (2003) ressaltam que o sistema plantio direto pode apresentar maior eficiência no controle cultural das plantas daninhas que os de cultivo mínimo e preparo convencional, reduzindo o número total de indivíduos e a diversidade da comunidade infestante.

De acordo com Velini e Pitelli (2004), o advento da colheita de cana-crua é semelhante à situação do sistema plantio direto, o qual favoreceu o controle de muitas espécies mas propiciou a seleção de muitas outras, influenciando diretamente no comportamento populacional das plantas daninhas (ROSSI et al., 2013).

A análise de agrupamento utiliza métodos hierárquicos e não-hierárquicos, ambos são não-supervisionados e extraem propriedades estatísticas de um conjunto de dados, agrupando os vetores similares em classes. Um método hierárquico bastante utilizado é o Método de Ward, que tende a combinar grupos com um pequeno número de observações e também tende a produzir grupos com aproximadamente o mesmo número de observações (Hair et al., 2005).

Análise de Componentes Principais é executada com o objetivo de simplificar a descrição de um conjunto de variáveis interrelacionadas. Tanto na análise de agrupamento como na análise de componentes principais as variáveis não são discriminadas como independentes ou dependentes como na análise de regressão, criando eixos ortogonais, que são combinações lineares das variáveis originais, partindo dos autovalores da matriz de covariância das variáveis consideradas. Os dois maiores autovalores geram os dois primeiros componentes principais, que agregam maior quantidade de variabilidade que qualquer um dos outros componentes (Hair et al., 2005).

Visando facilitar a visualização do comportamento da população de plantas daninhas em relação aos sistemas de preparos de solo, quando características



múltiplas são consideradas, este trabalho teve como objetivo identificar, por meio de abordagens multivariadas, grupos a partir dos sistemas de preparo de solo que apresentem padrões de semelhança, assim como discriminar as variáveis que mais influenciaram na divisão dos grupos, para auxiliar as decisões de controle de plantas daninhas em função dos manejos conservacionista nas operações mecanizadas agrícolas.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na estação experimental da Agência Paulista de Tecnologia Agropecuária, no município de Ribeirão Preto – SP, no período de julho de 2015.

As plantas daninhas identificadas na coleta foram o capim amargoso (DIGIN), capim colchão (DIGHO), capim pé de galinha (ELEIN), maria preta (SOLAM), trapoeraba (COMBE), apaga fogo (ALRTE) e por fim todas as plantas daninhas foram colocadas na estufa a 70°C para a obtenção da massa seca total (MS).

A análise de agrupamentos hierárquica (Sneath & Sokal, 1973) foi realizada calculando-se a distância euclidiana entre os acessos, para o conjunto das sete variáveis, e utilizando o algoritmo de Ward para a obtenção dos agrupamentos de acessos similares. O resultado da análise foi apresentado em forma gráfica (dendrograma) que auxiliou na identificação dos agrupamentos dos acessos.

A identificação dos acessos nos grupos também foi feita pelo k-means (Hair, 2005) que pertence à classe dos métodos de agrupamentos não-hierárquicos e não supervisionados, minimizando a variância dos acessos dentro de cada grupo.

A partir dos grupos gerados pelo dendrograma por meio método de agrupamento de Ward, os ramos foram codificados conforme o grupo pertencente (1 e 2) e, então, foi aplicada a técnica de componentes principais (Hair et al., 2005).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O dendrograma obtido pela análise de agrupamentos é apresentado na figura 1. Cada vez que se obtém variação expressiva nos valores de distância euclidiana entre os acessos, para o conjunto de variáveis consideradas, é possível fazer uma divisão de grupos, de acordo com os preparos de solo.

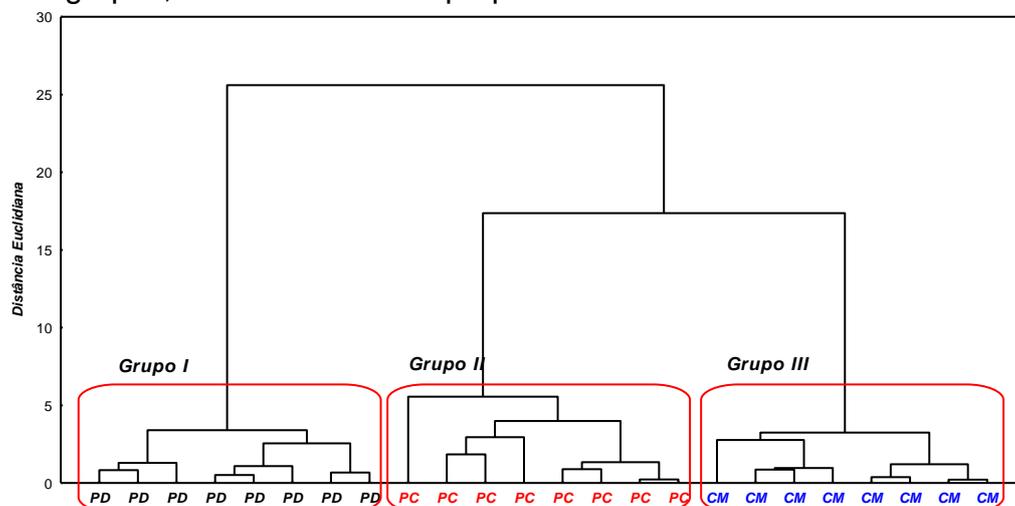




Figura 1. Dendrograma resultante da análise hierárquica de agrupamentos de plantas daninhas encontradas na produção da cultura de cana de açúcar apresentando a formação de grupos segundo os sistemas de preparos de solo: Plantio Direto (PD), Plantio Convencional (PC) e Cultivo Mínimo (CM).

A Figura 2 apresenta a variação de 5,56 para 17,37 permitindo a divisão exata dos processos em 3 grupos. Este salto foi adotado, admitindo-se formação de três grupos: I, II, III. Essa divisão mostrou um resultado muito importante que foi a ordenação dos acessos segundo as texturas de solo. No grupo I, ficaram concentrados os acessos com alta teor de argila e, no grupo III, os acessos com baixo teor de argila, segundo as características agrônômicas da cultura do amendoim.

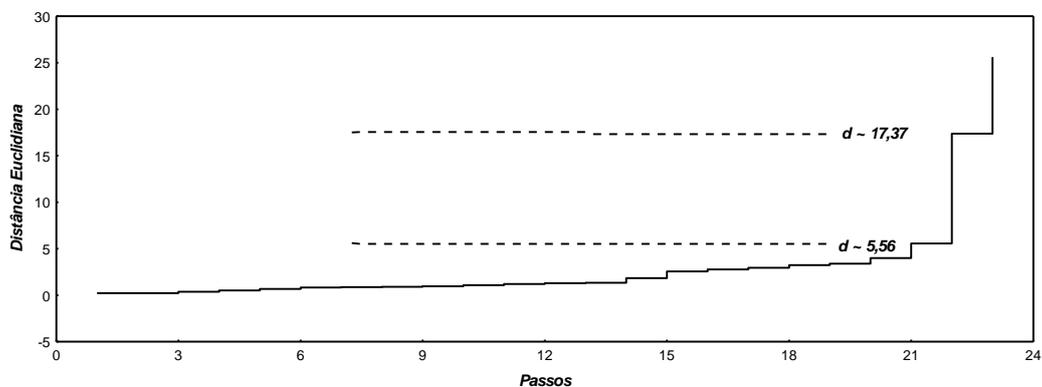


Figura 2. Representação da variação expressiva da distância euclidiana entre as variáveis consideradas que permitiu a separação de grupos.

A figura 3 indica as médias padronizadas das características agrônômicas da cultura do amendoim, segundo a análise de agrupamento pelo método k-means. Observa-se no grupo I, a condição de maior produtividade porém foi constatada maior perdas nas operações mecanizadas de colheita do amendoim, em função da alta maturação (fragilidade pedúnculo), menor altura de leira após a operação do arranquio (maior dificuldade de recolhimento), além de um menor teor de água do solo e da vagem. O grupo II apresenta-se com produtividade e perdas intermediárias nas operações de colheita mecanizada. Entretanto, no grupo III observa-se a menor produtividade, em consequência da baixa maturação, consequentemente as perdas foram menores na colheita do amendoim.

O teor de água nas vagens corroboram com Santos et al., (2013) e Segato e Penariol (2007) que encontram de 35 a 45% no momento do arranquio.

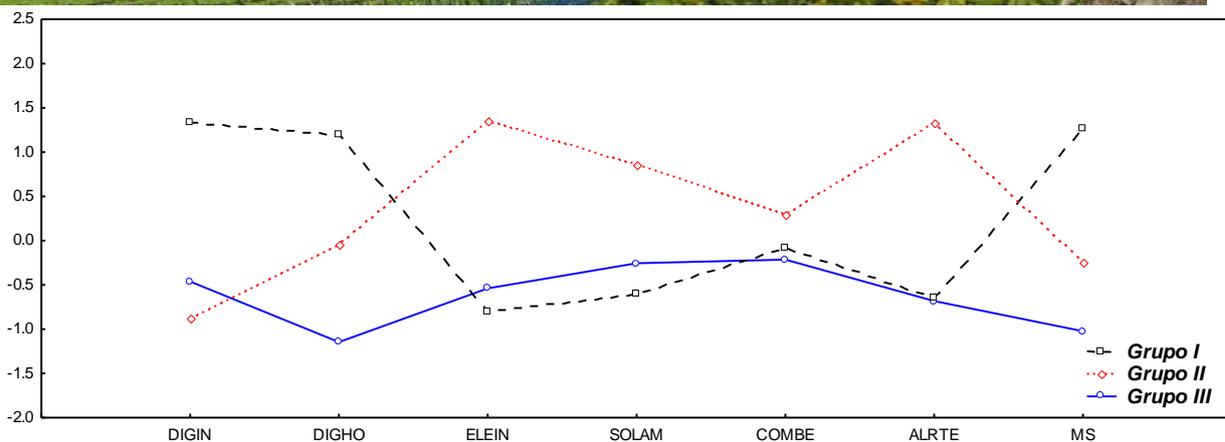


Figura 3. Médias padronizadas das plantas daninhas na cultura da cana de açúcar em 3 sistemas de preparo de solo para cada grupo, segundo a análise de agrupamentos não-hierárquica k-means. Capim amargoso (DIGIN), capim colchão (DIGHO), Capim pé de galinha (ELEIN), maria preta (SOLAM), trapoeraba (COMBE), apaga fogo (ALRTE) e Massa seca total (MS).

A análise de componentes principais permitiu uma única distribuição dos acessos (componente principal 1 e 2), visto que somente dois autovalores foram superiores a “um”, maior autovalor 3,59 e 1,89, respectivamente. Ainda, a componente principal 3 permitiu explicar o comportamento da planta daninha (COMBE) com o autovalor de 0,87. Os dois maiores componentes principais juntos possibilitaram uma ordenação bidimensional dos acessos e das variáveis, o que permitiu a construção de um gráfico biplot (Figura 1).

A distribuição das texturas de solo e características agrônômicas para a colheita de amendoim, de acordo com as duas mais importantes componentes principais (CP1 e CP2), constatou-se que a soma da variabilidade retida nestes componentes explicou 78,30% da variabilidade original, sendo que CP1 e CP2 retêm, 51,28%, 27,02% respectivamente.

Na Figura 1, encontra-se a distribuição dos sistemas de preparo de solo em áreas com cana de açúcar no plano formado pelos dois primeiros componentes principais (CP1 e CP2) e codificados segundo os grupos obtidos pelo dendograma. Na horizontal (CP1), é contrastante o posicionamento entre 3 sistemas de preparos de solo, sendo o grupos à direita (PD), grupos à esquerda (PC) e o grupo centralizado (CM).

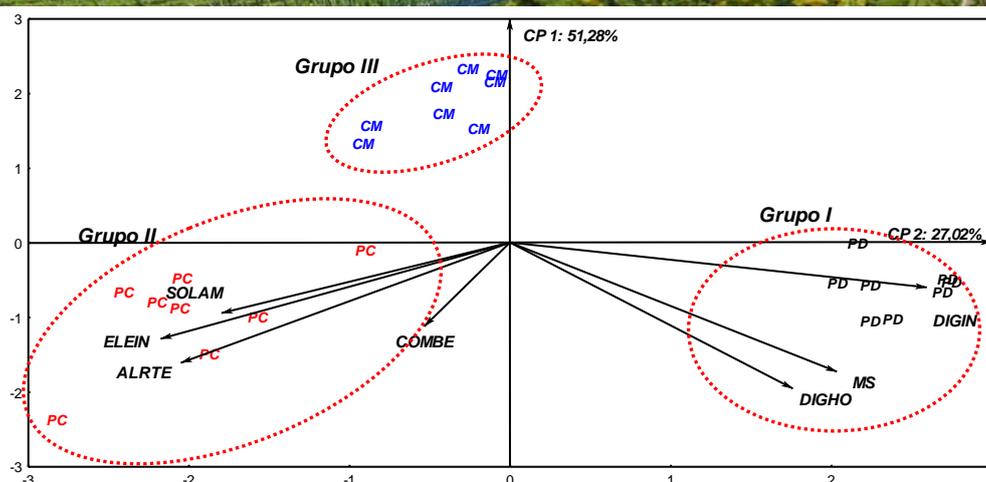


Figura 1. Distribuição dos sistemas de preparo de solo, conforme as componentes principais 1 e 2 e seus vetores com as plantas daninhas no manejo conservacionista de cana de açúcar.

Tabela 1. Correlações entre variáveis de plantas daninhas para os sistemas de preparo de solo e os componentes principais 1, 2 e 3.

	<b>CP1</b>	<b>CP2</b>	<b>CP3</b>
<b>DIGIN</b>	<b>0,95</b>	-0,22	0,06
<b>DIGHO</b>	0,65	<b>-0,73</b>	-0,16
<b>ELEIN</b>	<b>-0,81</b>	-0,47	-0,15
<b>SOLAM</b>	<b>-0,67</b>	-0,38	-0,12
<b>COMBE</b>	-0,20	-0,43	<b>0,88</b>
<b>ALRTE</b>	<b>-0,76</b>	-0,59	-0,14
<b>MS</b>	<b>0,75</b>	<b>-0,64</b>	-0,11

Os valores das correlações entre as plantas daninhas e as três primeiras componentes principais são apresentados na Tabela 1. De acordo com os sistemas de preparos de solo, verifica-se no CP1 alto poder discriminatório para as plantas daninhas DIGIN (0,95), ELEIN (-0,81), SOLAM (-0,67), ALRTE (-0,76) e a massa seca (MS) com 0,75. Para a CP2 houve alto poder discriminatório para as variáveis DIGHO e MS, com as respectivas correlações de -0,73 e -0,64; além da CP3 explicar o comportamento especial apresentado pela planta daninha COMBE.

As variáveis com maior poder discriminatório no primeiro componente principal foram as correlações diretas entre DIGIN e MS, além da correlação inversa ELEIN, SOLAN e ALRTE (ambas acima de 0,60), sendo plantas daninhas de grande importância econômica para a cultura da cana de açúcar.

## CONCLUSÕES

As análises de agrupamento hierárquica e não-hierárquica envolvendo as plantas daninhas estudadas permitiram ordenar acessos em três grupos de acordo com os sistemas de preparos de solo.

A análise de componentes principais indicou que as plantas daninhas SOLAM, ELEIN, ALRTE apresentou-se correlacionada com o preparo convencional



de solo, enquanto as espécies DIGIN e DIGHO correlacionaram-se com o sistema de plantio direto, além de contribuir para maior acúmulo de biomassa das plantas daninhas.

Os procedimentos multivariados foram eficientes para resumir as informações da população de plantas daninhas e sua biomassa, além de promover maior facilidade na identificação por meio dos sistemas de preparos de solo para a cultura da cana-de-açúcar.

Essas técnicas multivariadas podem ser incorporadas às demais ferramentas utilizadas no manejo conservacionista, entretanto necessitam ser mais testadas e confirmadas em outras pesquisas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CHRISTOFFOLETI, P. J., DE CARVALHO, S. J. P., LÓPEZ-OVEJERO, R. F., NICOLAI, M., HIDALGO, E., DA SILVA, J. E. Conservation of natural resources in Brazilian agriculture: implications on weed biology and management. **Crop Protection**, v. 26, p. 383-389. 2007.
- HAIR, J.R.; ANDERSON, R.E.; TATHAM, R.L. et al. **Análise multivariada de dados**. Porto Alegre: Buckman, 2005. 593p.
- KAISER, H.F. **The varimax criterion for analytic rotation in factor analysis**. *Psychometrika*, 23, p. 187-200, 1958.
- PEREIRA, F. A. R.; VELINI, E. D. Sistemas de cultivo no cerrado e dinâmica de populações de plantas daninhas. **Planta Daninha**, v.21, n.2, p.355-363, 2003.
- ROSSI, C., VELINI, E., LUCHINI, L., NEGRISOLI, E., CORREA, M., PIVETTA, J. Dinâmica do herbicida metribuzin aplicado sobre palha de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*). **Planta Daninha**, Viçosa, v. 31, n. 1, p. 223-230, 2013.
- SNEATH, P.H. & SOKAL, R.R. **Numerical taxonomy: The principles and practice of numerical classification**. San Francisco, W.H. Freeman, 1973. 573p.
- VELINI, E.D.; PITELLI, R. Controle de plantas daninhas em áreas de cana crua. In: Landell, M.G.A. & Vasconcelos, A.C.M. (eds.). **Atas das reuniões 1992-2004. Grupo Fitotécnico de Cana-de-Açúcar**, Ribeirão Preto, 2004. p.154-159.