

Tabela 13 Parâmetros do semivariogramas da concentração de sódio (Na), no início da estação chuvosa nas profundidades de 0-20cm e 20-40cm, e no final da estação chuvosa na profundidade de 0-40cm. Pesqueira-PE, 2007.

Prof. (cm)	Parâmetros do semivariograma						VC	
	Modelo	Co	Co+C	Ao	R ²	GDE	Média	Desv
0-20	Exponencial	3,28	9,33	43,66	0,86	0,87	0,00	0,89
20-40	Gaussiano	0,06	1,22	7,82	0,04	0,04	-0,01	1,02
0-40	Esférico	0,01	1,34	12,84	0,02	0,04	-0,01	1,01

Co=Efeito pepita, Co+C=Patamar, Ao=Alcance, R²=Coeficiente de Determinação; GDE=Grau de Dependência Espacial; VC=Validação Cruzada; DesvPad=Desvio Padrão.

Pelos mapas de isolinhas da gerados, pode-se comprovar um aumento do teor de sódio, na profundidade de 0-20cm, (Figura 32a), na região a direita no mapa da área compreendida nas coordenadas X: 734175-734190 e Y: 9070930, com valor máximo na ordem de 6,5 mmolc.L⁻¹, evidenciado pela escala de tonalidades apresentada no mapa. Verifica-se este fato também na profundidade de 20-40 cm (Figura 32b), onde mesmo apresentando teores de Na médio baixos em relação a camada anterior ocorrem pontos com valores elevados de Na, sendo dois pontos na região superior (X: 734155-734175 e Y: 9070930-9070925) e outro na região à direita (X: 734185 e Y: 9070915) do mapa. Já na profundidade 0-40 cm (Figura 32c), que representa o período final das chuvas, houve um incremento no teor de Na, na região compreendida nas coordenadas X: 734165-734190 e Y: 9070900-9070915. Isto pode ter ocorrido em função da que houve lixiviação dos sais após o período chuvoso, principalmente Cálcio e Magnésio.

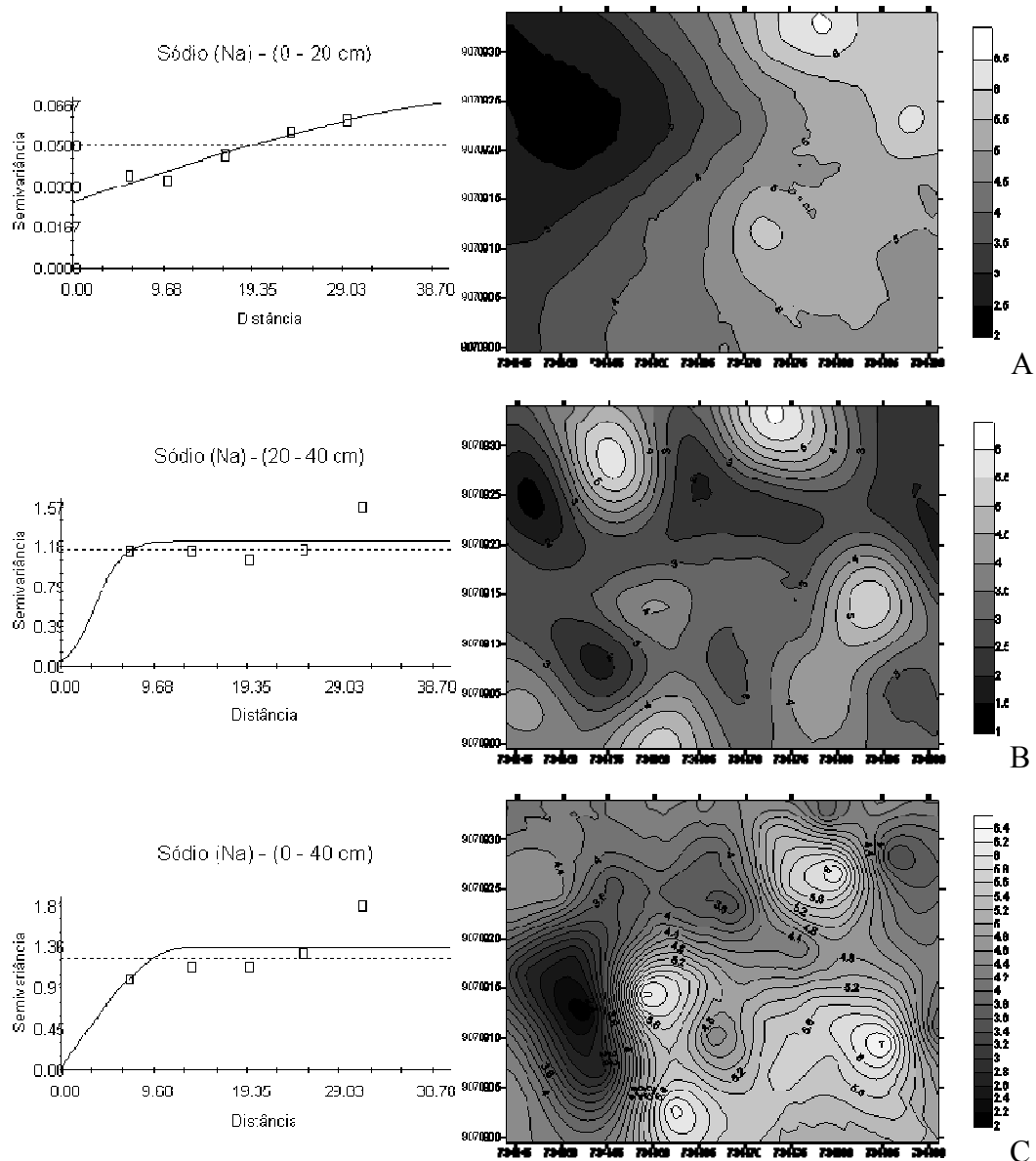


Figura 32. Semivariograma e mapa de isolinhas do teor de Sódio (Na⁺). A. na profundidade de 0-20cm. B. na profundidade de 20-40cm. C. na profundidade de 0-40cm. Pesqueira-PE,

2007

4.4.3. Variáveis de crescimento: altura de plantas e diâmetro caulinar

Na Tabela 14 encontram-se os variáveis de crescimento (altura de plantas e diâmetro caulinar) da cultura da mamona. Observa-se pequena diferença entre médias e medianas das variáveis, indicando distribuições simétricas e normalidade dos dados que, com exceção do diâmetro caulinar aos 200 dias após a semeadura (DAS), foi confirmada pelo teste de Kolgomorov-Smirnov (KREYSZIG, 1970).

A variável altura de plantas apresenta valores de coeficiente de variação (CV) maiores que 20% aos 72 (DAS), o que mostra uma média variabilidade, segundo Warrick & Nielsen (1980); logo após este valor cai para menos de 12% descrevendo uma baixa variabilidade espacial após este período. No tocante a variável diâmetro caulinar observa-se que houve média variabilidade espacial em todo ciclo da cultura, com CV variando entre 14 e 36%.

Tabela 14 Estatística clássica para as variáveis de crescimento da cultura da mamona: altura de plantas e diâmetro caulinar. Pesqueira-PE, 2007

Altura de plantas (cm)													
DAS	X	S	CV	Var	Curt	Q1	Mín	Med	Máx	Q3	E Máx	K-S	Dist
16	11,01	2,52	0,23	6,37	-0,25	9,5	5	11	17	13	0,09	0,11	N
37	30,91	10,52	0,34	110,68	-0,35	23	11	30	63	38,25	0,07	0,11	N
51	69,75	21,12	0,30	445,94	-0,62	55	26	69	124	86,5	0,05	0,11	N
63	90,57	23,58	0,26	556,25	-0,04	75	33	90	150	105	0,04	0,11	N
72	132,39	27,00	0,20	728,75	4,36	120	14	134,5	224	150	0,09	0,11	N
81	194,69	21,13	0,11	446,65	0,26	182	132	193	259	210	0,06	0,11	N
97	239,24	20,67	0,09	427,19	0,15	225	180	240	300	255	0,06	0,11	N
133	299,44	31,61	0,11	999,05	-0,51	275	225	300	375	321,25	0,05	0,11	N
168	321,94	32,7	0,10	1069,18	-0,34	300	235	320	400	350	0,08	0,11	N
200	332,69	32,22	0,10	1038,33	-0,34	310	250	335	410	356,25	0,07	0,11	N
Diâmetro caulinar (mm)													
37	9,08	3,3	0,36	10,87	0,81	6,48	4	8,95	20	11	0,09	0,11	N
51	20,66	6,08	0,29	37,01	-0,67	16	10	20	35	25	0,08	0,11	N
63	26,04	6,17	0,24	38,07	-0,1	22	13	26	42	30	0,05	0,11	N
72	33,97	6,29	0,19	39,5	0,25	30	20	34	53	38	0,09	0,11	N
81	41,38	5,96	0,14	35,47	0,43	38	27	42	62	45	0,06	0,11	N
97	47,76	7,27	0,15	52,86	1,03	43	29	46,5	75	52	0,09	0,11	N
133	54,98	7,98	0,15	63,74	0,58	49	33	54	80	59	0,11	0,11	N
168	61,38	9,44	0,15	89,14	-0,06	54	39	60	90	68	0,09	0,11	N
200	65,64	10,55	0,16	110,59	0,41	58	42	64,5	100	73	0,11	0,11	N*

X=Média, S=Desvio padrão, CV=Coefficiente de variação, Var=Variância, Curt=Curtose, Q1=1º quartil, Mín=Mínimo, Med=mediana, Máx=máximo, Q3=3º quartil, EMáx=Erro Máximo, K-S=Teste de Normalidade de Kolgomorov-Smirnov, Dist=Distribuição, N=Distribuição Normal; N*=Distribuição diferente da normal.

Tal comportamento pode ser explicado uma vez que a maioria das culturas, inclusive mamona, recebe um manejo convencional, principalmente ao nível de pequeno agricultor, no qual práticas culturais são aplicadas uniformemente porque se assume homogeneidade dos fatores de produção (MIRANDA et al., 2005). Mantovani et al (1998) descrevem que a variabilidade de um campo agrícola influencia fatores de desenvolvimento e de produção das culturas ligados à disponibilidade de nutrientes, suprimento de água e conseqüentemente, ao ambiente onde estão localizadas as raízes. Cassel et al. (1988) citados por Miranda et al., (2005), também relatam que a variabilidade no estande das culturas está diretamente relacionada aos fatores edáficos, como propriedades físicas, químicas e biológicas, fatores

climatológicos como precipitação e de manejo como aplicações desuniformes de sementes, fertilizantes e corretivos.

Observando a Tabela 15 todas as variáveis de desenvolvimento analisados no decorrer do ciclo da cultura da mamona apresentaram grau de dependência espacial (GDE), segundo Cambardella et al. (1994), entre baixo a médio, variando de 50 a 96%.

Tabela 15 Parâmetros dos semivariogramas para as variáveis de crescimento da cultura da mamona: Altura de plantas e diâmetro caulinar. Pesqueira-PE, 2007.

Altura das plantas (cm)								
DAS	Parâmetros do Semivariograma						VC	
	Modelo	Co	Co +C	Ao	R ²	GDE	Média	DesvPad
16	Esférico	1,46	6,37	4,28	0,34	0,77	-0,009	0,92
37	Gaussiano	26,60	114,10	5,02	0,91	0,87	-0,006	0,99
51	Exponencial	121,00	459,90	4,37	0,89	0,74	0,004	0,99
63	Exponencial	163,00	580,40	4,88	0,72	0,96	-0,003	0,91
72	Gaussiano	175,00	742,80	4,68	0,76	0,81	0,010	0,93
81	Exponencial	123,20	437,40	1,14	0,08	0,72	0,001	0,87
97	Exponencial	221,10	450,20	5,57	0,89	0,51	0,009	1,00
133	Esférico	523,00	1161,00	28,55	0,98	0,55	0,007	0,95
168	Exponencial	419,00	1638,00	21,99	0,99	0,64	0,006	0,94
200	Esférico	371,00	1288,00	28,91	0,98	0,71	0,002	0,94
Diâmetro caulinar (mm)								
37	Esférico	1.99	10.97	8.81	0.79	0.82	0.001	1.07
51	Gaussiano	7.40	38.08	5.80	0.80	0.81	-0.002	1.01
63	Exponencial	12.66	40.65	4.85	0.93	0.69	0.008	1.11
72	Exponencial	20.45	42.84	4.35	0.87	0.52	-0.002	1.14
81	Exponencial	21.46	42.93	13.24	0.96	0.50	0.004	1.14
97	Exponencial	26.10	60.87	7.08	0.93	0.57	-0.002	0.94
133	Exponencial	29.20	69.63	8.70	0.93	0.58	-0.001	0.91
168	Esférico	36.90	104.3	21.89	0.96	0.65	-0.003	0.94
200	Esférico	42.50	133.7	20.24	0.95	0.68	-0.001	0.91

DAS=Dias após a semeadura, Co=Efeito pepita, Co+C=Patamar, Ao=Alcance, R²=Coeficiente de Determinação; GDE=Grau de Dependência Espacial; VC=Validação Cruzada; DesvPad=Desvio Padrão.

Houve alta amplitude entre os alcances (Ao) observados para as duas variáveis durante o ciclo da cultura, chegando a 1,14m aos 81 DAS e 28,91m aos 200 DAS para a altura das plantas e de 4,35m aos 72 DAS e 21,89m aos 168 DAS para o diâmetro caulinar. Trabalhos semelhantes com as variáveis relacionados a cultura também foram realizados por Miranda et al. (2005), que estudando peso comercial de frutos de melão encontraram alcances variando entre 30 e 67,3m em argissolos e entre 30 e 58,3m em latossolos, respectivamente. Assumpção et al. (2007), mapeando a produtividade de soja com e sem manejo químico localizado durante as safras de 1999 a 2001, encontraram alcances variando de 48 a 62,3m e

de 28,88 a 40,98m respectivamente. Já Frogbrook et al. (2002) observaram alcances com 199,5, 75,3 e 103m para produtividade, clorose foliar e incidência de ervas daninhas em cultivo de cereal, respectivamente. Trangmar et al. (1985) ressaltam que os valores localizados a distancias menores que o alcance são considerados dependentes entre si, portanto, permitindo adequada interpolação por krigagem

Os modelos de semivariogramas que se ajustaram a este trabalho foram em ordem de observações o exponencial, esférico e gaussiano todos validados segundo o critério de Jack-Knifing (VAUCLIN et al., 1983), apresentando erros padronizados com média variando entre -0,009 e 0,010 e desvio-padrão entre 0,91 a 1,00 para a variável altura de planta; e para o diâmetro caulinar, valores médios entre -0,003 e 0,008, com desvio entre 0,91 e 1,14 respectivamente. Observa-se nos mapas que o maior desenvolvimento vegetativo, evidenciado pelos parâmetros diâmetro caulinar e altura de plantas, situa-se na região central (X: 734165-734175 e y: 9070900-9070935), a qual coincide com os valores de menor condutividade elétrica e menores teores de areia.

Nas figuras 33a e 33b, 34a até 34d, 35a e 35d, pode-se observar os semivariogramas e os mapas de isolinhas para altura de plantas aos 16, 37, 51, 63, 72, 81, 97, 133, 168, 200 DAS respectivamente.

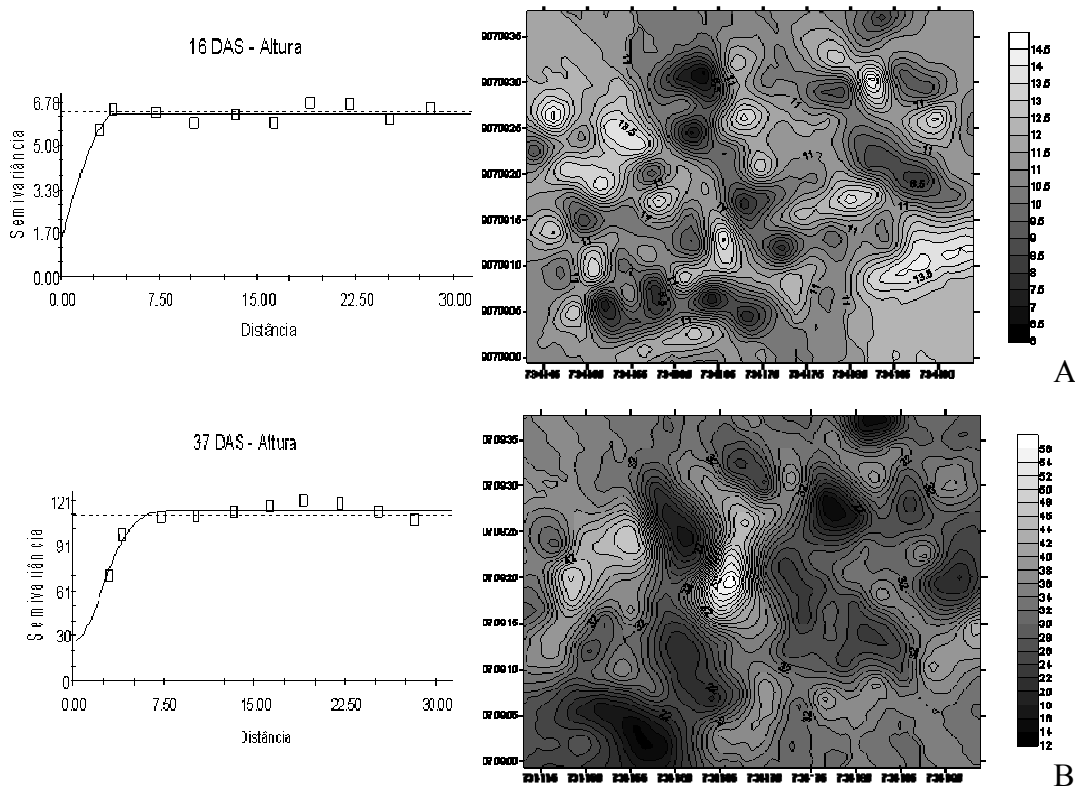


Figura 33. Semivariograma e mapa de isolinhas para altura das plantas. A. 16 DAS. B. 37 DAS. Pesqueira-PE, 2007

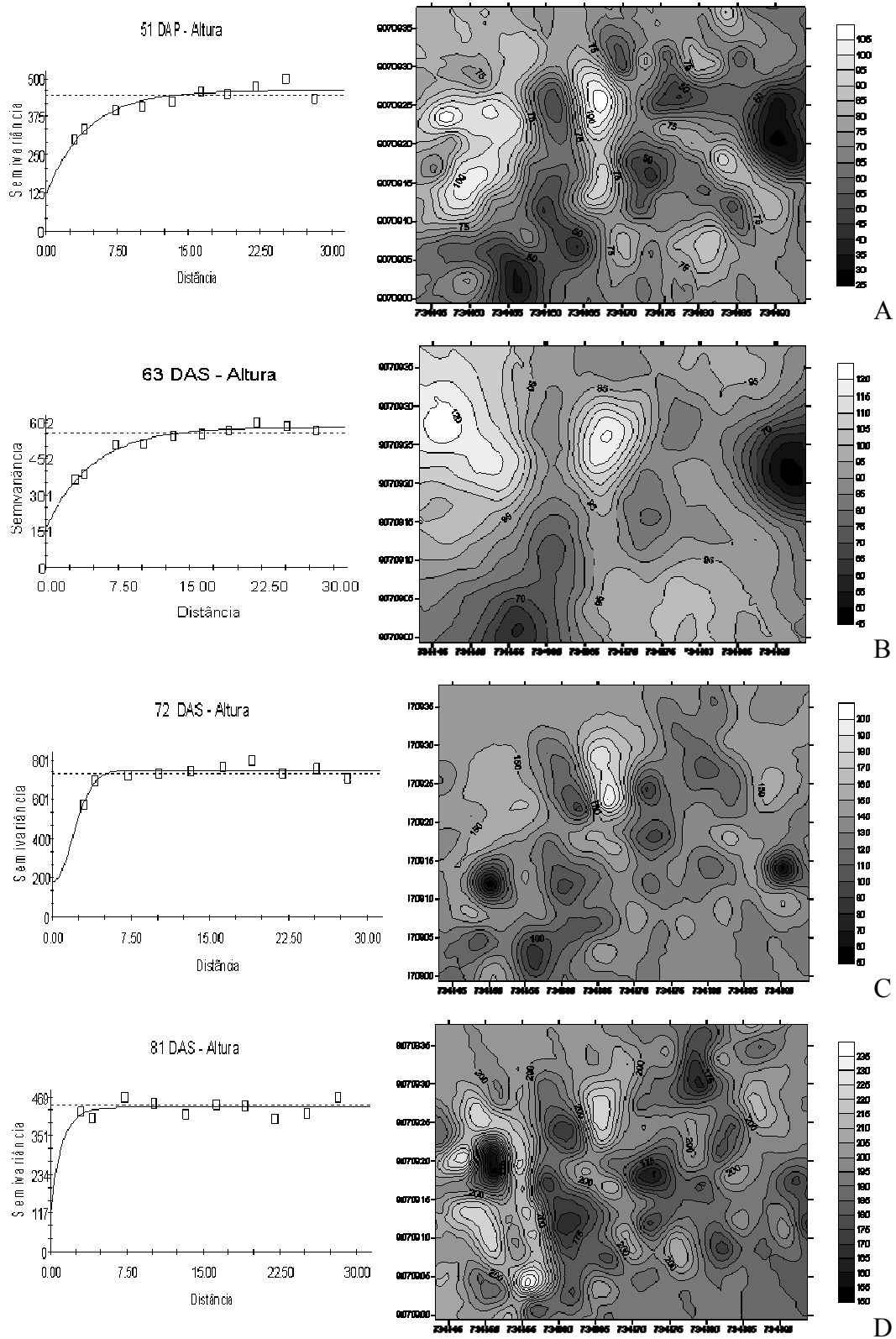


Figura 34. Semivariograma e mapa de isolinhas para altura das plantas. A. 51 DAS. B. 63 DAS. C. 72 DAS. D. 81 DAS. Pesqueira-PE, 2007.

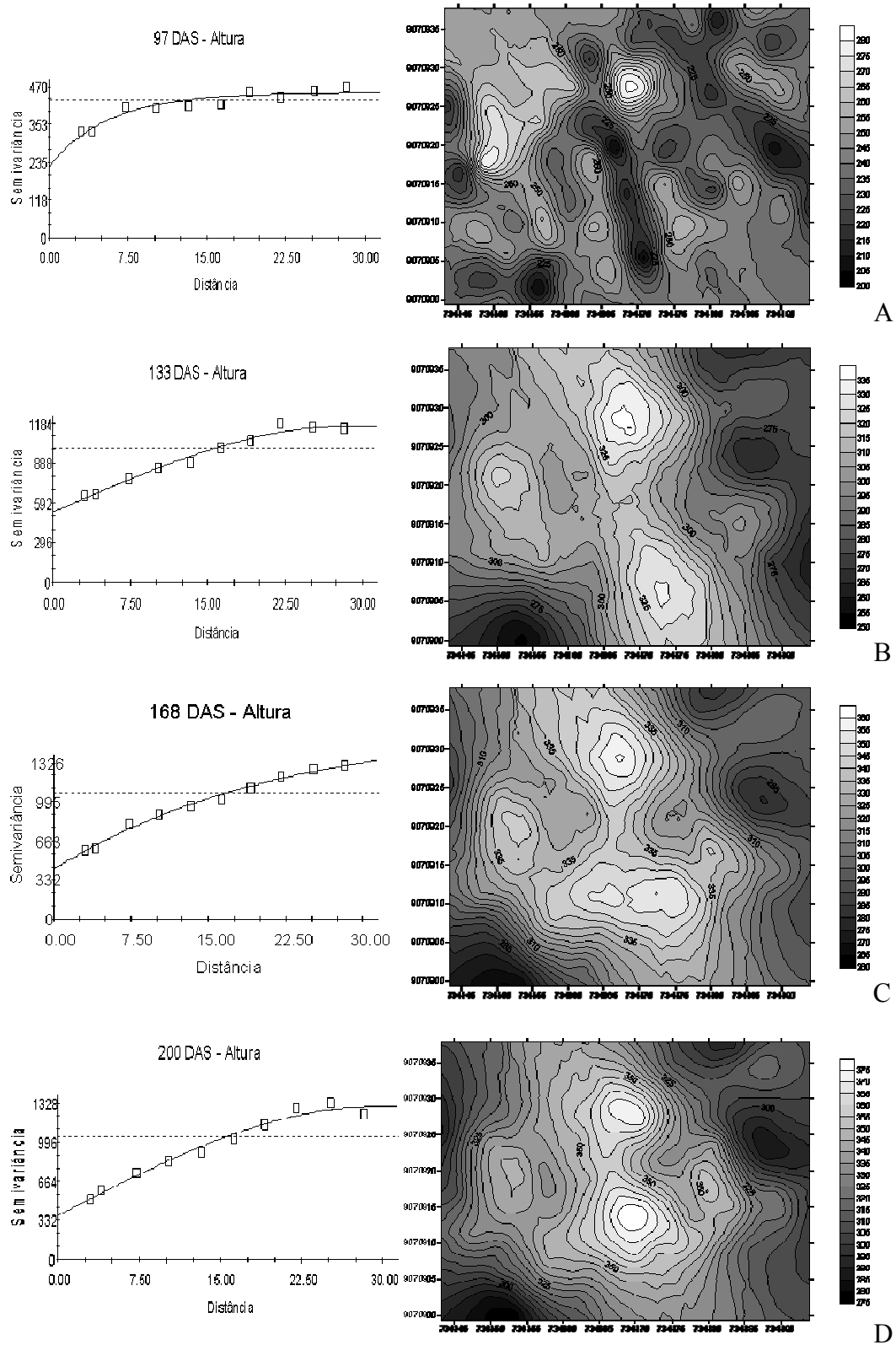


Figura 35. Semivariograma e mapa de isolinhas para altura das plantas. A. 97 DAS. B. 133 DAS. C. 168 DAS. D. 200 DAS. Pesqueira-PE, 2007

Para a variável diâmetro caulinar nas figuras 36a até 36c, 37a até 37c, 38a até 38c, se encontram semivariogramas e os mapas de isolinhas para os 37, 51, 63, 72, 81, 97, 133, 168, 200 DAS.

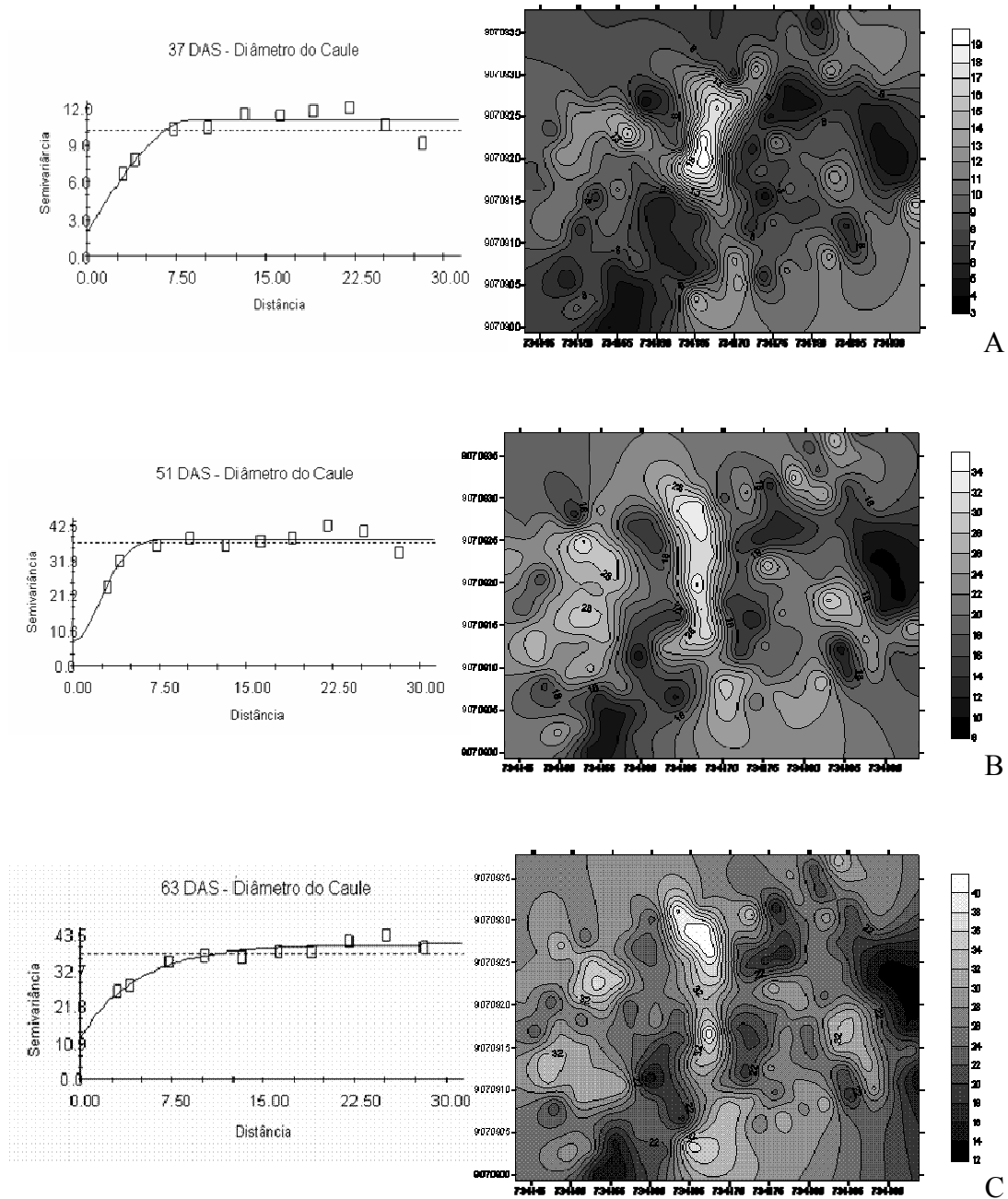


Figura 36. Semivariograma e mapa de isolinhas para diâmetro caulinar. A. 32 DAS. B. 51 DAS. C. 63 DAS. Pesqueira-PE, 2007

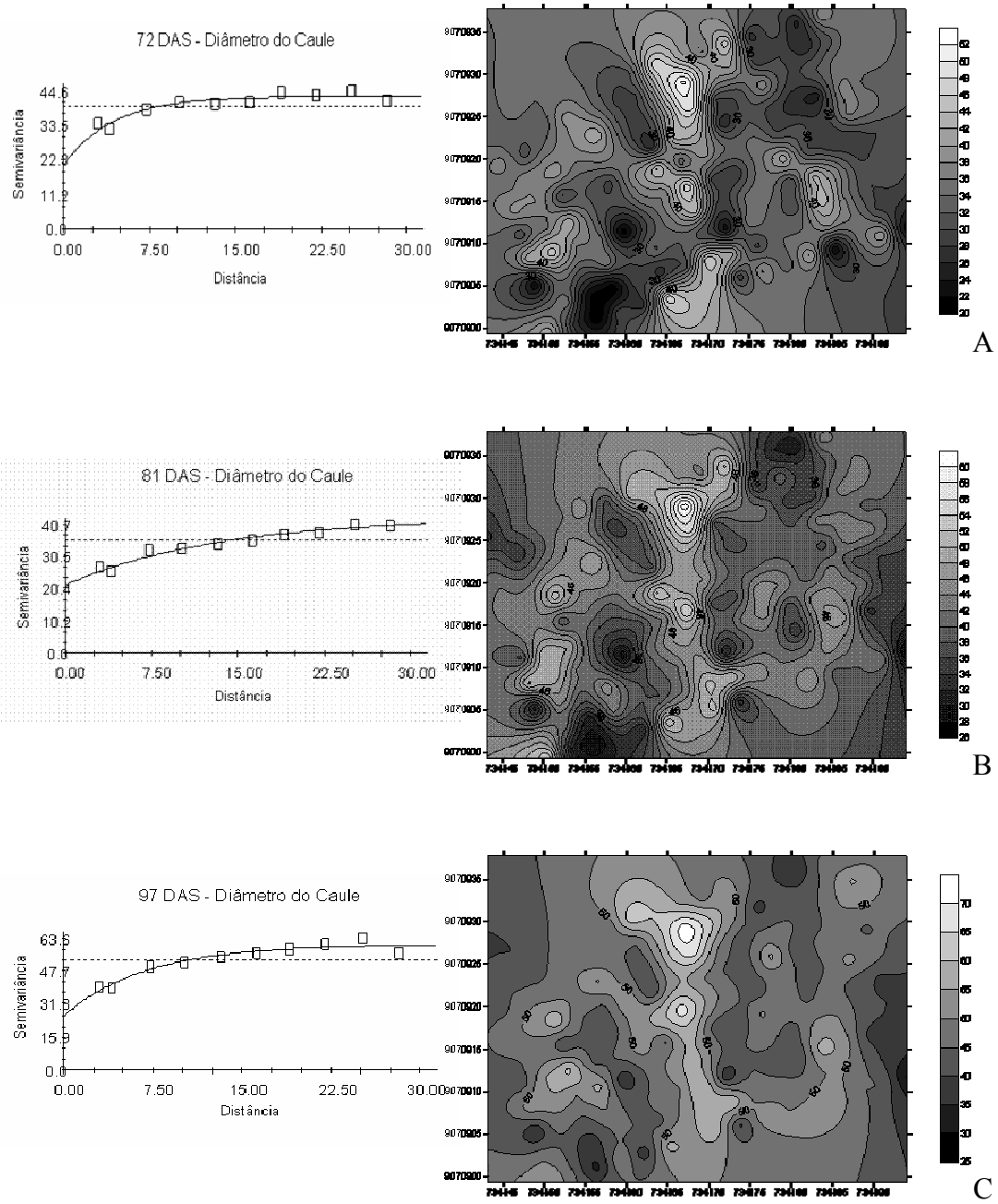


Figura 37. Semivariograma e mapa de isolinhas para diâmetro caulinar. A. 72DAS. B. 81 DAS. C. 97 DAS. Pesqueira-PE, 2007

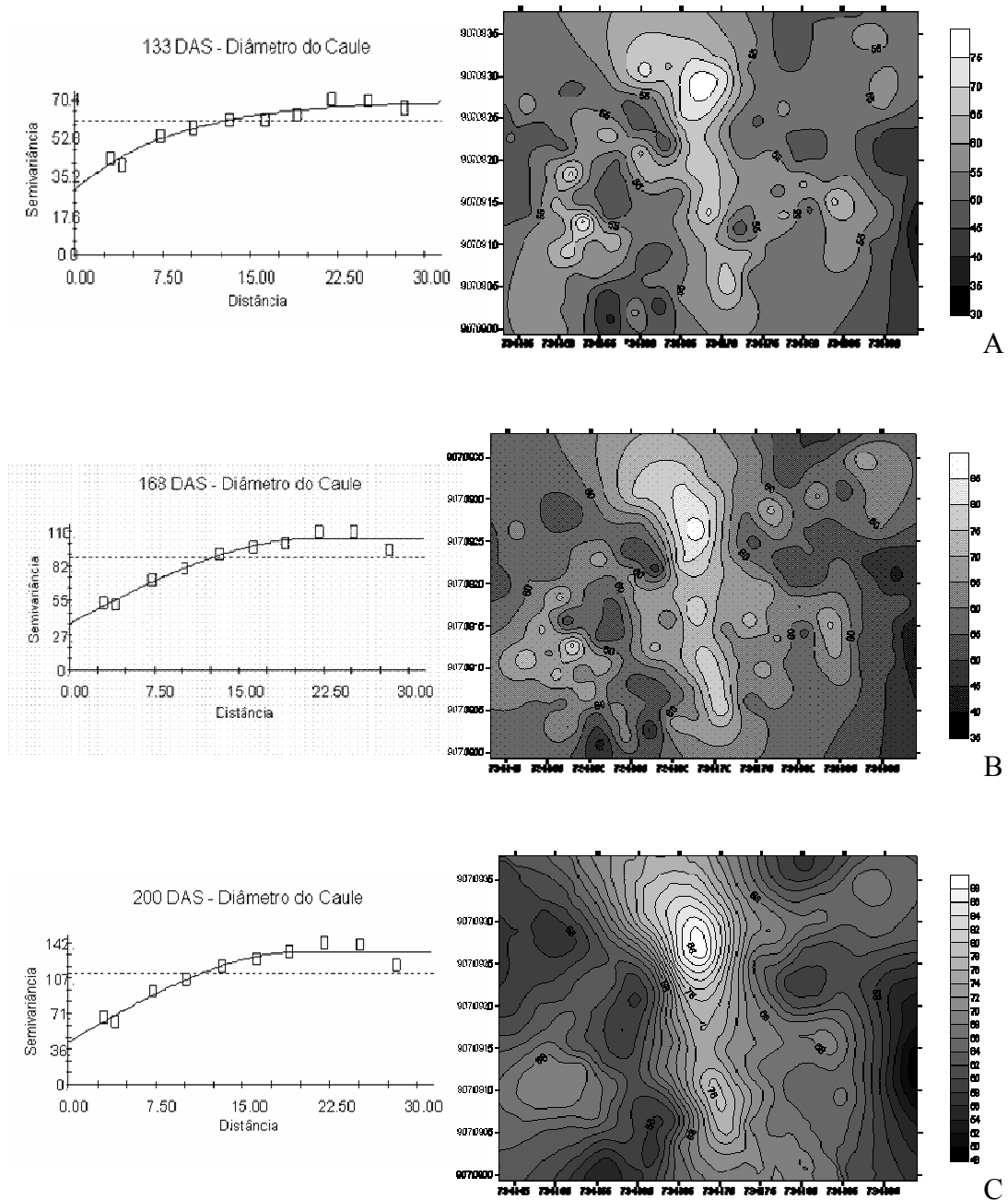


Figura 38. Semivariograma e mapa de isolinhas para diâmetro caulinar. A. 133DAS. B 168 DAS. C. 200 DAS. Pesqueira-PE, 2007

5. CONCLUSÕES

- O plantio realizado no mês de março de 2007 permitiu um adequado aproveitamento da estação chuvosa;
- A cultura apresentou um ótimo desenvolvimento ao longo do seu ciclo, o que gerou uma produtividade de 2900 kg.ha⁻¹ de grãos;
- Com base nos coeficientes de cultura (Kc's), quantificados por Doorembos e Pruitt (1977), verificou-se que o consumo foi menor que o aporte de água ao longo do ciclo;
- As variáveis de crescimento altura de plantas, diâmetro caulinar e estimativa de área foliar se ajustaram a funções polinomiais, com elevado coeficiente de determinação;
- Todos os dados observados no estudo da variabilidade espacial aderiram a distribuição normal, com exceção do diâmetro caulinar aos 200 dias após a semeadura;
- Todos os atributos edáficos e as variáveis de crescimento da cultura apresentaram baixa e média variabilidade e grau de dependência espacial;
- O mapeamento da granulometria permitiu identificar as regiões com maior heterogeneidade na área de cultivo;
- O mapeamento da altura das plantas e do diâmetro caulinar permitiu observar as regiões com maior crescimento da cultura e conseqüente maior produtividade; correspondendo as áreas com menor teor de areia;
- A partir do mapeamento da CEes (condutividade elétrica do extrato de saturação) antes e depois da estação chuvosa, pode-se observar a redução da mesma após o primeiro ciclo da cultura.

6. REFERÊNCIAS

- ALFONSI, R. R. et al. Disponibilidade hídrica do solo para a cultura do milho no Estado de São Paulo, em função da época de semeadura e cultivares. **Bragantia**, Campinas, v. 57, n. 1, p. 117-125, 1998.
- ALLEN, R. G. et al. **Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 300 p. (Irrigation and drainage paper, 56).
- ALLEN JUNIOR, L. H. et al. Soybean leaf gas-exchange responses to carbon dioxide and water stress. **Agronomy Journal**. Madison, v.86, p.625-636, 1994.
- ALLEN, R. G. et al. Operational estimates of reference evapotranspiration. **Agronomy Journal**, Madison, v. 81, p. 650-62, 1989.
- ALLEN, R. G. A Penman for all seasons. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, New York, v.112, n.4, p.348-386, 1986.
- ALMEIDA, T. A. et al. Utilização de águas subterrâneas em aluviões no agreste pernambucano. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 13., 2004 Cuiabá. **Anais...**2004, Cuiabá. 1 CD-ROM.
- AMARAL, J. A. B. et al. Zoneamento de risco climático para a mamona no Estado do Pernambuco. Safra 2004/2005. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 2004. 8p. (EMBRAPA-CNPA. Comunicado técnico, 236).
- AMORIM NETO, M. da S.; ARAÚJO, E.; BELTRÃO, N. E. M. Clima e Solo. In: AZEVEDO, D. M. P. de; LIMA, E. F. (ed.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. cap. 5, p. 63-76.
- ANTONINO, A. C. D. et al. Balanço hídrico em solo com cultivos de subsistência no semi-árido do nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.4, n.1, p.57-62, 2000.
- ARAÚJO, A. A. V. Variabilidade espacial de propriedades químicas e granulométricas do solo na definição de zonas homogêneas de manejo. São Paulo, 2002. 80f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo), Universidade Estadual de São Paulo, São Paulo.
- ARYA, L. M., et al. Scaling parameter to predict the soil water characteristic from particle-size distribution data. **Soil Science Society of America Journal**. Madison, v. 63, p.1063-1070, 1999.
- ARYA, L. M.; PARIS, J. F. A physicoempirical model to predict soil moisture characteristics from particle-size distribution and bulk density data. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 45, p. 1023-1030, 1981.
- ASSUMPCÃO, R. A. B. et al. Uso da krigagem indicatriz na avaliação da probabilidade de produtividade de grãos de soja (*Glicinia max*) segundo os padrões regional, estadual e nacional. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 29, p. 165-171, 2007.

AZEVEDO, D. M.; LIMA, E. F. (Org.) **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. 350 p.

BARANOV, V. F. Irrigation. In: MOSHKIN, V.A. (Ed.). **Castor**. New Delhi: Amerind, 1986. p.237-248.

BARRETO, A. N.; AMARAL, J. A. B. Quantificação de água necessária para a mamoneira irrigada com base nas constantes hídricas do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA: ENERGIA E SUSTENTABILIDADE, 1., 2004, Campina Grande. 1 CD-ROM.

BARROS JR, G. et al. Efeito do déficit de água no solo sobre a relação raiz/parte aérea nas cultivares de mamona BRS 149 e BRS 188 . In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA: CENÁRIO ATUAL E PERSPECTIVAS, 2. 2006, Aracaju. 1 CD-ROM.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas (noções básicas)**. 2ed Jaboticabal: FUNEP, 2003. 41p.

BELTRÃO, N. E. M. et al. O cultivo sustentável da mamona no Semi-árido Brasileiro. Campina Grande: EMBRAPA-CNPQ, 2005. 23p. (EMBRAPA-CNPQ. Circular técnica, 84).

BELTRÃO, N. E. M.; et al. Mamona: árvore do conhecimento e sistemas de produção para o Semi-Árido Brasileiro. Campina Grande: EMBRAPA-CNPQ, 2003. 19p. (EMBRAPA-CNPQ. Circular técnica, 70).

BELTRÃO, N. E. M.; SOUZA J. G. Estresse hídrico (deficiência e excesso) e seus efeitos no crescimento inicial da mamoneira, cultivar BRS 188 Paraguaçu. **Revista de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v.7, n.2/3, p.735-741, maio-dez. 2003.

BELTRÃO, N. E. M. et al. Fitologia. In: AZEVEDO, D. M. P. de; LIMA, E. F. (ed.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. cap. 2, p. 37-61.

BELTRÃO, N. E. M.; SILVA L. C. Os múltiplos usos do óleo da mamoneira (*Ricinus communis* L.) e a importância de seu cultivo no Brasil. **Revista de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, n.31, p.7, 1999.

BERGAMASCHI, H. et al. **Agrometeorologia aplicada à irrigação**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1992. 125p.

BERTOLANI, F. C. et al. Variabilidade espacial da rugosidade superficial do solo medida com rugosímetros de agulhas e laser. **Bragantia**, Campinas, v.59, n.2, p.227-34, 2000.

BEZERRA, E. L. Evapotranspiração na cultura da mamoneira. 2004. 63 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Cuiabá.

BLACKBURN, D. M. Efeito da drenagem subterrânea no balanço hidrossalino de um neossolo flúvico irrigado, em Pesqueira-PE. 2002. 120 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

BRASIL. Presidência da República. **Lei nº. 11.097.** 2005. Disponível em: <<http://www.presidencia.gov.br>>. Acesso em: 15 jan. 2007.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Equipe de pedologia e fertilidade do solo. Levantamento exploratório: reconhecimento de solos do Estado da Pernambuco, Recife, 1972. 2v.

BRIGGS, L. J.; SHANTZ, H. L. The wilting coefficient for different plants and its indirect determination. Washington, DC: Department of Agriculture, Bureau of Plant Industries, 1912. 83p. (Bulletin nº 30)

BROOS, B. et al. Mapping and interpretation of sugar beet yield differences. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON PRECISION AGRICULTURE. 4., 1998, St. Paul: **Proceedings**... St. Paul: American Society of Agronomy, 1998. p. 171-181.

BUOL, S. W. et al. **Soil genesis and classification.** Iowa: Iowa State University, 1997. 527p.

BUCKINGHAM, R. C. **Studies of the movement of soil moisture.** Washington, USDA Bur. Soil Bull. 38. US. Government Printing Office, 1907.

BURMAN, R. D. et al. Water requirements. In: JENSEN, M.E. (Ed.) **Design and operation of farm irrigation systems.** St. Joseph: ASAE, 1983. p.189-232. (Monograph, 3).

CALBO, A. G.; et al. Ajuste de funções não lineares de crescimento. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v.1, n.1, p. 9-18, 1989.

CAMARGO, A. P.; SENTELHAS, P. C. Avaliação do desempenho de diferentes métodos de estimativa da evapotranspiração potencial no estado de São Pulo. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 5, n. 1, p. 89-97, 1997.

CAMBARDELLA, C. A. et al.; Kornopka. Fielscale variability of soils properties in central Iowa, Soils. **Soil Science Society of American Journal**, Madison, v.58, p.1501-1511, 1994.

CAMPELO JÚNIOR, J. H. Avaliação da capacidade de extração da água do solo pelo arroz de sequeiro (*Oriza sativa*) sob diferentes doses de nitrogênio. 1985. 127 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas). Escola Superior de Agricultura Luís de Queiroz- Universidade de São Paulo, Piracicaba.

CARDOSO, G. D. et al. Uso da análise de crescimento não destrutiva como ferramenta para avaliação de cultivares. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 6, n. 2, p. 79-84, 2006.

CASSEL, D. K.; UPCHURCH, D.R.; ANDERSON, S. H. Using regionalized variables to estimate field variability of corn yield for four tillage regimes. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.52, n.1, p.222-228, 1988.

CAVALCANTI, F. J. de A. (Coord.). **Recomendações de adubação para o estado de Pernambuco** (2a. aproximação). 2 ed. rev. Recife: IPA, 1998. 198 p.

CHAVES, L. H. G. et al. Avaliação da salinidade dos neossolos dos perímetros irrigados São Gonçalo e Engenheiro Arcoverde, PB. **Revista Agropecuária Técnica**, Areia, v. 26, n. 1, p. 18-26, 2005.

CHILDS, E. C. The use of soil moisture characteristics in soil studies. **Soil Science**, Baltimore, v. 50, p. 239-252, 1940.

CICHOTA, R.; JONG Van LIER, Q. Análise da variabilidade de pontos amostrais da curva de retenção da água no solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, p. 585-596, 2004.

CINTRA, F. L. D. ; LIBARDI, P. L. ; SAAD, A. M. . Balanço hídrico do solo para a cultura do citros em ecossistema de tabuleiro costeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 4, n. 1, p. 23-28, 2000.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Brasília, DF. Mamona, Safra 2006-2007. Disponível em www.conab.gov.br. Acesso em 06 fev. 2008.

COSTA, M. R. et al. Avaliação da qualidade da água em fontes superficiais e subterrâneas da região semi-árida do Nordeste. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 15., 2003, Curitiba. **Anais...** Porto Alegre: ABRH, 2003. v.1, p. 463.

CUNHA, R. G.; ASSAD, E. D. Uma visão geral do número especial da RBA sobre zoneamento agrícola no Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 9, n. 3, p.377-385, 2001.

CURI, S.; CAMPELO JUNIOR, J. H. Necessidades hídricas da cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*, L.) na Baixada Cuiabana. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 9, n.1, p. 59-65, 2001.

CRESSIE, N. A. **Statistics for spatial data**. New York: John Wiley, 1991. 900p.

DANTAS, A. A. A.; CARVALHO, L. G. Cultivo da mamona (*Ricinus communis* L.) na região de Lavras, Minas Gerais – Caracterização hídrica do ano agrícola 2003-2004. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA: ENERGIA E SUSTENTABILIDADE, 1., 2004, Campina Grande. 1 CD-ROM.

DIAS, J. M. et al. Efeitos de diferentes quantidades de água de irrigação e de densidades populacionais na cultura da mamona. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA: CENÁRIO ATUAL E PERSPECTIVAS, 1., 2006, Aracaju. 1 CD-Rom.

DOORENBOS, J.; PRUITT, J. O. **Crop water requeriment**. Rome: FAO, 1977. 144p. (FAO Irrigation and Drainage Paper 24).

DRUMMOND, A. R. F.. et al. Estudo dos Parâmetros: Tempo de Extração e Solvente na Obtenção de Óleo de Mamona para a Produção de Biodiesel. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIODIESEL, 1., 2006, Brasília,DF. 1 CD-ROM.

EGUCHI, E. S.; SILVA, E. L.; OLIVEIRA, M. S. Variabilidade espacial da condutividade hidráulica do solo saturado e da taxa de infiltração básica determinadas "in situ". **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, Edição especial, p. 1607-1613, 2003.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA — EMBRAPA. **Manual de métodos de análises de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1997. 212p.

ENGLUND, E.; SPARKS, A. **GEO- EAS. Geostatistical Environmental Assessment Software**. International Ground Water Modeling Center. Las Vegas, Nevada. 1992. 1 CD-ROM

FAOSTAT (2005). Biodiesel. FAO Statistical Databases. Disponível em < <http://www.fao.org/faostat/>>. Acesso em: 08 nov. 2005.

FARIA, R. T.; CAMPECHE, F. S. M.; CHIBANA, E. Y. Construção e calibração de lisímetros de alta precisão. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.10, n.1, p.237-242, 2006.

FISCHER, G.; SCHRATTENHOLZER, L. Global bioenergy potentials through 2050. **Biomass & Bioenergy**, Pergamon, v.20, n.3, p. 151-159, mar. 2001.

FREIRE, R. M. M. Ricinoquímica. In: In: AZEVEDO, D. M. P. de; LIMA, E. F. (ed.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. p. 295 – 336.

FROGBROOK, Z. L. et al. Exploring the spatial relations between cereal yield and soil chemical properties and the implications for sampling. **Soil Use and Management**, Oxon, v.18, n.1, p.1-9, 2002.

GARDNER, W. The capillarity potential and its relation to soilmoisture constants. **Soil Science**, Baltimore, v. 10, p.357-357, 1920.

GONZALEZ, A. P., ALVES, M. C. Armazenamento de água e densidade do solo sob três condições de superfície, em um Cambissol gleico de Lugo, Espanha. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.9, n.1, p.45-50, 2005.

HILLEL, D. **Fundamentals of soil physics**. New York: Academic Press, 1980. 413p.

HUSSEIN, A. S. A. Grass ET estimates using Penman-type equations in Central Sudan. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, New York, v.125, n.6. p.324-9, 1999.

JENSEN, M. E., BURMAN, R. D., ALLEN, R. G. (Ed). **Evapotranspiration and irrigation water requirements**. New York, ASCE, 1990. 330 p. (ASCE Manuals and reports on engineering practice n. 70).

JOURNAL, A. G.; HUIJBREGTS, C. J. **Mining geostatistics**. London: Academic Press, 1978. 600p.

KLEIN, V. A.; REICHERT, J. M.; REINERT, D. J. Água disponível em um Latossolo Vermelho argiloso e murcha fisiológica de culturas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.10, n.3, p.646–650, 2006.

KLUTE, A. Water retention: laboratory methods. In: KLUTE, A., (Ed.) **Methods of soil analysis I, physical and mineralogical methods**. Madison, SSSA, p.635-661, 1986.

KOUTROUBAS, S. D.; PAPAKOSTA, D. K.; DOITSINIS. Water requirements for Castor Oil Crop (*Ricinus communis* L.) in a Mediterranean Climate. **J. Agronomy & Crop Science**, Lexington, n.184, p. 33-41, 2000.

KOUTROUBAS, S. D.; PAPAKOSTA, D. K.; DOITSINIS, A. Adaptation and yielding ability of castor plant (*Ricinus communis* L.) genotypes in a Mediterranean climate. **European Journal of Agronomy**, Amsterdam, v. 11, p. 227-237, 1999.

KREYSZIG, E. **Introductory mathematical statistics: principles and methods**. New York: John Wiley, 1970.

LEITÃO, M. M. V. B. R; OLIVEIRA, G. M. Influência da irrigação sobre o albedo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 4, n. 2, p. 214-218, 2000.

LEMONS, R. C.; SANTOS, R. D. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 3. Ed. Campinas, 1996, 83p.

LIBARDI, P. L. **Dinâmica da água no solo**. Piracicaba: P. L. Libardi, 1995, 497p.

LIMA, J. S. S.; OLIVEIRA, R. B.; QUARTEZANI, W. Z. Variabilidade espacial de atributos físicos de um Latossolo Vermelho Amarelo sob cultivo de pimenta-do-reino. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa-MG, v. 15, p. 290-298, 2007.

LIMA, J. A. G.; et al. Variabilidade espacial de características físico-hídricas de um Cambissolo cultivado com mamão no Semi-Árido do RN. **Caatinga**, Mossoró, v. 19, p. 192-199, 2006.

MAGGIOTTO, S. R. Estimativa da evapotranspiração de referência pelo uso de termometria ao infravermelho. 1996. 71f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem), Escola Superior de Agricultura Luís de Queiroz - Universidade de São Paulo, Piracicaba.

MACHADO, R. E.; MATTOS, A. Avaliação do desempenho de três métodos de estimativa da evapotranspiração de referência. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 8, n. 2, p. 193-197, 2000.

MANTOVANI, E. C.; QUEIROZ., D. M.; DIAS, G.P . Máquinas e operações utilizadas na agricultura de precisão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27., 1998, Lavras. **Anais...** Editora Universitária, p.109-157.

MARIE, I. C. Conservação e manejo do solo. In: AZEVEDO, D. M. P.; LIMA, E. F. (ed.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. cap. 4, p. 77-88.

MARQUES JÚNIOR, J.; CORÁ, J.E. Atributos do solo para agricultura de precisão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27. 1998, Lavras. **Anais**...Editora Universitária, p.31-70.

MAZZANI, B. **Cultivo y mejoramiento de plantas oleaginosas**. Caracas: Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias, 1983. 71p.

MEDEIROS, S. R. R. Zoneamento agroclimático da flor tropical *Alpinia purpurata* no estado de Pernambuco. 2007, 48 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

MEDEIROS, A. T.; SENTELHAS, P. C.; LIMA, R. N. de. Estimativa da evapotranspiração de referência a partir da equação de penman-monteith, de medidas lisimétricas e de equações empíricas, em Paraipaba – CE. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.23, n.1, p.31-40, 2003.

MENDES, R. A. Diagnóstico, análise de governança e proposição de gestão para a cadeia produtiva do biodiesel da mamona (CP/BDMA): o caso do Ceará. 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

MILANI, M.; et al. Caracterização taxonômica de acessos de mamona (*Ricinus communis* L.) do banco ativo de germoplasma da embrapa algodão. Campina Grande: EMBRAPA – CNPA, 2006. 18p. (EMBRAPA – CNPA, Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 67).

MIRANDA, N. O. et al. Variabilidade espacial da produtividade do meloeiro em áreas de cultivo fertirrigado. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 2, p. 260-265, 2005.

MONTENEGRO, A. A. A.; MONTENEGRO, S. M. G. L. Variabilidade espacial de classes de textura, salinidade e condutividade hidráulica de solos em planície aluvial. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.10, n.1, p.30–37, 2006.

MONTENEGRO, A. A. A. et al. Implantação e monitoramento da bacia experimental do Riacho Jatobá. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE, 7, 2004. São Luís, **Anais**..., São Luís. 1 CD-ROM.

MORTON, T. W.; BUCHLEITER, G. W.; HEERMANN, D. F. Quantifying the effects of water availability on corn yield under a center-pivot irrigation system. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON PRECISION AGRICULTURE, 4., 1998. St. Paul: **Proceedings**...St Paul. 1998. p. 31-41.

NIELSEN, D. R.; et al. Selected research opportunities in soil physics. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.54, p.51-77, 1997. Número especial.

OLIVEIRA, L. M. M. et al. Instalação e calibração de lisímetro de pesagem hidráulica na bacia experimental do Riacho Gameleira – Pernambuco. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE, 8., 2006, Gravatá, **Anais...Gravatá 1 CD-ROM**.

PACHEPSKY, Y. A.; RAWLS, W. J. Accuracy and reliability of pedotransfer functions as affected by grouping soils. **Soil Science Society of American Journal**, Madison, v. 63, n. 6, p. 1748-1757, 1999.

PEREIRA, F. S. G. Biomassa de oleaginosa como fonte alternativa de energia (*Ricinus communis* L.). 2007, 98 f. Dissertação. (Mestrado em Tecnologia Ambiental). Instituto de Tecnologia de Pernambuco, Recife.

PEREIRA, F. A. C. Desempenho do modelo de Penman-Monteith e de dois evaporímetros na estimativa da evapotranspiração de referência (ET_o) em relação a um lisímetro de pesagem. 1998. 87 f. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

PEREIRA, A. R.; VILLA NOVA, N. A.; SEDIYAMA, G. C. **Evapo(transpi)ração**. Piracicaba: FEALQ, 1997. 183p.

PLANT, R. E.; et al. Factors underlying grains yield spatial variability in three irrigated wheat fields. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.42, n.5, p.1187-1202, 1999.

POPOVA, G. M.; MOSHKIN, V. A. Botanical and biological properties of castor: botanical classification. In: MOSHKIN, V. A. (Ed.). **Castor**. New Delhi: Amerind, 1986. p.11-27.

QUEIROZ, J. E. et al. Caracterização espacial da salinidade de um solo aluvial do projeto capoeira, estado da Paraíba. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 27., 1999, Brasília, DF. **Resumos...Brasília**, 1999.

RAMOS, N. P.; AMORIM, E. P.; SAVY FILHO, A. Potencial da cultura da mamona como fonte de matéria-prima para o programa nacional de produção e uso de biodiesel. In: CÂMARA, G.M. de S.; HEIFFIG, L.S. (Coord.). **Agronegócio de plantas oleaginosas: matérias-primas para biodiesel**. Piracicaba: Esalq, 2006. p.81-104.

RATHMANN, R. et al. Alternativas estratégicas para a matriz energética brasileira: a inserção do biodiesel. **Revista Cadernos de Economia**, Chapecó, v. 17, n. 1, p. 117-135, 2005.

REDDY, S. J. Climatic classification: the semiarid tropics and its environment - a review. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 18, p.823-847, 1983.

REICHARDT, K.; TIMM, L. C. **Solo, planta e atmosfera: conceitos, processos e aplicações**. São Paulo: Manole, 2004. 478p.

REICHARDT, K. **A água em sistemas agrícolas**. São Paulo: Manole, 1990. 188p.

REICHARDT, K. **Variabilidade espacial e temporal de solos**. In: **Processos de transferência no sistema solo-planta-atmosfera**. 4ed. Campinas: Fundação Cargill, 1985. 391 - 416p.

RIBEIRO, R. S. F. **ET estimation using Penman Montheith equation**. Knoxville: University of Tennessee, 1996. 15p.

RICHARDS, L.A. The usefulness of capillarity potential to soil moisture and plant investigators. **Journal Agriculture Research**, Lahore, v. 37, p. 719- 742, 1928.

RICHARDS, L. A. Physical conditions of water in soil. In: BLACK, C. A. (Ed.) **Methods of soil analysis**. Madison: American Society of Agronomy, 1965. p.128-152.

ROBERTSON, G.P. **GS⁺: Geostatistics for the environmental sciences**. Michigan, Gamma Desing Software, 1998.151p.

ROMANO, I.; SANTINI, A. Water retention and storage: Field. In: DANE, J. H ; TOPP, C. (Eds.) **Methods of soil analysis. Part 4. Physical methods. Soil Science Society of America**, Madison, p.721-738, 2002.

SANTANA, R. B. et al. Introdução aos estudos de zoneamento de risco climático para a cultura do girassol no estado de Pernambuco. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 14., 2006. Florianópolis. **Anais...Florianópolis,SBMET**, 2006. 1 CD-ROM.

SANTIAGO, F. S. Efeito do manejo da irrigação na salinidade e umidade de um neossolo flúvico, com a cultivar de repolho midori (*Brassica oleracea* var. capitata) no município de Pesqueira-PE. 2002. 84 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Ciência do Solo), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

SANTOS, F. X. Lísímetro de pesagem hidráulica e evapotranspiração de referência por diversos métodos no Agreste pernambucano. 2004. 74f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Ciência do Solo), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

SANTOS, R. F.; et al. Análise econômica. In: AZEVEDO, D. M. P. de; LIMA, E. F. (Ed.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. cap. 1, p. 17-36.

SAVY FILHO, A.; BENZATTO, N.V.; BONDOZ, M.Z. **Mamona**. In: OLEAGINOSAS NO ESTADO DE SÃO PAULO: ANÁLISE E DIAGNÓSTICO. Coordenadoria de Assistência Técnica Integrada-CATI, Campinas, 1999, p. 29-39.

SENTELHAS, P. C. Estimativa diária da evapotranspiração de referência com dados de estação de meteorologia convencional e automática. 1998. 97f. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem), Escola Superior de Agricultura Luís de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

SEVERINO, L. S. et al. **Fatores de conversão do peso de cachos e frutos para peso de sementes de mamona**. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 2005. 14p. (EMBRAPA-CNPA. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 56).

SILVA, A. P. N., MONTENEGRO, A. A. A., PESSOA, A. L., SILVA JUNIOR, S., SILVA, J. J. N. Análise da distribuição pluviométrica mensal no município de Pesqueira-PE In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 15. 2007, Aracaju.

Anais...Aracaju. 1 CD-ROM.

SILVA, L. C.; BELTRÃO, N. E. M.; AMORIM NETO, M. S. **Análise de crescimento de comunidades vegetais.** Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 2000. 47p.(EMBRAPA-CNPA, Circular Técnica, 34).

SOUZA E. R. Variabilidade espacial de propriedades físicas e químicas de um Neossolo flúvico cultivado com cenoura irrigada com água moderadamente salina. 2007, 84f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

SOUZA, L. D.; REICHARDT, K. Estimativas da capacidade de campo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.20, p.183-189, 1996.

SOUZA, L. C.; QUEIROZ, J. E.; GHEYI, H. R. Variabilidade espacial da salinidade de um solo aluvial no Semi-Árido Paraibano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 4, n. 1, p. 35-40, 2000.

SOUZA, Z.M. et al. Variabilidade espacial de atributos físicos em um Latossolo Vermelho Distrófico sob semeadura direta, em Selvíria, MS. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.25, p.699-707, 2001.

SOUZA, Z. M.; MARQUES JÚNIOR, J.; PEREIRA, G. T. Variabilidade espacial da estabilidade de agregados e matéria orgânica do solo sob cultivo de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 39, n. 5, p. 491-499, 2004

SMITH, M. **Report on the expert consultation on revision of FAO methodologies for prediction for crop water requirements.** Rome: FAO, 1991. 45p.

STAFORD, J. V; LARK, R. M.; BOLAM, H. C. Using yield maps to regionalize fields into potential management units. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON PRECISION AGRICULTURE, 4., 1998. St. Paul.: **Proceedings...**St Paul. 1998. p. 225-237.

SURFER. **Version 7.0 – Countoring and 3D surface mapping for scientists and engineers.** User's guide. New York: Golden Software, 1999. 619p.

TÁVORA, F. J. A. F. **A cultura da mamona.** Fortaleza: EPACE, 1982. 111p.

TOMAZELLA, J.; HODNETT, M. G.; ROSSATO, L. Pedotransfer functions for the estimation of soil water retention in Brazilian soils. **Soil Science Society of America**, Madison, v. 64, p. 327-338, 2000.

TORMENA, C. A. et al. Intervalo ótimo de potencial da água no solo: um conceito para avaliação da qualidade física do solo e manejo da água na agricultura irrigada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.3, n.3, p.286-292, 1999.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, R. J. **The water balance.** New Jersey: Laboratory of Climatology, 1955, v. 8, 104 p. (Publication in climatology).

VAUCLIN, M. et al. The use of cokriging with limited field soil observations. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.47, n.1, p.175-184, 1983.

Van GENUCHTEN, M.T. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.44, p.892-898, 1980.

VAZ, C. M. P. et al. Retenção de água no solo estimada através da medida de distribuição do tamanho das partículas do solo. São Carlos: EMBRAPA-CNIA, 2003. 6p. (EMBRAPA-CNIA. Circular técnica, 57).

VEIHMEYER, V. J.; HENDRICKSON, A. H. Methods of measuring field capacity and wilting percentage of soils. **Soil Science**, Baltimore, v.68, p.75-94, 1949.

VIEIRA, S. R. Variabilidade espacial de argila, silte, e atributos químicos em uma parcela experimental de um latossolo roxo de Campinas, SP. **Bragantia**, Campinas, v.56, n.1, p.181-190, 1997.

VIEIRA, S. R.; et al. Handbook for geostatistical analysis of variability in soil and climate data. In: **Tópicos em ciência do solo**, volume II, Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2002. 692 p.

WARRICK, A. W.; NIELSEN, D. R. Spatial variability of soil physical properties in the field. In: HILLEL, D. (Ed.). **Applications of soil physics**. New York: Academic, 1980. Cap.2, p.319-344.

WEBSTER, R. Quantitative spatial analysis of soil in the field. In: STEWART, B.A. (Ed.). **Advance in soil science**. New York: Springer-Verlag, 1985. v.3, p.1-70.

WEISS, E. A. Castor. In: WEISS, E.A. **Oil seed crops**. London: Longman, 1983. p.31-99. cap.3.

WENDLAND, E.; CUNHA, A. T.; RABELO, J. L. (2004). Taxa de infiltração em zona de afloramento do Aquífero Guarani. In Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 13., 2004, Cuiabá. **Anais...2004**, Cuiabá. 1 CD-ROM.