

AVALIAÇÃO ECONÔMICA DA CORREÇÃO DE SOLOS PELO MÉTODO TRADICIONAL E PELA AGRICULTURA DE PRECISÃO

Gustavo Adolfo de Freitas Fregonezi, Rafael de Oliveira Prete, Luiz Henrique Campos de Almeida

UNIFIL- Centro Universtário Filadelfia – Professor e UEL – Universidade Estadual de Londrina - Pós Doutorando

Resumo - Com o mercado de commodities em cenário instável, e com variações altas nos custos de produção, para uma permanência ativa no mercado a exploração mais técnica da agricultura é indispensável. Visando produtividade, se faz necessário um solo equilibrado e fértil, e para isto a correção é fundamental. Neste trabalho se testou a correção tradicional de solo e a agricultura de precisão, realizada por empresa terceirizada da Bela Agrícola. Através de análises financeiras, se calculou a viabilidade destes investimentos em comparação a testemunha que não sofreu interferência. Foi avaliado os benefícios provenientes de análise georreferenciada da fertilidade do solo, sobrepondo o maior investimento nesta nova tecnologia. A partir de dados obtidos nas repetições foram realizadas análises de payback para visualizar o tempo necessário para o retorno do investimento, a VPL demonstrando o lucro adquirido no momento da tomada de decisão, e a TIR expressando relativamente o retorno adquirido anualmente. Todos os três tratamentos obtiveram enorme vantagem ante a testemunha, com resultados nos tratamentos 1, 2 e 3 de “payback” 2,3, 1,1 e 1,3, na VPL R\$ 225,97, R\$ 1040,81 e R\$ 347,93, com TIR de 36,75%, 106,09% e 84,82%, respectivamente. Sendo os melhores resultados econômicos foram os da correção com agricultura de precisão.

Palavras-Chave: Análise financeiras, Agricultura de precisão, Viabilidade econômica.

ECONOMIC EVALUATION OF SOIL CORRECTION BY THE TRADITIONAL METHOD AND THE PRECISION AGRICULTURE

Abstract - An unstable scene in the commodities market and with high variations in the production costs, for an active permanence in this market the exploration more technique of agriculture is indispensable. For an income-productivity make necessary one ground balanced and fertile, for this the correction is basic. In this work was tested the correction with precision agriculture instead the traditional one, and through financial analyses calculated the viability of these investments in comparison with one which did not suffer interference. It was evaluated if all the benefits of georeferenced maps analysis of the ground fertility, overlap the high investment in this new technology. Starting from data obtained in the repetitions analysis like payback, VLP and TIR were accomplished. All the three treatments obtained enormous advantage in comparison to the attestant treatment, with results in the treatments 1, 2 and 3, like payback 2.3, 1.1 and 1.3, on VPL R\$ 225.97, R\$ 040.81 and R\$ 347.93, with TIR 36.75%, 106.09% and 84.82%. So the best economical results were it of the correction with precision farming.

KeyWord: Financial analyses, Precision agriculture, economic viability.

1. INTRODUÇÃO

O setor agrícola é essencial a economia nacional, e seus frutos fundamentais para população mundial. Em nosso contexto histórico encontramos diversas especulações sobre produção de alimentos. Os países desenvolvidos já atingiram seu patamar máximo de produção, principalmente em relação a área agricultável, fazendo com que o mundo se volte a potenciais fontes de alimentos e matérias primas de origem vegetal. Neste contexto, o Brasil assume papel importante nesta missão de alimentar o mundo.

O país se apresenta atualmente como um dos maiores produtores de commodities, mas sua produção atual é muito inferior ao seu potencial. Com a capacidade de expansão para novas áreas, ainda não exploradas, e a possibilidade de aumentar em eficiência, incrementando a produtividade, ainda baixa em comparação com alguns países desenvolvidos.

Apesar da necessidade de aumentar a produção, algumas formas de manejo comumente usadas até então, estão sendo condenadas devido a preocupação com a sustentabilidade de suas utilizações. A exploração intensiva do solo, assim como o uso incorreto de fertilizantes químicos e defensivos agrícolas são os maiores responsáveis pela degradação acelerada do sistema de produção atualmente usado no Brasil.

As técnicas usuais de utilização de adubos e corretivos ocorrem de forma subjetiva, não utilizando tais fontes não renováveis da forma mais adequada, pois não se baseia em informações de maior representatividade à campo. Os estudos relativos a agricultura de precisão (AP) visam não só o incremento da produtividade, mas a substituição dos mecanismos atuais de uso da terra, promovendo a sustentabilidade do setor, tanto do ponto de vista ambiental quanto econômico.

Desta forma propomos através de levantamento dos dados de investimentos necessários, custos de produção e resultados produtivos da correção de solo de forma tradicional, e através da agricultura de precisão e um campo sem correção, visando avaliar a viabilidade da adoção deste novo modelo produtivo.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

A área do estudo localiza se no município de Rolândia (23°23' 0,96" S; 51°21'40,55" W), norte do estado do Paraná. O experimento foi realizado sobre Latossolo vermelho distrófico (EMBRAPA 2006), com relevo suave e levemente ondulado, classificação de uso, Classe II – E 4; C 2, 3, 4, tendo como recomendação o cultivo de culturas anuais, como soja, milho e trigo.

Segundo dados históricos do sistema de monitoramento agroclimático (IAPAR, 2008) obtidos nas estações meteorológicas utilizadas para cálculo do balanço hídrico de acordo com o método de Thornthwaite & Mather (1955), a região não apresenta déficit hídrico severo. A classificação climática da região é Cfa segundo Koppen.

O sistema plantio direto foi implantado na área a partir da safra de verão de 1990. Em 2003, foi realizada aplicação de calcário em superfície, após algumas safras e com o plantio direto consolidado, notou-se um decréscimo na produção em algumas áreas, decorrentes de variações da fertilidade do solo. Como solução foi apontada a análise e correção do solo. Buscando avaliar o retorno econômico, foi realizado na área o experimento, utilizando os seguintes tratamentos: APSI – Agricultura de precisão com correção em superfície; APCI – Agricultura de precisão com incorporação dos fertilizantes e corretivos; CTCI – Correção tradicional com incorporação e; C – Sem correção.

Nos Tratamentos APSI e APCI, as análises de solo foram realizadas de 0 – 0,2 m, em grids de 3 ha, com 12 amostras simples perfazendo a composta. O solo foi corrigido segundo a concentração dos nutrientes na CTC, método que foi descrito por Fioretto & Almeida (2002), para o Ca, Mg e K na proporção 60%, 20% e 5% da CTC respectivamente.

Após as análises e conforme cálculos realizados, foram identificadas a necessidade de correção de cada um destes nutrientes, realizando um estudo de viabilidade econômica. Foram descartadas as correções nas áreas onde o custo das máquinas foi superior ao de fertilizantes. No caso destas áreas foi considerada inviável a agricultura de precisão, pois a quantidade de fertilizantes e corretivos a serem utilizados não justificou o elevado investimento. A partir deste estudo preliminar foi realizado o orçamento e a geração dos mapas de correção.

A partir dos resultados das análises foram identificados os nutrientes em concentrações limitantes à produção e diagnosticada a quantidade de fósforo, potássio e calcário (cálcio e magnésio) necessária para correção. Para o fósforo foi decidido a aplicação em taxas fixas em todos os talhões, pois as variações nas áreas não foram significativas, e a concentração apesar de média foi considerada adequada para solos naturalmente pobres em fósforo, por este motivo não foi utilizado no estudo. Foi detectada a necessidade de calcário, e como os teores de cálcio e magnésio foram classificados como críticos (teor baixo), foi feita a opção por um corretivo misto de calcário calcítico e magnesiano com 40% de CaO e 20% de MgO, com PRNT de 90%), insumo que também foi utilizado no tratamento CTCI. No caso do potássio a situação

observada foi a mais crítica entre todos os nutrientes analisados. Dos grids amostrados nenhum apresentou concentração de potássio alta (superior a 5% da CTC) e a correção foi realizada para elevar a saturação de potássio na CTC para 3% utilizando cloreto de potássio (60% de K₂O). O tratamento APCI diferiu do APSI pois foi realizada a incorporação dos fertilizantes e corretivos a 0,2 m através de escarificação e posterior gradagem.

No Tratamento CTCI, a quantidade de calcário foi estabelecida pela média dos resultados obtidos nas áreas de agricultura de precisão, simulando o resultado de uma amostra para área homogênea. A correção foi realizada pelo método da saturação por bases, com V% de 70%, conforme Van Raij et al. (1996). Analisando os mapas de fertilidade constatou-se que em pontos mais críticos não seria suficiente para elevar a saturação por bases a níveis adequados, assim como pontos em que a concentração estava alta, esta quantidade aumentaria muito os níveis tornando o solo inadequado ao desenvolvimento das plantas.

No tratamento CTCI não se realizou cálculos para correção do solo para fósforo e potássio, exceto calcário, o que pode ter afetado o resultado, pois o cálcio pode não ser o nutriente limitante da produção. O calcário neste tratamento também foi incorporado no solo através da escarificação e gradagem.

O controle foi localizado ao lado do experimento, em uma área de aproximadamente 1 ha. Neste tratamento não foi realizada nenhuma aplicação de corretivos, sendo referência para as correções efetuadas.

O resultado econômico obtido com o controle é muito importante para as análises financeiras de investimentos que foram utilizadas para avaliar o experimento. Esses indicadores comparam os resultados, sendo este tratamento a base usada para gerar as informações necessárias.

Todos os tratamentos foram realizados em parcelas de 1 ha delimitado por pontos de GPS com 3 repetições. Os resultados foram obtidos através de uma comparação feita pela média das produções nas repetições dos tratamentos APSI, APCI e CTCI.

Durante o experimento foi acompanhado a safra de soja 2007/2008, onde se fez as análises iniciais que levaram a decisão de intervenção, a safra trigo 2008 e 2009, e, safra soja 2008/2009 e 2009/2010. Todo o manejo e tratos culturais relativos a cada safra foram iguais para todos os tratamentos, sendo consideradas as variações dos resultados das parcelas provenientes exclusivamente da resposta de cada tratamento.

Na agricultura a premissa de lucratividade está no uso consciente de tecnologias que incrementam a produtividade, sem alterações bruscas nos custos, e

que possam garantir retorno em curto prazo. Partindo deste princípio, o estudo toma como base os resultados econômicos, visualizando lucro e rentabilidade, utilizando ferramentas da administração como PAYBACK, valor presente líquido (VPL) e taxa interna de retorno (TIR), o que conforme Moura (2009) são as três análises mais utilizadas atualmente.

As demonstrações de custeio deste trabalho seguem o padrão da tabela de cálculo de custo ao produtor paranaense realizado e publicado anualmente pela SEAB/DERAL (2008). A apresentação dos balanços patrimoniais, demonstrativos de resultado e componentes dos cálculos serão realizados apartir da literatura conforme legislação vigente, com livros de Ludícidas et al (2000), Ancelevicz & Braga (1998) e Martins (1997).

Nas planilhas de custeio a conta "Sistematização e correção do solo" difere conforme o tratamento. Nos tratamentos APSI e APCI, serão computados os custos por hectare, considerando o valor pago pela área total (68 ha). Os gastos (Tabela 1) com o serviço prestado consistem nos custos com o caminhão corretor a taxa variável, a pá carregadeira para o manuseio do calcário, as amostragens e mapas georreferenciados e o calcário utilizado. Já no tratamento CTCI consta apenas o valor do calcário utilizado e o custo da distribuição a taxa fixa terceirizado.

Tabela 1 – Custos da correção nos tratamentos APSI, APCI e CTCI.

TRATAMENTO APSI			
Amostragem	19 amostras	19 análises	R\$ 3.600,00
Calcário	155 toneladas	R\$ 52,00/tonelada	R\$ 8.000,00
Cloreto de potássio	2 toneladas	R\$ 2.200,00/tonelada	R\$ 4.400,00
Hora máquina	61 horas	R\$ 80,00/hora	R\$ 4.880,00
Custo de 68 hectares			R\$ 20.880,00
Custo por hectare			R\$ 307,06
TRATAMENTO APCI			
Custo de 68 ha			R\$ 20.880,00
Custo por hectare			R\$ 307,06
Custo da incorporação			
Hora máquina	39 horas	R\$ 33,52/hora	R\$ 1307,52
Combustível	585 litros	R\$ 1,88/litro	R\$ 1099,76
Custo de 68 hectares		8	R\$ 2407,28
Custo por hectare		0	R\$ 35,40
Custo total por hectare		6	R\$ 342,46
TRATAMENTO CTCI			
Amostragem	1 amostra	1 análise	R\$ 89,47
Calcário	116 toneladas	R\$ 52,00/tonelada	R\$ 6.032,00
Máquina	116 toneladas	R\$ 4,00/tonelada	R\$ 464,00
Custo de 68 hectares			R\$ 6585,47
Custo por hectare			R\$ 96,85
Custo da incorporação			
Hora máquina	68 horas	R\$ 33,52/hora	R\$ 2279,78
Combustível	1020 litros	R\$ 1,88/litro	R\$ 1917,53
Custo de 68 hectares		1	R\$ 4.197,31
Custo por hectare			R\$ 61,73
Custo total por hectare		8	R\$ 158,58

O custo da incorporação consiste no custo por hora trabalhada do trator, obtido de acordo com os cálculos de custos dos maquinários e o combustível utilizado.

Uma característica da atividade agrícola está no uso de taxas mínimas de atratividade baixas, perto das

utilizadas em ramos da economia consideradas de alto risco. Neste trabalho, nas planilhas de custeio, foram considerados 8% ao ano como uma taxa aceitável, ou seja, 4% por safra.

Para uma análise gerencial, e base para negociação de preço de venda, é utilizado o “Total p/ análise”, indicador econômico que considera a renda e o custo por saco mínimos para o lucro estipulado na Taxa Mínima de Atratividade (TMA). Pode ser interpretado como valor mínimo de comercialização para se ter um lucro aceitável, sendo que quanto menor seu preço final unitário maior será o lucro.

Os resultados em lucro bruto serão a base do comparativo entre os tratamentos, e serão utilizados nas análises financeiras pertinentes ao trabalho. Este lucro é a diferença entre a receita e o custo total, e corresponde ao valor final de informações no custeio da safra.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

As informações coletadas durante o acompanhamento da safras geraram ao fim uma base de dados importante, que montadas e analisadas em planilhas de demonstrativos econômicos, apresentam os custos, investimentos, despesas, receitas e lucros, obtidos em cada tratamento, o que possibilitaram formular as tabelas de demonstrativos econômicos.

A produtividade e o preço de venda são dados primordiais para definir a receita obtida e possibilitar apurar os lucros. Neste trabalho o preço da saca foi definido a partir do valor efetuado na comercialização dos grãos pelos proprietários, ou preço de venda pelo valor de mercado no dia do fechamento do balanço.

As informações de custeio das safras trigo 2008/2008, soja 2008/2009, trigo 2009/2009 e da safra soja 2009/2010, alimentam com dados as planilhas de análise financeira. Esta base histórica garantem o tempo suficiente para confiabilidade dos resultados dos três índices adotados, sendo o “Payback”, Valor Presente Líquido (VPL) e Taxa Interna de Retorno (TIR).

A análise (Tabela 2) se inicia com o débito do montante investido na correção de cada tratamento (Tabela 1), a partir deste valor que as análises financeiras avaliam os desempenhos subsequentes, e como no caso do “payback” quantifica em tempo seu retorno. O VPL gera o quanto que no momento da decisão estará agregando a mais no seu lucro, por escolher tal investimento. Na análise TIR se estabelece a taxa de retorno deste investimento ao ano, que deve ser comparada a Taxa Mínima de Atratividade (TMA) para a tomada de decisão.

Outra informação fundamental para as análises é o “Lucro Bruto” obtido em cada safra (mas se utiliza

apenas a diferença entre os tratamentos e o controle) para comparativo entre os lucros, sendo interpretado como o resultado a mais obtido no tratamento em relação ao esperado, ou seja, se não houvesse feito tratamento. Desta forma se estima os lucros provenientes do resultado obtido com os investimentos.

Assim, quanto maior a diferença entre estes lucros, melhor o rendimento econômico do tratamento. Na tabela 2 podemos observar que os tratamentos APCI, APSI e CTCI, nesta ordem apresentaram os melhores resultados nas safras analisadas, com exceção da safra soja 2008/2009 onde o tratamento CTCI superou o tratamento APSI.

É importante ressaltar que para as análises administrativas utilizadas no trabalho, o aumento no lucro não corresponde diretamente em melhor investimento, algo notado neste trabalho.

A partir dos dados expressos na tabela 2 foram gerados os resultados das análises, e obtido as informações presentes na tabela 3.

Tabela 2 – Produção inicial, investimentos, produtividade em 2008, 2009 e 2010 e Lucro Bruto.

	2008		2008/2009		2009		2009/2010		LB	
	PI	LB	PI	LB	PI	LB	PI	LB		
	l/ha	R\$	sc/ha	R\$	sc/ha	R\$	sc/ha	R\$	R\$	
APSI	50	307,28	54	616,46	55	1171,93	43	107,77	70	1229,27
APCI	50	342,46	60	805,02	65	1599,86	45	59,42	80	1556,00
CTCI	50	158,58	53	585,03	57	1309,43	40	180,30	65	1109,61
C	50	-----	50	490,75	50	1054,43	34	325,35	60	933,25

Pi – Produção inicial; l/ha – investimento por hectare; LB – Lucro Bruto; sc ha⁻¹ – sacos de 60 kg por hectare; 2008 e 2009 – produção de trigo; 2008/2009 e 2009/2010 – produção de soja.

Neste trabalho será apontado como tratamento de rendimento superior apenas aquele que apresentar melhor resultado nas três análises realizadas.

Conforme os resultados obtidos na análise “Payback” (Tabela 3), o tratamento com retorno do investimento mais rápido foi o tratamento APCI, onde praticamente na safra trigo o aumento do lucro foi superior ao investimento, alcançando um resultado extremamente satisfatório. Outro bom resultado foi o obtido com o tratamento CTCI, que graças ao baixo investimento inicial o retorno ocorre rapidamente. Em comparação aos outros o tratamento APSI, obteve pior resultado na análise de investimento, apesar de obter maior produtividade em relação ao CTCI.

Na análise pelo valor presente líquido – VPL (Tabela 3) novamente foi apontado como melhor investimento o tratamento APCI, onde o lucro extra obtido no momento da decisão pelo investimento foi de R\$ 1.040,81, isto considerando as 4 safras e TMA de 8%, este resultado foi cerca de 60% superior ao segundo melhor, novamente o tratamento CTCI, onde o lucro extra foi de R\$ 347,93. E por ultimo o tratamento APSI, com R\$ 255,97. Todos os tratamentos apresentaram resultados positivos, em especial a APCI, cujo

retorno ocorre em 2 anos, na decisão do investimento representam lucros maiores que de 1 ano a mais, ou seja no fechamento do resultado das 4 safras obteve ganhos correspondentes a 6 safras em relação ao controle.

Tabela 3 – Resultados das análises de investimentos (PAYBACK, VLP E TIR).

	PAYBACK	VLP (4 safras)	TIR (aa – 4 safras)
APSI	2,295 safras	R\$ 255,97	36,75%
APCI	1,052 safras	R\$ 1040,81	106,09%
CTCI	1,252 safras	R\$ 347,93	84,82%

Em relação a taxa interna de retorno - TIR (Tabela 3), novamente todos os tratamentos apresentaram resultados positivos, pois comparado a taxa mínima de atratividade (TMA) que corresponde a 8% ao ano (aa), foram aprovados como investimentos. Mas o percentual obtido no tratamento APCI foi mais que 13 vezes superior ao mínimo aceitável, resultado que concretiza a conclusão como melhor investimento, mesmo em comparação aos bons retornos obtidos com os investimentos do tratamento APSI e CTCI.

Na bibliografia consultada não constatou-se estudos com mesmos intuitos ou bases de dados semelhantes, impossibilitando comparativos com resultados obtidos. Mas estudos realizados por Molin & Milan (2006), Molin (1997), Santos et al (2006), Stabile & Balastreire (2006) e, Wener et al (2007), aprovaram o uso da agricultura de precisão e a utilização de dados georreferenciados na correção do solo. Nos estudos de Motomiya (2006), Prado (2006) e, Umezu & Cappelli (2006) foi citado a correção por taxa variável como método em crescente utilização, capaz de aumentar a eficiência na utilização de insumos pela agricultura.

Entretanto é necessário a a incorporação dos fertilizantes e corretivos (cujo custo é reduzido), visando a obtenção dos melhores resultados, demonstrando que a forma como a agricultura de precisão (tratamento APSI) é indicada e comercializada não é considerada a melhor opção de correção (em superfície) principalmente para solos argilosos que apresentam baixa fertilidade. Isto é evidente quando se observa que o tratamento CTCI que utiliza apenas calcário incorporado apresenta resultados econômicos mais vantajosos quando comparados a agricultura de precisão que está sendo disponibilizada no mercado.

5. CONCLUSÕES

Com base nas informações levantadas, no acompanhamento realizado, e nos dados obtidos podemos concluir que em todos os tratamentos os resultados das análises financeiras aprovaram os investimentos como viáveis, mostrando que a

correção do solo acarreta em um excelente retorno.

Dentre os constituintes do lucro, em preço constante, o indicador que mais altera o resultado final é a produtividade, graças a sua relação direta com a receita.

O tratamento de melhor resultado foi aquele que utilizou agricultura de precisão com incorporação, seguido do tratamento com calcário incorporado e por ultimo o tratamento que utilizou a agricultura de precisão sem incorporação, o que é recomendado e comercializado pelas empresas.

A comparação entre os tratamentos demonstra que agricultura de precisão com incorporação dos fertilizantes e corretivos, apresenta maior produtividade e lucro mais significativo.

REFERÊNCIAS

ANCELEVICZ, J.; BRAGA, F. **Contabilidade básica**: um estudo programado. Editora Saraiva, São Paulo, 1998.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro, 2006. 306p.

IAPAR - **Sistema de monitoramento agroclimático do Paraná (SMA)**. Disponível em:<<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=668>> Acessado 17/10/2008.

FIORITO, R. A.; ALMEIDA, J. C. V. **Nutrição de plantas e agricultura de precisão**. 2002.

LUDÍCIDUS, S.; MARION, J. C.; LOPES, C. C. **Curso de contabilidade**: para não contadores. 2. ed, editora Atlas. São Paulo, 2000. P.15-70.

MARTINS, E. **Contabilidade de custos**. 5 ed. Editora Atlas, São Paulo, 1997.

MOLIN, J.P.; MILAN, M.; NESRALLAH, M.G.T.; CASTRO, C.N. GIMENEZ, L.M. Utilização de dados georreferenciados na determinação de parâmetros de desempenho em colheita mecanizada, **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.26, n.3, p.759-767, 2006.

MOLIN, José Paulo. Agricultura de Precisão. Parte 1: O que é e estado da arte em sensoriamento. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.17, n.2, p. 97-107, 1997.

MOTOMIYA, A. V. A.; CORA, J. E.; PEREIRA, G. T. Uso da krigagem indicatriz na avaliação de indicadores de fertilidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.30, n.3, p.485-496, 2006.

MOURA, J. A. **Análise de retorno de investimento (Payback analysis)**. **Economia e TI**. UFCG. Disponível em:

<www.dsc.ufcg.edu.br/~antao/disciplinas/eti/.../ETI-4Retorno.ppt> Acesso em: 15/09/2009.

PRADO, J. R. A. Precisão nos insumos. **A Granja**, Porto Alegre, n. 686, ano 62, p. 44 - 48, 2006.

SANTOS, A. O.; PALLONE FILHO, W. J.; UNGARO, M. R. G.; LINO, A. C. L.; RADIN, B. Prospecção de zonas potenciais para manejo diferenciado em agricultura de precisão utilizando-se padrões de solo-planta-clima. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.7, n.3 p.463-468, 2003.

SEAB; DERAL. **Estimativa do custo de produção**. Disponível em: <<http://www.seab.pr.gov.br/>> Acesso em: 19/10/2008

STABILE, M. C. C.; BALASTREIRE, L. A. Comparação de três receptores GPS para uso em agricultura de precisão. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.26, n.1, p.215-223, 2006.

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

UMEZU, C. K.; CAPPELLI, N. L. Desenvolvimento e avaliação de um controlador eletrônico para equipamentos de aplicação de insumos. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.**, v.10, n.1, p.225-230, Mar. 2006.

VAN RAIJ, B.; CANTARELA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: IAC, 1996. 285p. Boletim Técnico, 100

WERNER, V.; SCHLOSSER, J. F.; ROZIN, D.; PINHEIRO, E. D.; DORNELLES, M.E.C. Aplicação de fertilizantes a taxa variável em agricultura de precisão variando a velocidade de deslocamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.11, n.6, p.658-663, 2007.