

# UTILIZAÇÃO DA ANÁLISE MULTIVARIADA NA ESCOLHA DE MELHORES TRATAMENTOS EM ENSAIO DE DESEMPENHO DE ENXADA ROTATIVA

Angelo CATANEO<sup>1</sup>, Carlos Antonio GAMERO<sup>2</sup>

**RESUMO:** Análises multivariadas de agrupamentos e de componentes principais foram aplicadas a dados de um ensaio de desempenho de enxada rotativa composto de 36 tratamentos, inicialmente delineado em blocos ao acaso, tendo por objetivo determinar o melhor tratamento quanto a 8 variáveis relativas a máquina e ao solo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Enxada rotativa, Análise de Agrupamentos, Análise de Componentes Principais

**ABSTRACT:** Multivariate methods of cluster and principal components analysis were applied in observations of rotary tiller performance in a experimental design, with 36 treatments, initially outlined in random blocks, having as an objective to determine the best treatment as for 8 variables about machine and soil.

**KEYWORDS:** Rotary tiller, Cluster Analysis, Principal Component Analysis

**INTRODUÇÃO:** A enxada rotativa é um equipamento de preparo do solo, utilizado em vários países e que vem sendo gradativamente introduzido no Brasil. Este equipamento apresenta como características principais o preparo do solo para a semeadura em uma única operação e a possibilidade de um perfeito controle do grau de desagregação do solo.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Os dados para a realização deste estudo foram obtidos por Gamero (1991) em ensaio instalado e conduzido na Fazenda Experimental Lageado, da Faculdade de Ciências Agrônomicas da UNESP, Campus de Botucatu, em solo classificado como Terra Roxa Estruturada distrófica, textura muito argilosa, relevo ondulado e boa drenagem, altitude de 770 m, localizado nas coordenadas 22°49'S e 48°25'W. As massas secas da cobertura de plantas invasoras verdes e de plantas invasoras mortas mais resíduos vegetais foram avaliadas, respectivamente, em 1340 e 2225 kg/ha. O experimento foi constituído de 36 tratamentos de preparo do solo com enxada rotativa, em esquema fatorial 2x2x3x3, em delineamento blocos ao acaso com 4 repetições. As parcelas tinham dimensões de 3x30 m<sup>2</sup>. As enxadas rotativas utilizadas no ensaio foram em número de duas, de marca Cemag, tipo 'rotavator' modelo E60, com 183 cm de largura total, pesando 475 kg, acopladas e acionadas pela tomada de potência (tdp) de um trator Massey Ferguson modelo 296. O rotor de cada enxada rotativa tinha sete flanges, nas quais foram utilizadas 4 ou 6 lâminas (2 a 3 pares, ou P2 e P3) opostas duas a duas, em configuração helicoidal.

<sup>1</sup> Professor Adjunto, Depto de Economia e Sociologia Rural, FCA-UNESP, Fazenda Experimental Lageado, CEP 18603-750, Botucatu-SP. Fone (014)821.3883, Fax (014)821.4181.

<sup>2</sup> Professor Adjunto, Depto de Engenharia Rural, FCA-UNESP, Fazenda Experimental Lageado, CEP 18603-970, Botucatu-SP. Fone (014)821.3883, Fax (014)821.4181.

Foram utilizados dois tipos de lâminas: a universal (U) e a veloz (V). As rotações do rotor utilizadas foram 122 rpm, 172 rpm e 216 rpm (R1, R2 e R3). As velocidades de deslocamento empregadas foram 1,9 km/h, 2,8 km/h e 4,0 km/h (V1, V2 e V3). As variáveis observadas foram: potência na tdp, kW (X1), consumo horário, l/h (X2), torque médio na tdp, Nm (X3), área mobilizada, cm<sup>2</sup> (X4), diâmetro médio geométrico (X5), área de elevação, cm<sup>2</sup> (X6), consumo específico operacional, cm<sup>3</sup>/kW.h (X7), torque específico operacional, nM/cm<sup>2</sup> (X8). Os dados foram analisados através de análises multivariadas de agrupamentos e de componentes principais, citadas por Cataneo (1996), desenvolvidas sobre as médias das 4 repetições de cada um dos tratamentos.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Na tabela 1 apresenta-se os coeficientes de correlação entre as 8 variáveis analisadas e os dois primeiros componentes principais. Verifica-se, pela análise dessa tabela, que o primeiro componente principal reteve 69,57 % da informação contida no conjunto das variáveis e que o segundo componente reteve mais 23,83 %, totalizando 93,40 %. Verifica-se também altas correlações positivas entre as variáveis X1, X2, X3, X7 e X8 e o primeiro componente principal. Quanto ao segundo componente principal, está altamente correlacionado positivamente com X4 e X6 e negativamente com X5. A figura 1, representando o dendrograma da análise de agrupamentos, quando analisada conjuntamente com os pares ordenados dos valores dos dois primeiros componentes principais, possibilitam inferir sobre a formação de 6 grupos de tratamentos, G1, G2, G3, G4, G5 e G6, homogêneos dentro e heterogêneos entre si. O grupo G1, composto dos tratamentos U P2 R1 V1, V P2 R1 V1, V P2 R2 V1 e V P3 R1 V1, apresenta os menores valores de X1, X2, X3, X7 e X8. O grupo G2, composto dos tratamentos U P2 R2 V1, U P2 R2 V2, U P2 R3 V1, U P3 R2 V1, V P2 R2 V2, V P2 R2 V3, V P2 R3 V1, V P2 R3 V2, V P3 R1 V2, V P3 R2 V1, V P3 R2 V2 e V P3 R3 V1, caracteriza-se por apresentar os valores médios de todas as 8 variáveis analisadas. O grupo G3, composto pelos tratamentos U P2 R1 V2, U P2 R1 V3, U P3 R1 V1, U P3 R1 V2, V P2 R1 V2 e V P2 R1 V3, apresenta baixos valores de X1, X2, X3, X4, X6, X7 e X8 e altos de X5. O grupo G4, composto pelos tratamentos U P3 R1 V3 e V P3 R1 V3, apresenta altos valores de X1, X2, X3, X7 e X8, os menores valores de X4 e X6 e os maiores de X5. O grupo G5, composto pelos tratamentos U P2 R2 V3, U P2 R3 V2, U P3 R2 V2, U P3 R3 V1, V P2 R3 V3, V P3 R2 V3 e V P3 R3 V2, apresenta altos valores de X1, X2, X3, X7 e X8. Finalmente, o grupo G6, composto dos tratamentos U P2 R3 V3, U P3 R2 V3, U P3 R3 V2, U P3 R3 V3 e V P3 R3 V3, apresenta os maiores valores de X1, X2, X3, X7 e X8. As melhores combinações de resultados das 8 variáveis ocorrem no grupo G1. No entanto a menor velocidade entra na composição de todos os tratamentos do grupo, o que operacionalmente não é interessante. Dessa forma, destaca-se o grupo G2, onde todas as variáveis mostraram comportamentos semelhantes e podem ser classificadas como médios. Foi possível selecionar um tratamento, V P2 R2 V3, que embora apresente exigências de torque, potência e consumo de combustível médios e proporcione uma área mobilizada no solo também média, utiliza lâmina veloz (mantém maior porcentagem de cobertura vegetal sobre a superfície do solo), dois pares de lâminas por flange e rotação média do rotor (que implica em menor grau de desagregação do solo) e como maior vantagem, opera na maior velocidade de deslocamento estudada, proporcionando capacidade de campo operacional significativamente maior que os demais tratamentos que compõem esse grupo. Os resultados médios desse tratamento

foram: 32,438 kW de potência na tdp; 13,29 l/h de consumo horário; 571,8 Nm de torque médio na tdp; 1759 cm<sup>2</sup> de área mobilizada; 4,84 de diâmetro médio geométrico; 779 cm<sup>2</sup> de área de elevação; 7,58 cm<sup>3</sup>/kW.h de consumo específico operacional e 0,33 nM/cm<sup>2</sup> de torque específico operacional.

**CONCLUSÕES:** Os métodos de análise multivariada empregados na análise de 8 variáveis relacionadas a ensaio de desempenho de enxada rotativa, permitiram a classificação de 36 tratamentos em 6 grupos distintos. A análise das características de cada grupo permitiu selecionar como melhor tratamento a combinação V P2 R2 V3, composta de lâmina veloz, 2 pares de lâminas por flange, 172 rpm do rotor e 2,8 km/h de velocidade de deslocamento.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- CATANEO, A. **Aplicação de análise multivariada no estudo do comportamento da erosividade das chuvas no estado de São Paulo.** Botucatu, 1996. 88p. Tese (Livre Docência) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.
- GAMERO, C.A. **Enxada rotativa: desempenho em função do tipo de lâmina, do número de pares de lâminas por flange, da rotação do rotor e da velocidade de deslocamento.** Botucatu, 1991. 227p. Tese (Livre Docência) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

TABELA 1 - Correlações entre as variáveis originais e os dois primeiros componentes principais (Y1 e Y2). Porcentagem de informação retida em cada componente.

Variável	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	% Inf.Ret.
Y1	0.8930	0.9506	0.8934	-0.4971	0.1464	-0.5528	0.9430	0.9882	69.57
Y2	0.4343	0.2478	0.4342	0.7918	-0.7827	0.7630	-0.2757	-0.0238	23.83

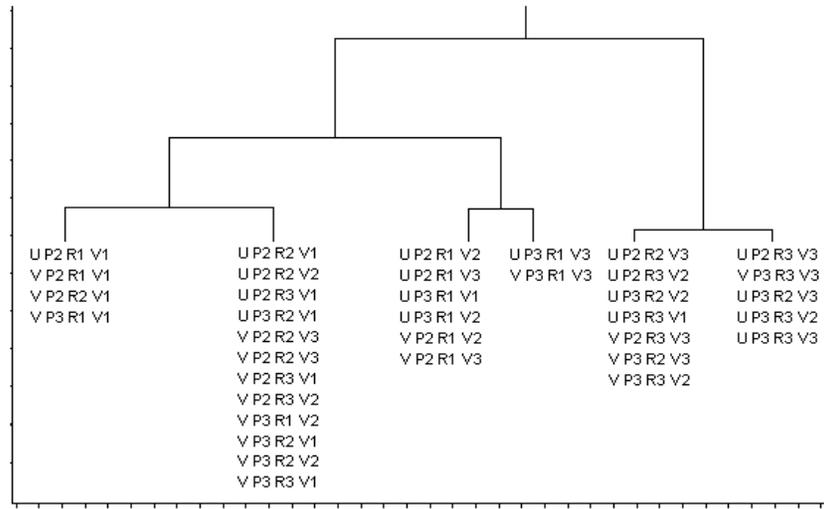


FIGURA 1. Dendrograma resultante da análise de agrupamentos dos 36 tratamentos, utilizando-se distância euclidiana média como coeficiente de similaridade.