

Figure 9. Armazenamento de água (mm) medido pelos tensiômetros e estimado pelo método de Thornthwaite e Mather com a evapotranspiração de cultura estimada pelos métodos de Thornthwaite, Penman e Penman e Monteith.

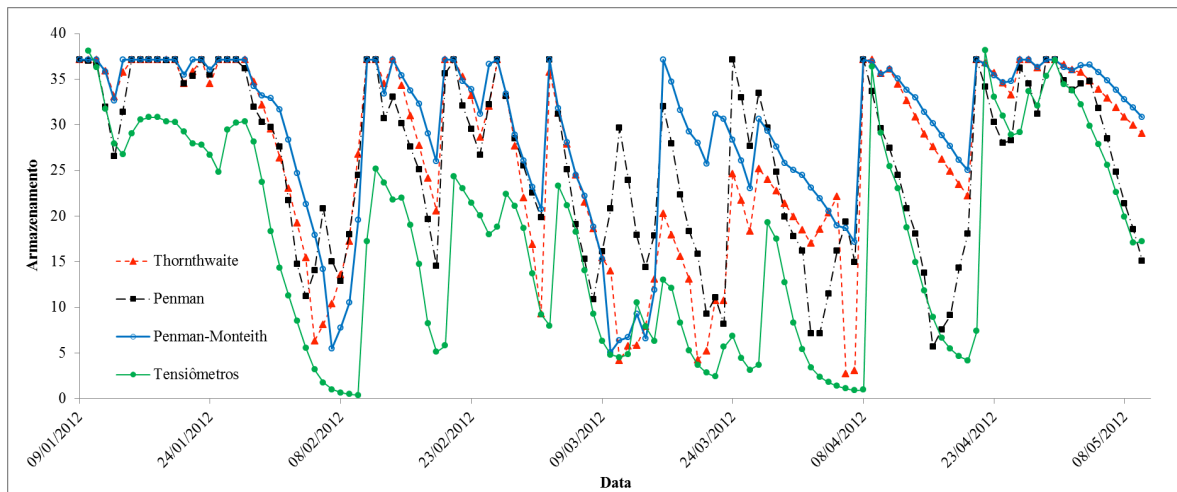


Figura 10. Armazenamento de água (mm) medido pelos tensiômetros e estimado pelo método de Rijtema e Aboukhaled com a evapotranspiração de cultura estimada pelos métodos de Thornthwaite, Penman e Penman e Monteith.

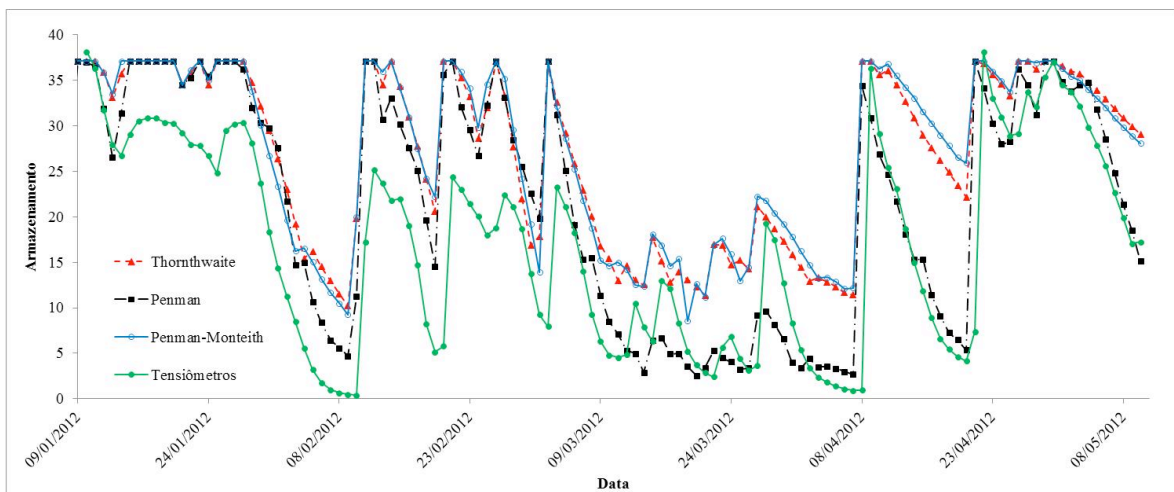


Figura 11. trocar Armazenamento de água (mm) medido pelos tensiômetros e estimado pelo método Cossenoidal com a evapotranspiração de cultura estimada pelos métodos de Thornthwaite, Penman e Penman-Monteith.

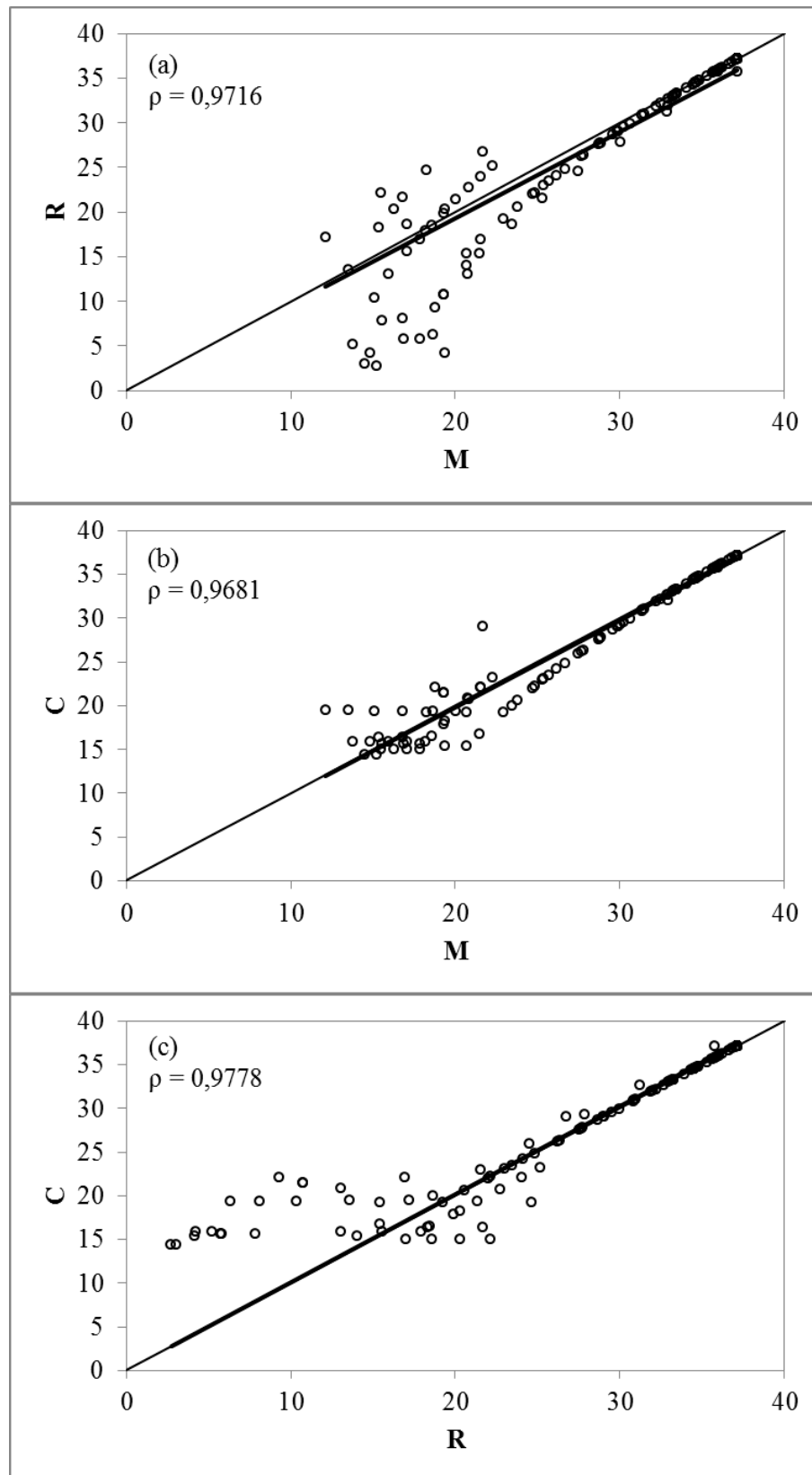


Figura 12. Análise de regressão entre os armazenamentos de água estimados pelos métodos de balanço hídrico de: (a) Thornthwaite e Mather (M) e Rijtema e Aboukhaled (R); (b) Thornthwaite e Mather (M) e Cossenoidal (C); e (c) Rijtema e Aboukhaled (R) e Cossenoidal (C), com estimativa da ETC pelo método de Thornthwaite.

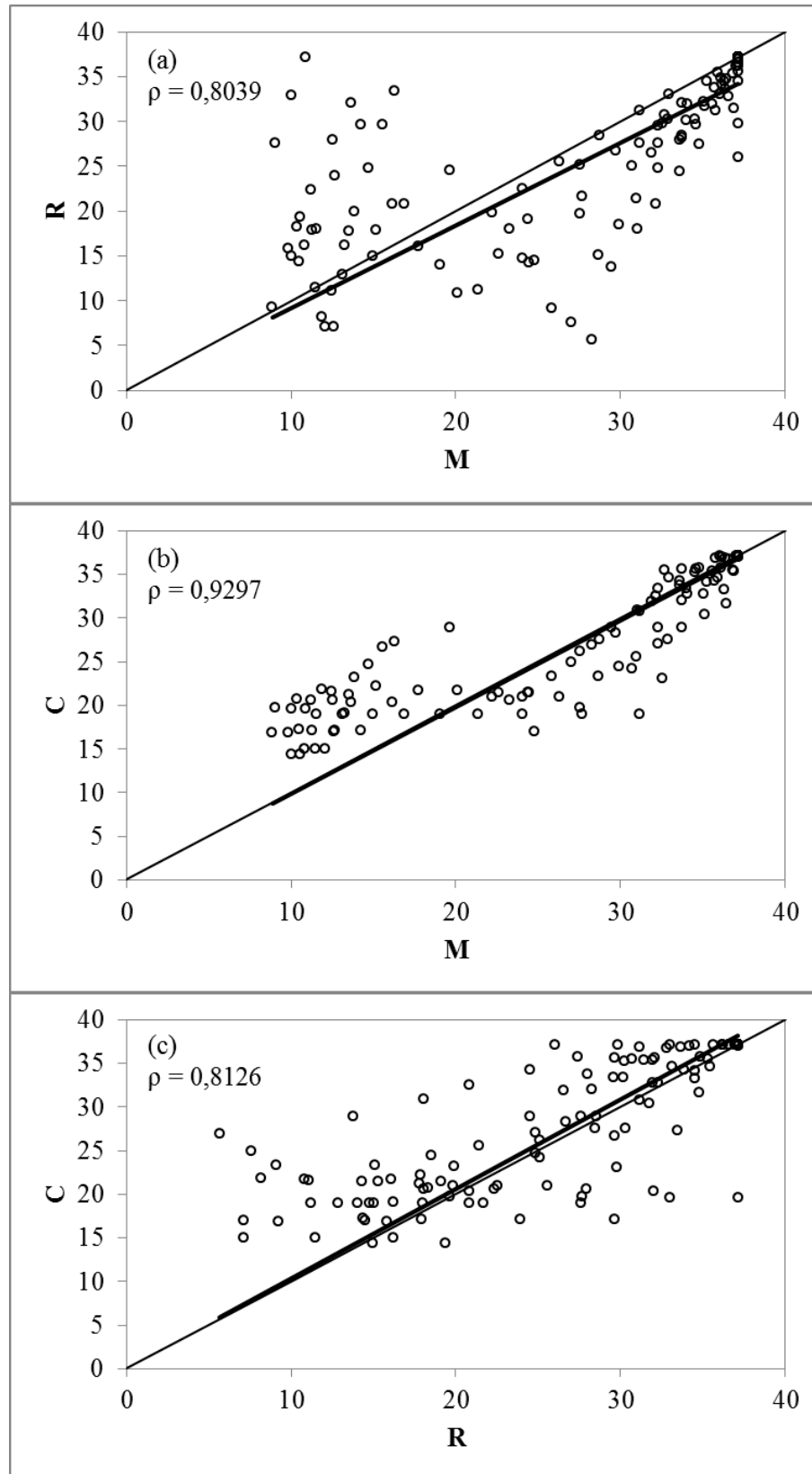


Figura 13. Análise de regressão entre os armazenamentos de água estimados pelos métodos de balanço hídrico de: (a) Thornthwaite e Mather (M) e Rijtema e Aboukhaled (R); (b) Thornthwaite e Mather (M) e Cossenoidal (C); e (c) Rijtema e Aboukhaled (R) e Cossenoidal (C), com estimativa da ETC pelo método de Penman.

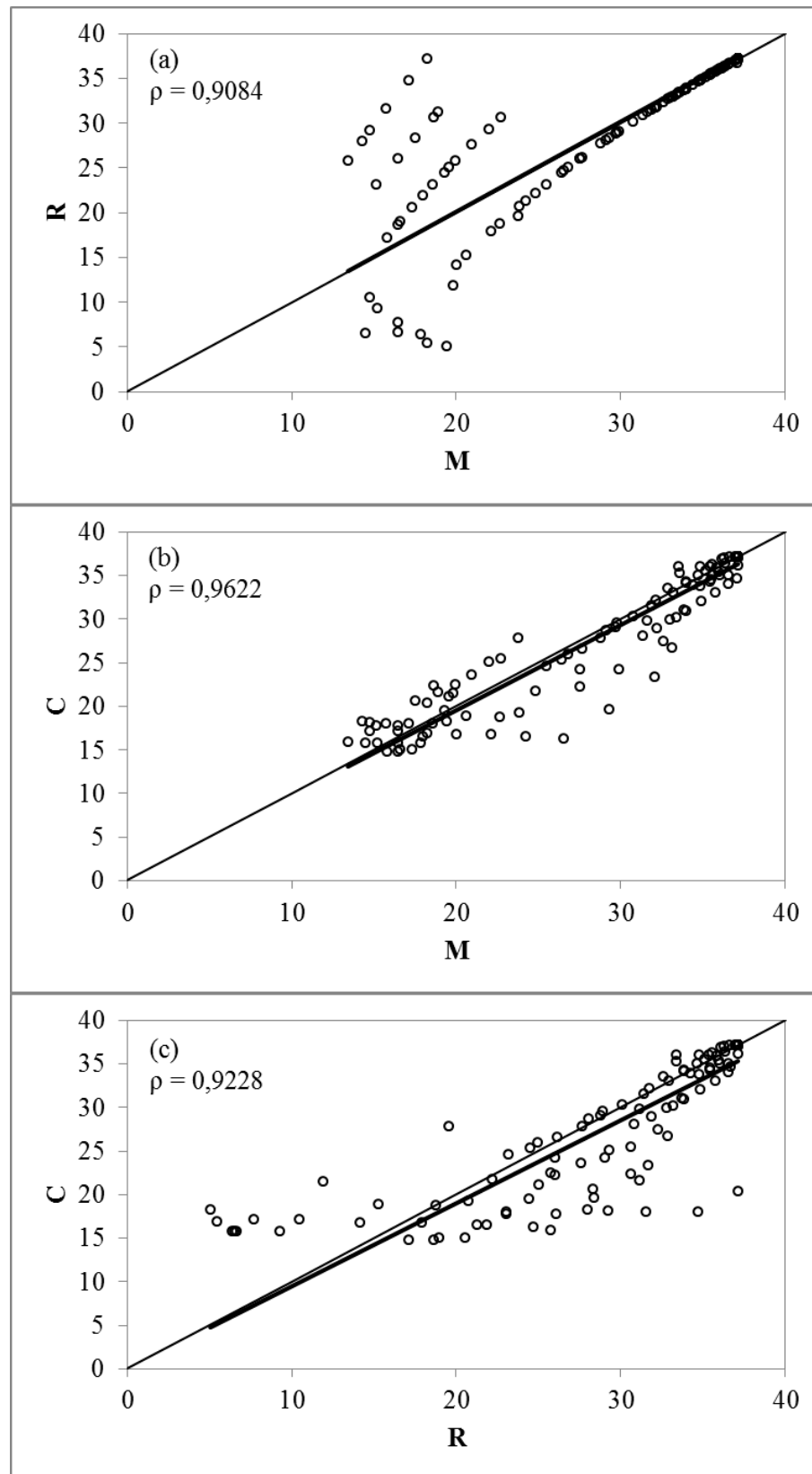


Figura 14. Análise de regressão entre os armazenamentos de água estimados pelos métodos de balanço hídrico de: (a) Thornthwaite e Mather (M) e Rijtema e Aboukhaled (R); (b) Thornthwaite e Mather (M) e Cossenoidal (C); e (c) Rijtema e Aboukhaled (R) e Cossenoidal (C), com estimativa da ETC pelo método de Penman e Monteith.

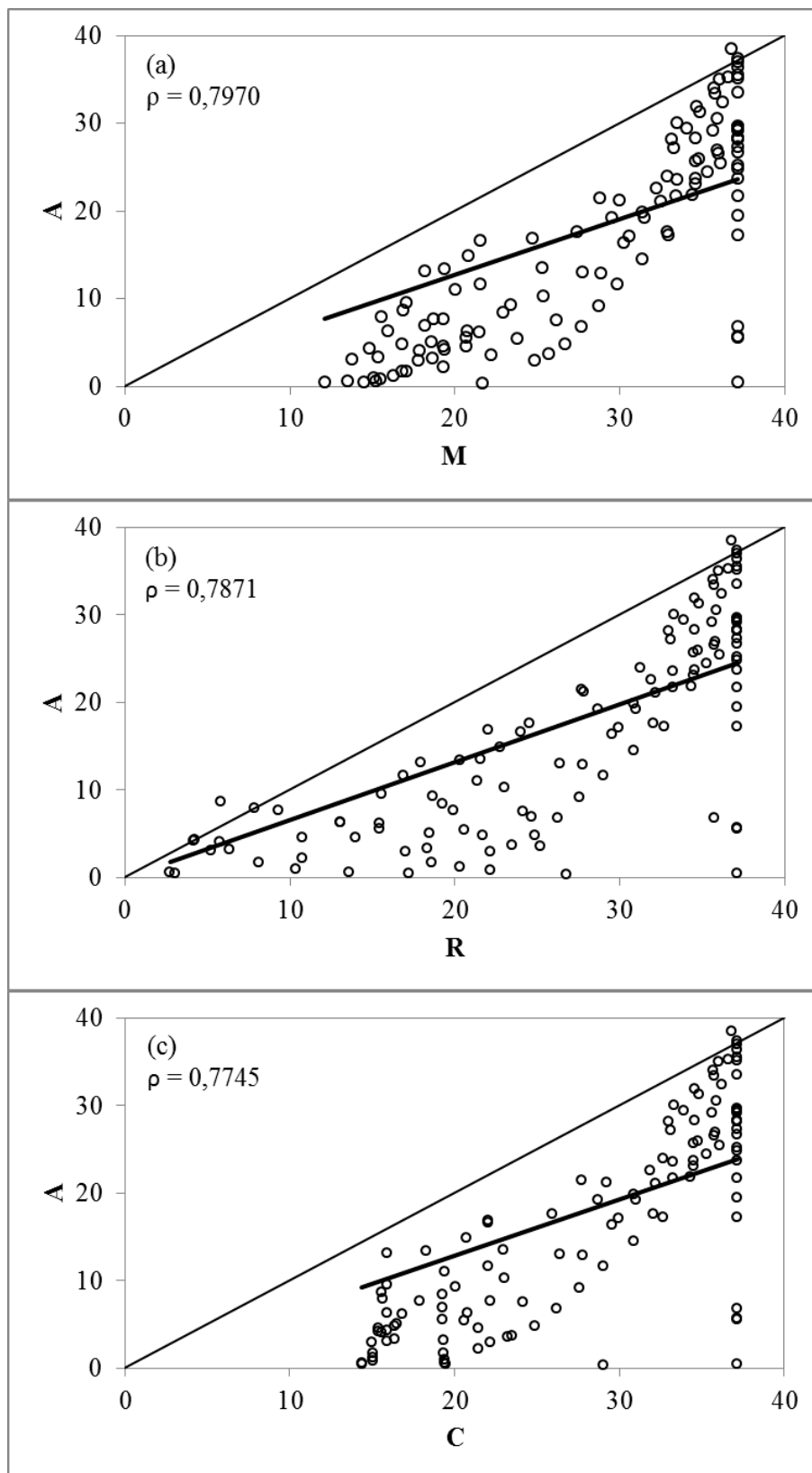


Figura 15. Análise de regressão entre o armazenamento de água medido pelos tensiômetros de polímero (A) e estimado pelos métodos de balanço hídrico (a) Thornthwaite e Mather (M); (b) Rijtema e Aboukhaled (R); e (c) Cossenoidal (C), com estimativa da ETC pelo método de Thornthwaite.

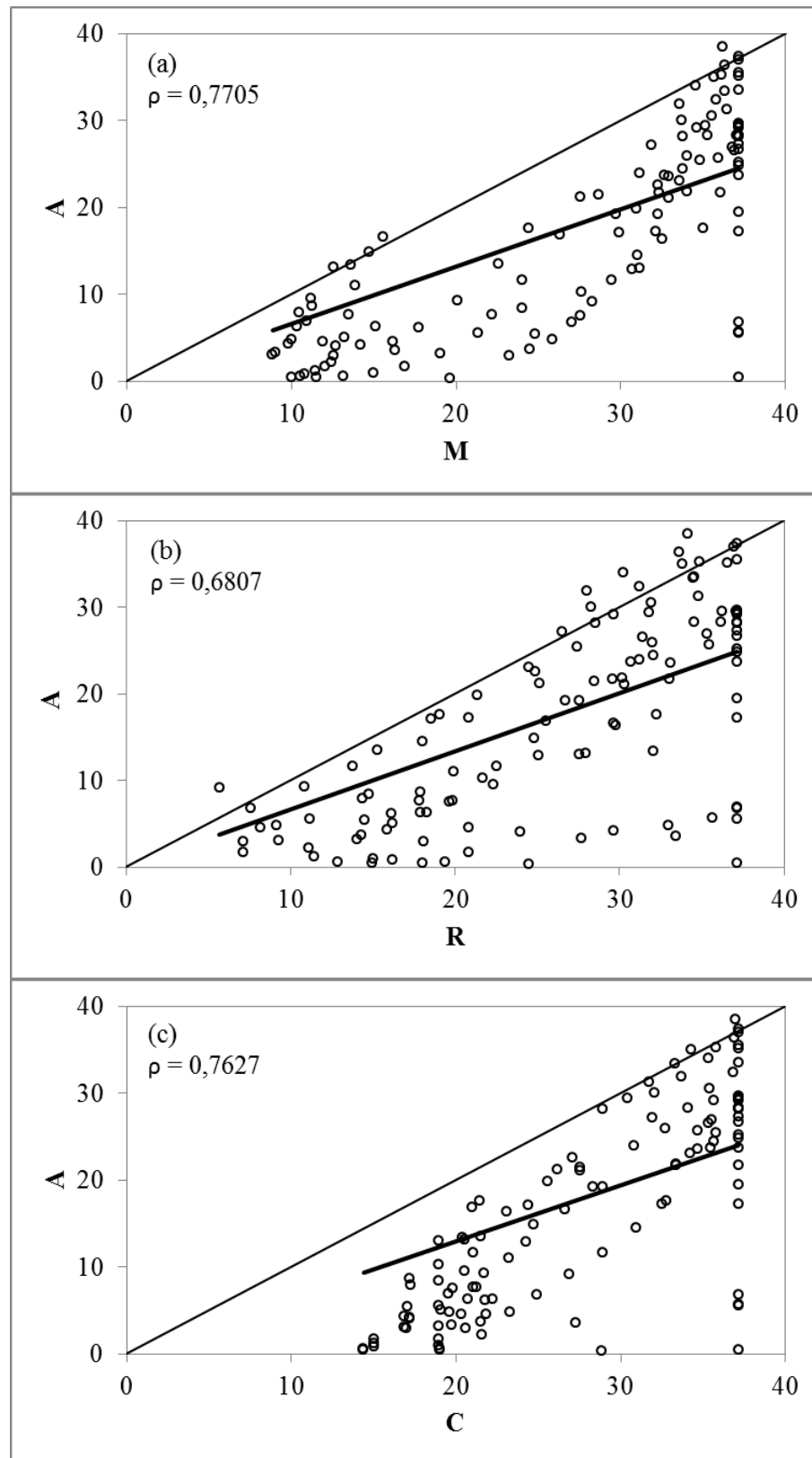


Figura 16. Análise de regressão entre o armazenamento de água medido pelos tensiômetros de polímero (A) e estimado pelos métodos de balanço hídrico (a) Thorntwaite e Mather (M); (b) Rijtema e Aboukhaled (R); e (c) Cossenoidal (C), com estimativa da ETC pelo método de Penman.

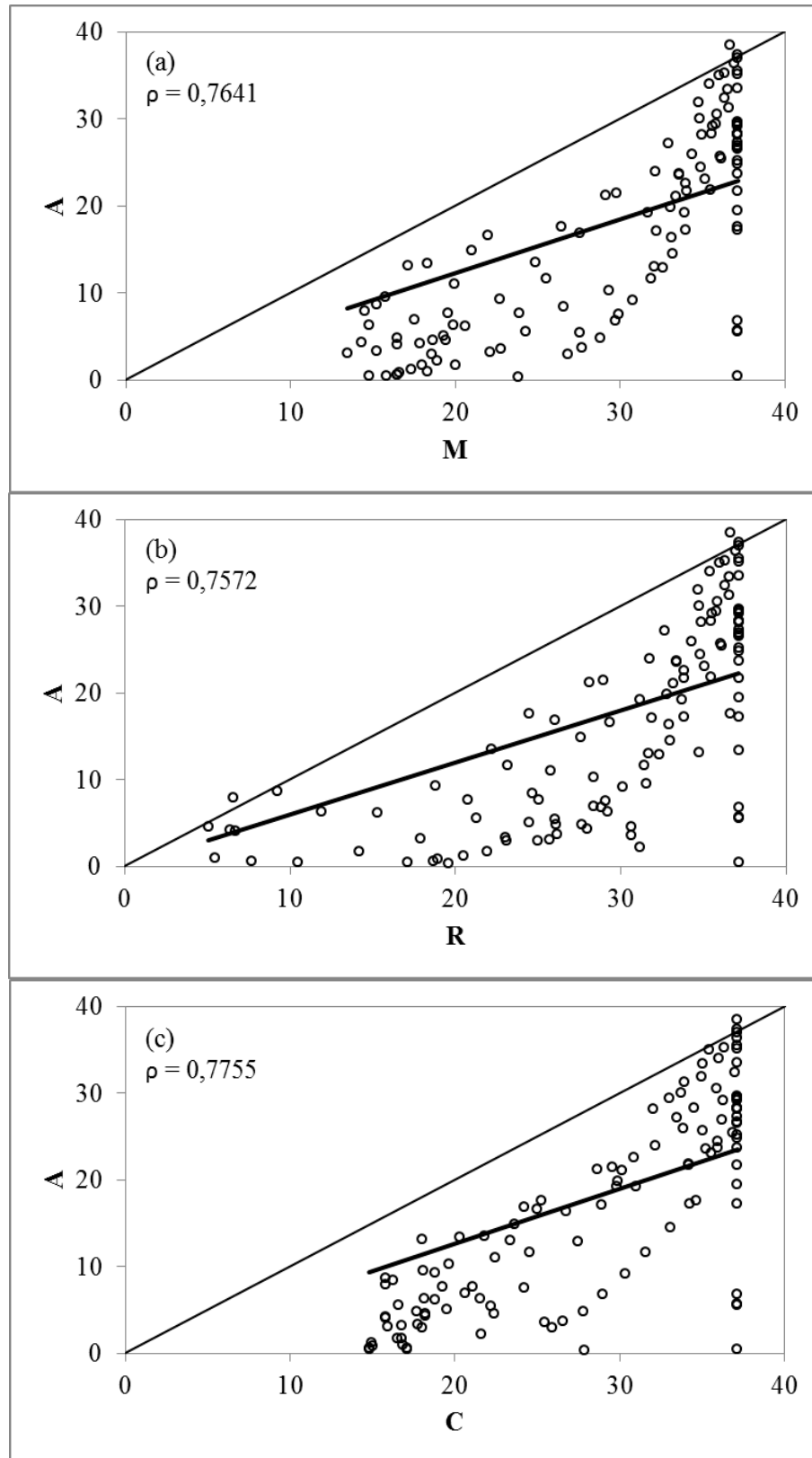


Figura 17. Análise de regressão entre o armazenamento de água medido pelos tensiômetros de polímero (A) e estimado pelos métodos de balanço hídrico (a) Thornthwaite e Mather (M); (b) Rijtema e Aboukhaled (R); e (c) Cossenoidal (C), com estimativa da ETC pelo método de Penman e Monteith.

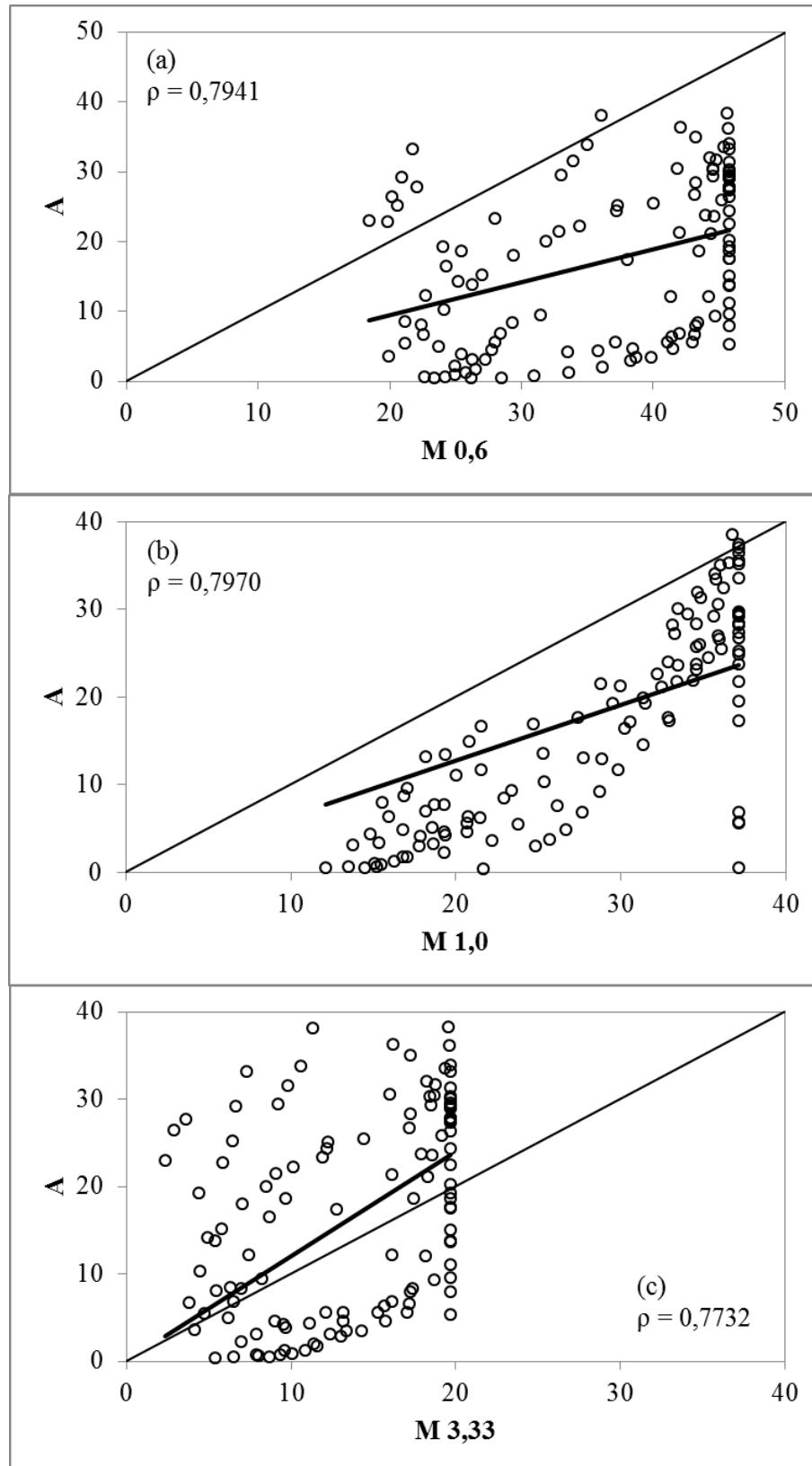


Figura 18. Análise de regressão entre o armazenamento de água medido pelos tensiômetros de polímero (A) com o armazenamento de água estimado pelo métodos de balanço hídrico de Thornthwaite e Mather (M) com a CAD de 45,8 mm (0,6 m H<sub>2</sub>O, a); de 37,1 mm (1,0 m H<sub>2</sub>O, b); e de 19,7 mm (3,33 m H<sub>2</sub>O, c).



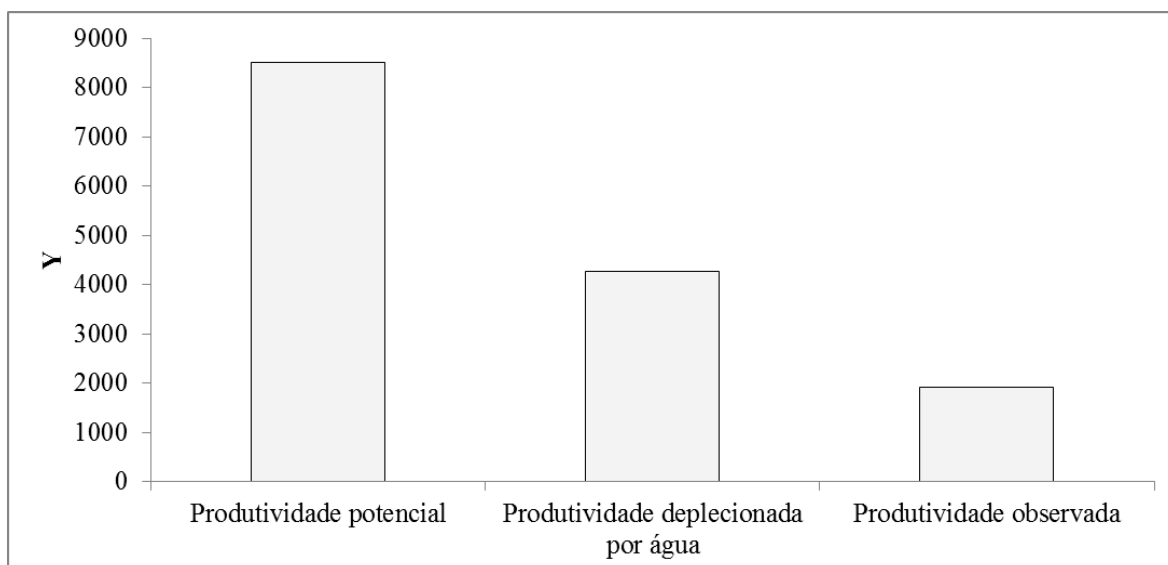


Figura 19. Produtividade potencial ( $Y_o$ , kg ha<sup>-1</sup>), produtividade deplecionada por água ( $Y_r$ , kg ha<sup>-1</sup>) e produtividade observada ( $Y_c$ , kg ha<sup>-1</sup>).

## References

ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO Irrigation and Drainage Paper 56, 1998. 300p.

ALIYEV, J.A.; MIRZOYEV, R.S. Photosynthesis and productivity of soybean [Glycine max (L.) Merrill]. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA**, Washington, v.65, n.5-6, p.60-70, 2010.

ARAUJO, M.A. **Modelos agrometeorológicos na estimativa da produtividade da cultura da soja na região de Ponta Grossa – Paraná**. 2008. 109p. Dissertação (Mestrado em Qualidade e Sustentabilidade Ambiental) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

BAKKER, G.; van DER PLOEG, M.J.; DE RROIJ, G.H.; HOOGENHAM, C.W.; GOORDEN, H.P.A.; HUISKES, C.; KOOPAL, L.K. & KRUIDHOF, H. New polymer tensiometers: Measuring matric pressures down to the wilting point. **Vadose Zone Journal**, Madison, v.6, n.1, p.196-202, 2007.

BORTOLOTTO, R.P. **Perdas de nitrogênio por lixiviação em café fertirrigado no oeste baiano**. 2010. 105p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

BRUNO, I.P. **Balanco hídrico e avaliação da chuva na cultura do cafeeiro**. 2006. 52p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

BRUNO, I.P.; SILVA, A.L.; REICHRADT, K. DOURADO NETO, D.; BACCHI, O.O.S.; VOLPE, C.A. Comparison between climatological and field balances for a coffee crop. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.64, n.3, p.215-220, 2007

CAMARGO, A.P. Contribuição para a determinação da evapotranspiração potencial no Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v.21, p.163-213, 1962.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos, safra 2011/2012**. Brasília, 2012. 33 p. (12° levantamento)a.

\_\_\_\_\_. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos, safra 2012/2013**. Brasília, 2012. 33 p. (2° levantamento)b.

COOPER, M. **Influência das condições físico-hídricas nas transformações estruturais entre horizontes B latossólico e B textural sobre diabásio**. 1999. 128p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1999.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Tradução de H.R. Ghey; A.A. de Sousa; F.A.V. Damasceno; J.F. de Medeiros. Campina Grande: UFPB, 1994. 306p.

DOORENBOS, J.; PRUITT, W.O. **Guidelines for predicting crop water requirements**. Rome: FAO Irrigation and Drainage Paper 24, 1977. 179p.

DOURADO NETO, D.; DE JONG VAN LIER, Q. Estimativa do armazenamento de água no solo para realização de balanço hídrico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.17, n.1, p.9-15, 1993.

DOURADO NETO, D.; GARCÍA, A.G.; FANCELLI, A.L.; FRIZZONE, J.A.; REICHARDT, K. Balance hídrico y sequencial: estimación de almacenamiento de agua em el suelo. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.56, n.3, p.573-546, 1999.

DURIGON, A.; DE JONG VAN LIER, Q. Determinação das propriedades hidráulicas do solo utilizando tensiômetros de polímeros em experimentos de evaporação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.35, n.4, p.1271-1276, 2011.

DURIGON, A.; GOOREN, H.P.A.; DE JONG VAN LIER, Q.; METSELAAR, K. Measuring hydraulic conductivity to wilting point using polymer tensiometers in an evaporation experiment. **Vadose Zone Journal**, Madison, v.10, n.2, p.741-746, 2011.

EMBRAPA. **Evapotranspiração: uma revisão sobre os métodos empíricos**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2010. 44p. (Documentos, 263).

FAGAN, E.B. **A cultura da soja: modelo de crescimento e aplicação da estrobilurina piraclostrobina**. 2007. 83p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

FARIAS, J.R.B.; ASSAD, E.D.; ALMEIDA, I.R.; EVANGELISTA, B.A.; LAZZAROTTO, C. NEUMAIER, N.; NEPOMUCENO, A.L. Caracterização de risco de déficit hídrico nas regiões produtoras de soja no Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Passo Fundo, v.10, n.3, p.415-421, 2001.

FEHR, W.R.; CAVINESS, C.E. **Stages of soybean development**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, Cooperative Extension Service, 1977. 11p. (Special Report, 80).

HARGREAVES, G.H.; SAMANI, Z.A. **Reference crop evapotranspiration from ambient air temperature**. Chicago: American Society of Agricultural Engineer Meeting, Paper 85-2517, 1985.

HEIFIG, L.C. **Plasticidade da cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) em diferentes arranjos espaciais**. 2002. 85p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção Agrícola Municipal**: grãos: safra 2007/2008. Rio de Janeiro: IBGE, 2007. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: 04 nov. 2010.

JENSEN, M.E. Water consumption by agricultural plants. In: KOZLOWSKI, T.T. **Water deficits and plant growth**. New York: Academic Press, 1968. v.2, p. 1-22.

LABORATÓRIO DE ENGENHARIA DE BIODIVERSIDADE. **Dados climáticos da base de dados meteorológicos**: Estação convencional, estação automática, posto agrometeorológico – Área de Física e Meteorologia, Departamento de Engenharia de Biosistemas, ESALQ/USP. Disponível em: <<http://www.leb.esalq.usp.br/posto.html>>. Acesso em: 10 set. 2012.

MAKKINK, G.F. Ekzamento de la formulo de Penman. **Netherlands Journal of Agricultural Science**, Wageningen, v.5, p.290-305, 1957.

MARIN, F.R.; SENTELHAS, P.C.; UNGARO, M.R.G. Perda de rendimento potencial da cultura do girassol por deficiência hídrica, no Estado de São Paulo. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.57, n.1, p.1-6, 2000.

MARTINS, K.V. **Caracterização fisiológica e influência das folhas senescentes do estrato inferior na produtividade da cultura de soja**. 2011. 77p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

MORAES, S.O. **Heterogeneidade hidráulica de uma terra roxa estruturada**. 1991. 141p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1991.

MORAES, F.P.; COLLA, L.M. Alimentos funcionais e nutracêuticos: definições, legislação e benefícios à saúde. **Revista Eletrônica de Farmácia**, Goiânia, v.3, n.2, p.109-122, 2006.

PENMAN, H.L. Natural evaporation from open water, bare soil and grass. **Proceedings of the Royal Society of London**, London, v.A193, p.120-146, 1948.

PEREIRA, A.R.; ANGELOCCI, L.R.; SENTELHAS, P.C. **Agrometeorologia**: fundamentos e aplicações práticas. Guaíba: Agropecuária, 2002. 478p.

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

PRIESTLEY, C.H.; TAYLOR, R.J. On the assessment of the surface heat flux and evaporation using large-scale parameters. **Monthly Weather Review**, Boston, v.100, n.2, p.81-92, 1972.

REICHARDT, K. **A água em sistemas agrícolas**. São Paulo: Manole, 1987. 188p.

REICHARDT, K. Capacidade de campo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.12, n.3, p.217-223, 1988.

REICHARDT, K.; TIMM, L.C. **Solo, planta e atmosfera**. 2<sup>a</sup> ed. Barueri: Manole, 2012. 500p.

RIJTEMA, P.E.; ABOUKHALED, A. Crop water use. In: ABOUKHALED, A.; ARAR, A.; BALBA, A.M.; BISHAY, B.G.; KADRY, L.T.; RIJTEMA, P.E.; TAHER, A. **Research on crop water use, salt affected soils and drainage in the Arab Republic of Egypt**. Cairo, FAO Regional Office for the Near East, 1975. p.5-61.

ROLIM, G.S.; SENTELHAS, P.C.; BARBIERI, V. Planilhas no ambiente Excel para os cálculos de balanços hídricos: normal, sequencial, de cultura e de produtividade real e potencial. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.6, n.1, p.133-137, 1998.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 4<sup>a</sup> ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819p.

THORNTHWAITE, C.W. An approach toward a rational classification of climate. **Geographical Review**, New York, v.38, n.1, p.55-94, 1948.

THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. **The water balance**. Publications in Climatology. New Jersey: Drexel Institute of Technology, 1955. 104p.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Soybeans & Oil Crops**. Disponível em: <<http://www.ers.usda.gov/topics/crops/soybeans-oil-crops/background.aspx>>. Acesso em: 27 set. 2012.

van DER PLOEG, M.J.; GOOREN, H.P.A.; BAKKER, G.; de ROOIJ, G.H. Matric potentials measurements by polymer tensiometers in cropped lysimeters under water-stressed conditions. **Vadose Zone Journal**, Madison, v.7, n.3, p.1048-1054, 2008.

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, n.5, p.892-898, 1980.