

## EROSIVIDADE E CARACTERÍSTICAS DA CHUVA CORRELACIONADAS COM PERDAS DE SOLO EM ALAGOINHA - PB<sup>1</sup>

### EROSIVITY, RAIN CHARACTERISTICS AND SOIL LOSSES AT ALAGOINHA, STATE OF PARAIBA, BRAZIL

Clístenes Williams Araújo do Nascimento<sup>2</sup> Iêde de Brito Chaves<sup>3</sup>

#### RESUMO

Visando estabelecer o parâmetro da chuva que melhor expresse a sua capacidade potencial de causar erosão, foram estudadas, para o período de 1981 a 1989, correlações lineares simples entre 13 características da chuva e as perdas de solo provocadas por erosão hídrica em solo classificado como Terra Roxa Estruturada localizada na Estação Experimental de Alagoinha, Paraíba, pertencente a Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba. As características da chuva testadas como estimadores da erosividade foram: quantidade de chuva; energia cinética total; segmentos de chuva com energia cinética igual ou superior a 25 mm/h; intensidades máximas de chuva em 5, 10, 15, 30 e 60 minutos; produto da energia cinética total pelas intensidades máximas em 5, 10, 15, 30 e 60 minutos. As correlações obtidas indicam que a característica da chuva produto da energia cinética total pela intensidade máxima em 15 minutos é a que melhor se correlaciona com as perdas de solo na região em estudo; entretanto, não houve diferença significativa entre as características produto da energia cinética total pela intensidade máxima em 15 minutos e produto da energia cinética total pela intensidade máxima em 30 minutos. O valor médio anual para a precipitação em Alagoinha - PB no período de 1981 a 1989 foi de 3423 MJ.mm/ha.h.

**Palavras-chave:** erosão de solo, energia cinética de chuvas.

#### SUMMARY

The objective of this study was to establish a rain parameter that can be used to express the potential capability of

the rain to cause soil erosion. Data from 1981 to 1989 were used in simple linear correlations among 13 rain characteristics and soil losses using individual erosive rains in an Alfisol soil of Alagoinha Experimental Station of "Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária", State of Paraíba, Brazil. The rain characteristics tested were: total precipitation; total kinetic energy; kinetic energy higher than 25 millimeters; rain intensity at 5, 10, 15, 30 and 60 minutes; product between kinetic energy and rain intensity at 5, 10, 15, 30 and 60 minutes. The correlations obtained among rain characteristics and soil losses, indicated that the rain characteristic energy-intensity in 15 minutes is better correlated to soil losses. However, there was no difference between energy-intensity in 15 minutes and energy-intensity in 30 minutes characteristics. The medium year value of the erosivity ( $EI_{30}$ ) obtained for Alagoinha during the studied period was 3.423 MJ.mm/ha.h.

**Key words:** soil erosion, kinetic energy of rains.

#### INTRODUÇÃO

A erosão hídrica é sem dúvida, a principal causa do empobrecimento do solo, seja pela remoção de nutrientes e matéria orgânica da camada superficial, seja pela remoção das próprias partículas do solo pelas enxurradas. Neste sentido, ela ocorre como um fator preponderante na diminuição da capacidade produtiva dos solos agrícolas.

<sup>1</sup>Parte da Dissertação de graduação apresentada pelo primeiro autor ao Curso de Agronomia da Universidade Federal da Paraíba (UFPB).

<sup>2</sup>Engenheiro Agrônomo, aluno do Curso de Pós-graduação em Solos e Nutrição de Plantas, Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Solos, 36570-000, Viçosa, MG. Autor para correspondência.

<sup>3</sup>Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor do Departamento de Solos e Engenharia Rural, UFPB, Campus III, 58397-000 Areia, PB.



A capacidade potencial da chuva em causar erosão, também chamada de erosividade da chuva, pode ser avaliada através de suas características físicas. Assim sendo, dentro de uma relação causa e efeito, pode-se, padronizando o processo erosivo para condições padrão de cobertura vegetal, preparo do solo e declividade, relacionar parâmetros da chuva que melhor expressem as perdas de solo. Tradicionalmente tem-se utilizado o parâmetro  $EI_{30}$  (produto da energia cinética da chuva pela sua intensidade máxima em 30 minutos) selecionado por WISCHMEIER (1959) para as condições dos Estados Unidos. Contudo, segundo HUDSON (1981), particularmente para as condições de clima tropical e subtropical, deva se investigar outros parâmetros da chuva que melhor expressem sua capacidade potencial de causar erosão.

No Brasil, diversos trabalhos têm tentado, a partir de correlações com perdas de solo, selecionar um parâmetro da chuva que melhor expresse a sua capacidade erosiva (LOMBARDI NETO, 1977; CAMPOS FILHO, 1983; CARVALHO, 1987 e CANTALICE & MARGOLIS, 1993). Os resultados têm demonstrado que embora o parâmetro  $EI_{30}$  tenha se apresentado bem correlacionado com as perdas de solo, em muitos casos outros parâmetros do mesmo modelo  $E_{in}$  (Energia-Intensidade) têm com frequência obtido melhores correlações.

Neste sentido, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a relação entre as características da chuva e as perdas de solo em parcela experimental, visando determinar o melhor parâmetro para expressar a capacidade potencial da chuva de causar erosão no município de Alagoinha, mesoregião do Agreste Paraibano. Os dados obtidos terão aplicabilidade no planejamento do uso e manejo das terras da região em estudo e de áreas circunvizinhas de padrão climático semelhante.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Estação Experimental de Alagoinha, Paraíba, pertencente a Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba (EMEPA). O município de Alagoinha localiza-se na mesoregião do Agreste Paraibano, entre as latitudes Sul  $6^{\circ}54'16''$  e  $6^{\circ}59'44''$  e longitudes  $32^{\circ}27'57''$  e  $33^{\circ}36'00''$  a oeste de Greenwich e altitude de 140 m. O clima da região é do tipo As' de Koppen, tropical chuvoso com verão seco e com precipitação média anual em torno de 1000 mm. O solo no qual foi realizado o ensaio é classificado como Terra Roxa Estruturada Eutrófica (BRASIL, 1972).

A parcela experimental utilizada para a obtenção dos dados de perdas de solo possuía uma área de  $100 \text{ m}^2$  ( $20 \times 5 \text{ m}$ ) e declividade de 12%, sendo delimitada por paredes de alvenaria. O manejo da parcela seguiu as recomendações de WISCHMEIER & SMITH (1978), sendo mantida sem cobertura vegetal e preparada manualmente no sentido do declive. O sistema coletor de solo e enxurrada, localizado a jusante da parcela experimental, constituía-se de dois tanques de alvenaria com capacidade unitária para  $1 \text{ m}^3$ , sendo interligados por um divisor tipo Geib, com 9 janelas. As coletas do material perdido por escoamento superficial da parcela corresponderam ao período de 1981 a 1989. Após cada chuva o material foi coletado nos tanques, medido e amostrado de acordo com as recomendações de BERTONI *et al.* (1975) e COGO (1978), adaptadas para as condições locais.

As chuvas ocorridas no período correspondente as observações, 1981 a 1989, foram registradas em um pluviógrafo que funciona através de um mecanismo de relógio, tendo capacidade para registrar chuvas no decorrer de um período de 24 horas. Para o registro dessas chuvas foram utilizados pluviogramas, nos quais na ordenada é lida a altura da precipitação em segmento de 10mm, subdividido a cada 0,1mm de chuva e na abscissa o tempo para um período de 24 horas subdivididos a cada 10 minutos. Os critérios adotados para separar chuvas consideradas erosivas foram baseados nas propostas de WISCHMEIER (1959), modificadas por CABEDA (1976).

Um número total de 234 chuvas foram consideradas erosivas, de acordo com os critérios acima especificados, e a partir delas foram calculadas as seguintes características físicas das chuvas erosivas: quantidade de chuva ( $Q$ ) em mm; intensidades máximas de chuvas ocorridas nos intervalos de 5, 10, 15, 30 e 60 minutos ( $I_n$ ) em mm/h; Produto da energia cinética total pelas intensidades máximas de chuvas em intervalos crescentes de tempo ( $EI_n$ ), ou seja,  $EI_5$ ,  $EI_{10}$ ,  $EI_{15}$ ,  $EI_{30}$  e  $EI_{60}$  em MJ.mm/ha.h; energia cinética de chuvas com intensidades maiores que 25mm/h ( $EC > 25$ ) em MJ/ha (HUDSON, 1981) e energia cinética total (ECT) em MJ/ha (WISCHMEIER & SMITH, 1958; FOSTER *et al.*, 1981).

As correlações lineares simples entre as características da chuva e as perdas de solo foram obtidas através do uso do "software" SAEG. Foram calculadas as equações de regressão linear simples, o coeficiente de correlação e o coeficiente de determinação, entre as características da chuva e as perdas de solo. Os coeficientes de correlação obtidos



foram comparados por um teste de hipótese, segundo o método apresentado por FONSECA *et al.* (1982).

Para a determinação da erosividade mensal foram somados os valores de  $EI_{30}$  das chuvas individuais erosivas que ocorreram em cada mês. A erosividade média mensal, por sua vez, foi determinada através da média aritmética dos valores de  $EI_{30}$  mensais ocorridos em um determinado mês no período de 1981 a 1989. O valor da erosividade anual para um determinado ano foi obtido através da soma dos valores da erosividade mensal ocorridos em cada um dos anos analisados. A erosividade média anual, ou fator  $R$  da Equação Universal de Perdas de Solo, correspondente ao período de 1981 a 1989 foi calculada a partir da média aritmética dos nove valores anuais de  $EI_{30}$ .

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 são apresentados os valores médios mensais da precipitação em Alagoinha. A precipitação média anual observada para esta localidade foi de 1109mm. A análise da distribuição da precipitação ao longo do ano demonstra um período chuvoso que vai de fevereiro a agosto e um período mais seco que abrange os meses de setembro a janeiro. Considerando o mês de agosto, com um valor médio mensal de 97mm, pode-se afirmar que em termos médios mensais, em Alagoinha ocorre um período de sete meses consecutivos onde a precipitação é abundante e bem distribuída.

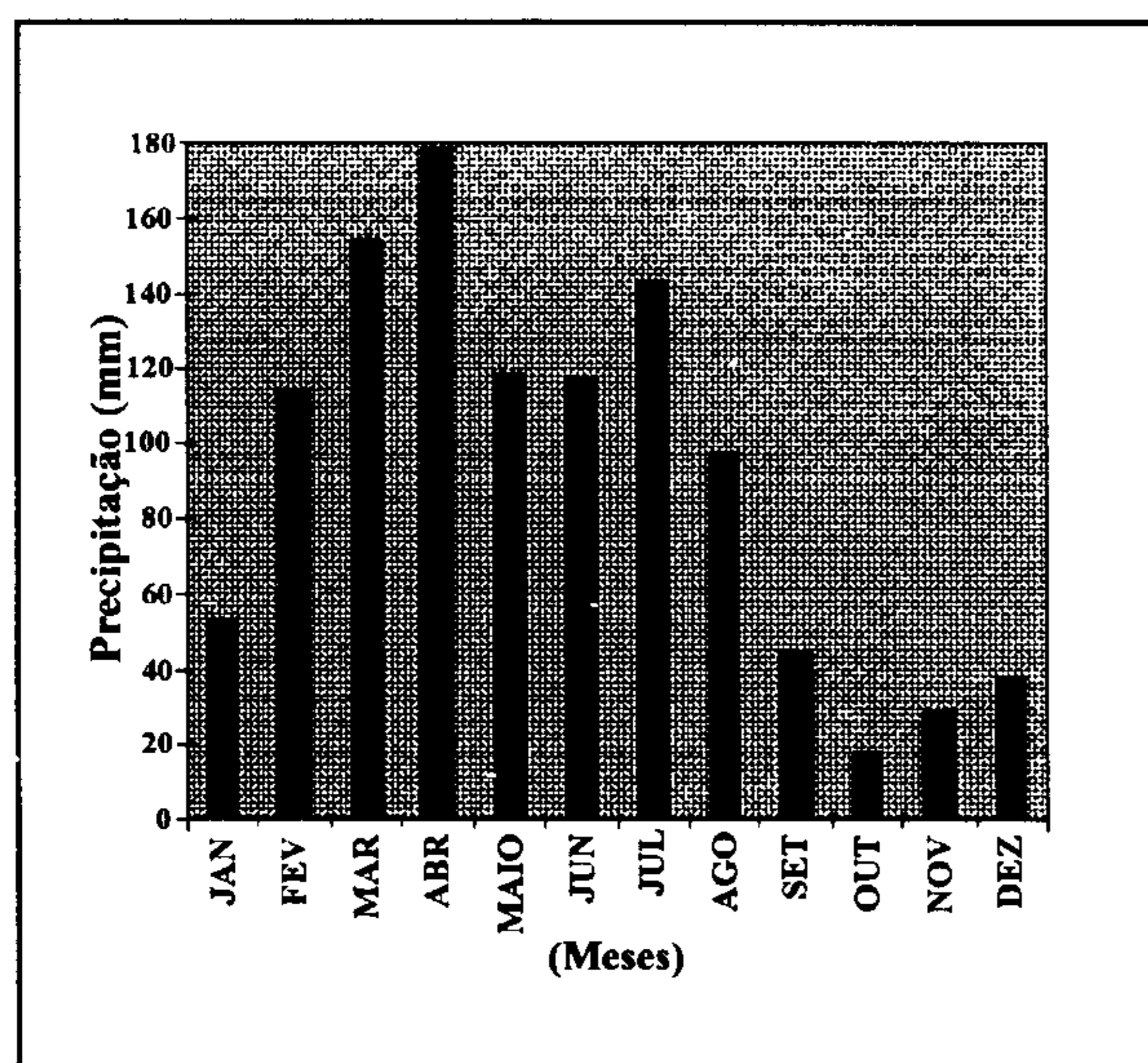


Figura 1. Distribuição média mensal da precipitação pluviométrica em Alagoinha, PB para o período de 1981 a 1989 (precipitação média anual de 1109mm).

O fator  $R$  da Equação Universal de Perdas de Solo, expresso pelo valor médio das erosividades anuais calculado através do  $EI_{30}$  foi de 3423 MJ.mm/ha.h.ano. Valores de erosividade média anual semelhantes foram obtidos por CAMPOS FILHO *et al.* (1984) para Glória do Goitá - Pernambuco (3483 MJ.mm/ha.h.ano) e por CHAVES & DINIZ (1981) para Areia - Paraíba (3875MJ.mm/ha.h.ano).

Apesar do valor médio anual da precipitação ser relativamente alto (1109mm), o baixo valor médio anual da erosividade obtido para Alagoinha sugere a presença de um número grande de chuvas de baixa intensidade ao longo do ano. Observando-se a distribuição dos valores médios mensais da erosividade (Figura 2), destaca-se fevereiro, no início do período chuvoso, como o mês de mais alta erosividade (782MJ.mm/ha.h). É durante os primeiros meses do período chuvoso, portanto, a ocasião em que ocorre o maior risco potencial de perdas de solo por erosão hídrica. A partir de maio, apesar das chuvas abundantes, a erosividade mensal das chuvas cai consideravelmente, demonstrando que o risco potencial de erosão hídrica torna-se menor.

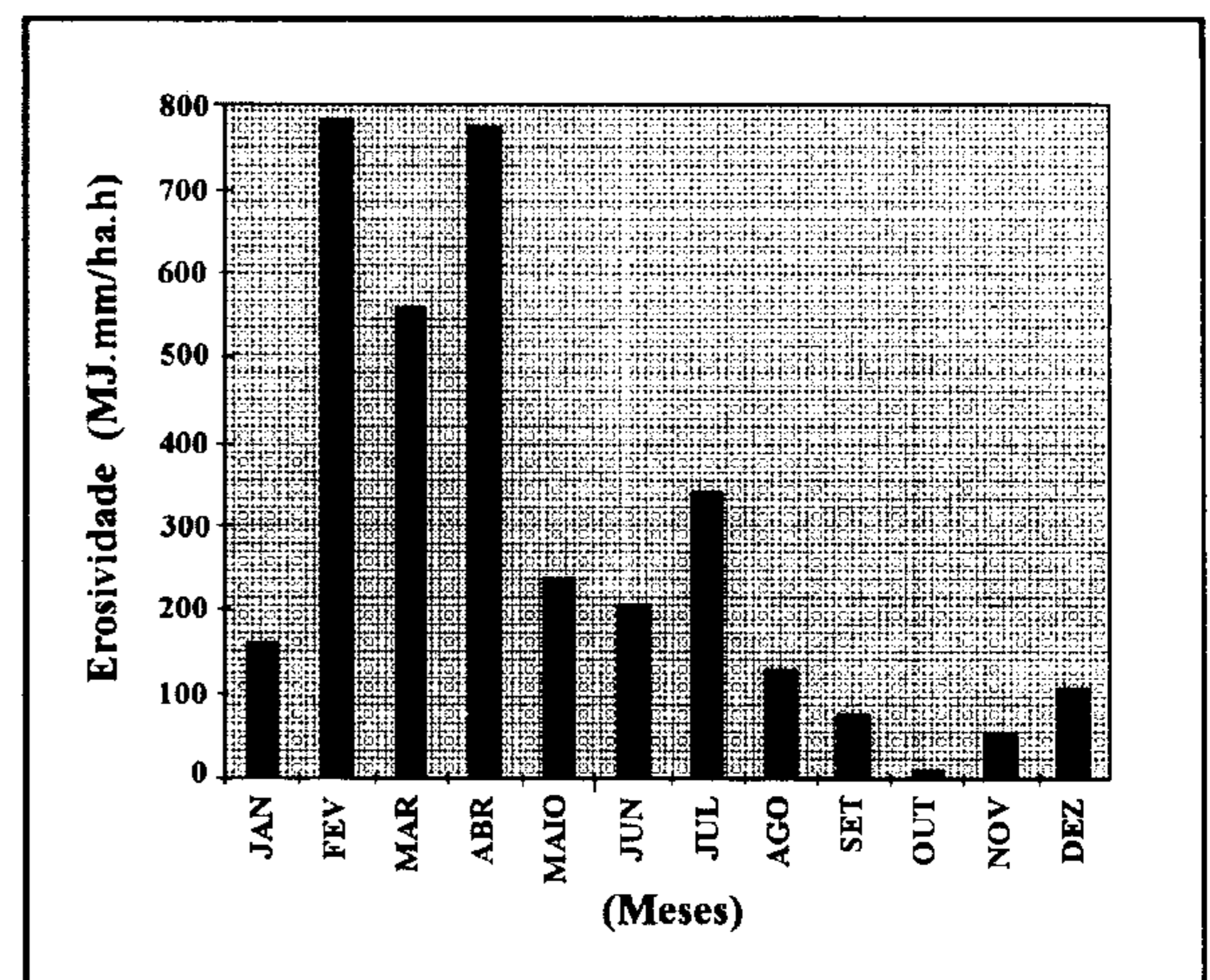


Figura 2. Distribuição média mensal da erosividade ( $EI_{30}$ ) em Alagoinha, PB para o período de 1981 a 1989.

Na Tabela 1 são apresentados as estimativas dos parâmetros da equação de regressão linear, o coeficiente de correlação e de determinação entre as características da chuva e as perdas de solo. Os coeficientes de correlação, apresentados em ordem decrescente de valores, foram estatisticamente significativos ao nível de 5% de probabilidade. Uma análise global de tais coeficientes mostra que os mesmos variaram de 0,70 a 0,49, para as características  $EI_{15}$  e  $I_5$ , respectiva-



mente. Detalhando-se a análise, percebe-se dois grupos distintos de coeficientes de correlação: um com valores maiores, compreendidos entre 0,70 ( $EI_{15}$ ) e 0,64 ( $EC>25$ ), o qual engloba todas as características do tipo  $EI_n$  e mais o  $EC>25$ , e outro, com valores menores, entre 0,60 ( $I_{60}$ ) e 0,49 ( $I_5$ ), englobando todas as intensidades máximas ( $I_n$ ) mais a energia cinética total (ECT) e a quantidade de chuva (Q).

Tabela 1. Estimativa dos parâmetros da equação  $y = a + bx$  obtidos entre as características da chuva (y) e as perdas de solo (x), coeficiente de correlação (r) e determinação ( $r^2$ ) obtidos em 234 chuvas, para condição de solo descoberto em Alagoinha, Paraíba, no período de 1981 a 1989.

Características da chuva (y)	Equação	r	$r^2$
$EI_{15}$	$0,1573 + 0,2948x$	0,7000a	0,4900
$EI_{60}$	$0,2851 + 0,7052x$	0,6228a	0,4790
$EI_{10}$	$-0,0913 + 0,2637x$	0,6782a	0,4599
$EI_5$	$-0,0798 + 0,1811x$	0,6572a	0,4327
$EI_{30}$	$0,6911 + 0,3716x$	0,6480a	0,4199
$EC>25$	$1,9312 + 0,2621x$	0,6403a	0,4099
$I_{60}$	$-4,2718 + 0,8268x$	0,6056ab	0,3667
$I_{30}$	$-3,9467 + 0,4802x$	0,6019ab	0,3622
ECT	$-3,9234 + 0,2901x$	0,5851 b	0,3423
$I_{15}$	$-3,4134 + 0,2918x$	0,5649 b	0,3191
$I_{10}$	$0,0913 + 0,2673x$	0,5152 b	0,2654
Q	$-3,1522 + 0,3740x$	0,4942 b	0,2442
$I_5$	$-2,9038 + 0,1607x$	0,4910 b	0,2411

Coefficientes de correlação seguidos pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade.

$EI_n$  = produto da energia cinética pela intensidade máxima nos intervalos 5, 10, 15, 30 e 60 minutos.

$EC>25$  = energia cinética de chuvas com intensidade maior que 25mm.

ECT = energia cinética total.

$I_n$  = intensidade de chuva nos intervalos de 5, 10, 15, 30 e 60 minutos.

Q = quantidade de chuva

Zimbabwe, concluíram que o parâmetro energia-intensidade foi o que forneceu a melhor estimativa de perdas de solo causadas por chuvas individuais. A quantidade de chuva apresentou um coeficiente considerado baixo ( $r = 0,49$ ) quando correlacionado com as perdas de solo no município de Alagoinha, confirmando resultados obtidos por HUDSON (1981) de que a relação entre estas variáveis é fraca e que são necessárias outras medidas mais eficientes para descrever o potencial erosivo das chuvas.

Dentre as características da chuva do tipo  $I_n$ , a intensidade máxima em 60 minutos foi a que apresentou melhor correlação com as perdas de solo ( $r=0,60$ ) ficando o menor valor de correlação obtido ( $r=0,49$ ) para a característica intensidade máxima em 5 minutos. O valor do coeficiente de correlação da característica  $I_{60}$  quando comparada aos valores obtidos para as características  $I_{30}$ ,  $I_{15}$ ,  $I_{10}$  e  $I_5$ , que apresentaram ordem decrescente de valores de coeficiente de correlação, indica que as perdas de solo em Alagoinha estão associadas a chuvas de longa duração; condição esta que aumenta o escoamento superficial devido a diminuição da taxa de infiltração instantânea de água no solo.

A característica energia cinética de chuva com intensidade maior que 25mm/h ( $EC>25$ ) apresentou um coeficiente de correlação ( $r = 0,64$ ) que em termos absolutos ocupa uma posição intermediária em relação as demais características da chuva. Sendo assim, pode-se considerar que a eliminação dos valores de energia cinética das intensidades inferiores a 25mm/h melhorou a estimativa da erosividade, visto que o valor absoluto para o coeficiente de correlação entre as perdas de solo e a energia cinética total foi menor.

Embora HUDSON (1981) tenha indicado que o parâmetro  $EC>25$  é o melhor preditor das perdas de solo para as regiões de clima tropical, trabalhos recentes desenvolvidos no Brasil têm indicado outros parâmetros, principalmente porque a característica  $EC>25$  vem obtendo correlações menores que aquelas observadas para outras características da chuva, notadamente os parâmetros  $EI_n$  (MORAIS *et al.*, 1988; CARVALHO *et al.*, 1993; CANTALICE & MARGOLIS, 1993).

As características do tipo  $EI_n$  forneceram coeficientes de correlação superiores àquele determinado para a característica  $EC>25$ , embora não difiram entre si quando submetidos a comparação estatística ao nível de 5% de probabilidade. Portanto, a afirmação de HUDSON (1981) de que a  $EC>25$  estimaria melhor as perdas de solo nas regiões

Esses resultados estão de acordo com MORAIS *et al.* (1988), que encontraram as características do tipo  $EI_n$  como as mais bem correlacionadas com as perdas de solo para três localidades do Rio Grande do Sul, e com CARVALHO *et al.* (1989) que encontraram resultados semelhantes para as correlações lineares estudadas para Mococa, São Paulo. Stocking & Elwell *apud* MORAIS *et al.* (1988), testando diversas características da chuva em dois tipos de solo em



tropicais e subtropicais do que o  $EI_{30}$  não foi ratificada pelo presente trabalho, embora não difira da característica melhor correlacionada ( $EI_{15}$ ), e está de acordo com os dados obtidos por outros pesquisadores para outras regiões do país (CARVALHO *et al.*, 1993 e CANTALICE & MARGOLIS, 1993).

A característica da chuva  $EI_{30}$ , apesar de desenvolvida nas condições climáticas dos Estados Unidos por WISCHMEIER & SMITH (1958), onde apresentou-se bem correlacionada com as perdas de solo, obteve um coeficiente de correlação com as perdas de solo em Alagoinha da ordem de 0,64, situando-se entre as oito características da chuva mais bem correlacionadas com as perdas de solo em termos absolutos, destas não diferindo quando submetida à análise estatística. Outros autores, em estudos semelhantes, chegaram também a conclusão de que o parâmetro  $EI_{30}$  pode ser utilizado sem problemas como avaliador da erosividade das chuvas nas localidades observadas (CAMPOS FILHO, 1983; MORAIS *et al.*, 1988; ALBUQUERQUE, 1991).

## CONCLUSÕES

- A erosividade média anual (fator  $R$  da Equação Universal de Perdas de Solo) para Alagoinha é de 3423MJ.mm/ha.h, sendo o período de fevereiro, março e abril aquele onde ocorre o maior risco de erosão na região estudada, visto que 62% da erosividade média anual concentra-se neste período.

- As características da chuva que melhor se correlacionam com as perdas de solo são os produtos da energia cinética pelas intensidades máximas nos intervalos de 15, 60, 10, 5 e 30 minutos, sendo esta última, devido a sua ampla utilização em todo país, recomendada para estimar a erosividade das chuvas também em Alagoinha, Paraíba.

## AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer ao professor Ivandro de França da Silva da UFPB e aos engenheiros agrônomos Edilson Diniz, Eliana Coelho e Olívio Ribeiro, pela ajuda no desenvolvimento do trabalho e pela concessão dos dados utilizados, obtidos através do convênio UFPB/SUDENE.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ALBUQUERQUE, A. W. de. **Determinação da erosividade das chuvas de Caruaru - PE: 1. Correlação com perdas de solo 2. Distribuição e probabilidade de ocorrência.** Piracicaba - SP. 100 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Curso de

Pós-graduação em Solos e Nutrição de Plantas, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 1991.

BERTONI, J., LOMBARDI NETO, F., BENATTI JUNIOR, R. **Metodologia para a determinação de perdas por erosão.** Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 1975. 14 p. Circular, 44.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Levantamento exploratório - reconhecimento de solo do estado da Paraíba.** Rio de Janeiro: Equipe de Pedologia e Fertilidade do Solo - M.A. Divisão de Agrologia - SUDENE, 1972. 670 p. Boletim técnico 13.

CABEDA, M.S.V. **Computation of storm EI value.** West Lafayette: Purdue University, 1976. 6 p.

CAMPOS FILHO, O.R. **Avaliação da erosividade e sua correlação com perdas de solo e água no agreste de Pernambuco.** Areia - PB. 51 p. Tese (Mestrado em Agronomia) Curso de Pós-graduação em Manejo e Conservação do Solo, Universidade Federal da Paraíba, 1983.

CAMPOS FILHO, O.R., SILVA, I.F.de, ANDRADE, A.P. de, *et al.* **Avaliação da erosividade e erodibilidade do agreste pernambucano.** In: ENCONTRO BRASILEIRO DE CONSERVAÇÃO DO SOLO, 1984, Porto Alegre, RS. **Anais...** Porto Alegre, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1984, p. 54.

CANTALICE, J.R.R., MARGOLIS, E. **Características das chuvas e correlações de índices de erosividade com as perdas de solo do Agreste de Pernambuco.** **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.17, p. 275-281, 1993.

CARVALHO, M.P. **Erosividade da chuva: distribuição e correlação com as perdas de solo em Mococa (SP).** Piracicaba - SP, 104 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Curso de Pós-graduação em Solos e Nutrição de Plantas, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 1987.

CARVALHO, M.P., LOMBARDI NETO, F., VASQUES FILHO, J., *et al.*, A. **Índices de erosividade da chuva correlacionados com as perdas de um Podzólico vermelho-amarelo eutrófico textura argilosa, muito argilosa de Mococa (SP): Primeira aproximação do fator erodibilidade do solo.** **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Campinas, v. 17, p. 445-450, 1989.

CHAVES, I.B., DINIZ, E.J. **Erosividade das chuvas no Estado da Paraíba.** In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA SOBRE CONSERVAÇÃO DO SOLO, 1981, Recife, PE. **Anais...** Recife, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1981, p. 136-147.

COGO, N.P. **Uma contribuição à metodologia de estudo das perdas por erosão em condições de chuva natural.** In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA SOBRE CONSERVAÇÃO DE SOLO, 1978, Passo Fundo, RS. **Anais...** Passo Fundo, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1978. p. 75-79.

FONSECA, J.S. da, MARTINS, G.A., TOLEDO, G.L. **Estatística aplicada.** São Paulo: Atlas, 1982. 267 p.

FOSTER G.R., McCOOL, D.K., RENARD, K.G. *et al.* **Conversion of the universal soil loss equation to SI units.** **Journal of Soil and Water Conservation**, Ankeny, v. 36, p. 355-359, 1981.

HUDSON, N. **Soil conservation** 2 ed. Ithaca: Cornell University Press, 1981. 324 p.

LOMBARDI NETO, F. **Rainfall erosivity. Its distribution and relationship with soil losses at Campinas, Brazil.** West Lafayette, Purdue, EUA. 53 p. 1977 Tese (Magister Science), Purdue University, 1977.

MORAIS, L.F.B. de, MUTTI, L.S.M., ELTZ, F.L.F. **Índices de erosividade correlacionados com perdas de solo no Rio Grande do Sul. Revista Brasileira Ciência do Solo.** Campinas, v. 12, p. 281-284, 1988.

WISCHMEIER, W.H. **A rainfall erosion index for a universal soil-loss equation.** **Soil Science Society of America Proceedings**, Madison, v. 23, p. 446-49, 1959.

WISCHMEIER, W.H., SMITH, D.D. **Rainfall energy and its relationship to soil loss.** **Transaction American Geophysical Union**, Washington, v. 39, p. 285-91, 1958.

WISCHMEIER, W.H., SMITH, D.D. **Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning.** Washington: USDA, 1978. 78 p. Agricultural Handbook, 537.

**Ciência Rural, v. 26, n. 3, 1996**