

Potencial hídrico da soja em sistema de integração lavoura pecuária em plantio direto⁽¹⁾

João de Andrade Bonetti⁽²⁾; Diego Cecagno⁽³⁾; Taíse Robinson Kunrath⁽²⁾; Ibanor Anghinoni⁽⁴⁾; Paulo César de Faccio Carvalho⁽⁴⁾; Fabricio Balerini⁽³⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do CNPq e Fundação Agrisus. ⁽²⁾ Estudante de pós-graduação; Universidade Federal do Rio Grande do Sul; Porto Alegre, RS. E-mail: agro.bonetti@gmail.com; taiserk@gmail.com. ⁽³⁾ Estudante de graduação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. dcecagno@hotmail.com; fabricio_balerini@yahoo.com.br. ⁽⁴⁾ Professor titular da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. ibanghi@ufrgs.br; paulocfc@ufrgs.br.

RESUMO: O objetivo deste estudo foi avaliar o estado hídrico da planta de soja cultivada em Latossolo Vermelho distroférico submetido ao plantio direto em sistema de integração lavoura-pecuária com diferentes intensidades de pastejo pelo monitoramento do potencial hídrico da cultura e umidade no solo. A área de estudo é constituída de um sistema de integração lavoura-pecuária com cultivo de soja no verão e aveia preta + azevém no inverno, manejado com diferentes alturas de pastejo: 10, 20, 30 e 40 cm de altura e testemunha sem pastejo. A temperatura da folha (TF) da soja foi medida em cinco dias de cada mês, nos períodos da manhã e da tarde, desde a semeadura até a colheita. Apenas no mês de dezembro foram verificados maiores TF na maior intensidade de pastejo (10 cm) em relação aos demais tratamentos. O impacto do resíduo da pastagem na redução do estresse hídrico também foi verificado no ΔT folhar, com valores positivos nos tratamentos com menor produção de resíduo, 10 e 20 cm. A temperatura da folha e os índices obtidos a partir da mesma apresentaram potencial de aplicabilidade na avaliação do estado hídrico da planta de soja. Em condições de estiagem, os tratamentos com maior produção de resíduo redundaram em plantas com melhor estado hídrico.

Termos de indexação: Scholander, pastejo, resíduo.

INTRODUÇÃO

O manejo adequado das pastagens (intensidade de pastejo) em sistemas integrados de produção, no longo prazo, possibilita o estabelecimento de uma nova estrutura na qual o grau de resistência do solo aos fluxos de gases e de fluidos representa a qualidade do mesmo (Hallett et al., 2003). A evolução do sistema solo altera os componentes, a conectividade entre eles, a estrutura, a integralidade, a funcionalidade e a organização (Vezzani & Mielniczuk, 2009).

No sistema de integração lavoura-pecuária (ILP), uma das maiores preocupações na busca de uma produção equilibrada (ciclo animal e vegetal) tem

sido a maneira na qual se avalia a resposta das plantas à disponibilidade hídrica no solo.

O desenvolvimento das plantas, quando pastejadas, é modificado, tanto na parte aérea como nas raízes. Com relação ao sistema radicular, sua influência na estrutura e no ciclo e manutenção da água no solo é um fator importante quando se busca avaliar os impactos oriundos do pastejo. Assim, em ILP, há um particionamento diferenciado no uso da água, podendo aumentar a produtividade hídrica e a eficiência no uso da água (Mekonnen et al., 2011).

O potencial hídrico das plantas (PF) é tido como a pressão hidrostática medida pela tensão de água no xilema, obtido pela diferença entre a energia livre por volume entre a água dentro e fora da planta (Kirkham, 2005). De acordo com Scholander et al. (1964), a PF é o produto do equilíbrio entre a pressão hidrostática e o potencial osmótico em um sistema elástico e semipermeável. Este parâmetro fisiológico tem sido útil na avaliação do estado hídrico das plantas (Kirkham, 2005).

Na interpretação do PF, três fatores devem ser considerados: o suprimento de água pelo solo, a demanda atmosférica e os mecanismos de controle da planta (Elfving et al., 1972). Assim, existem dois períodos críticos para avaliações de PF, o de meio-dia e aquele antes do sol nascer, também tido como potencial de base. As medidas nesses dois períodos são fruto de espécies de cultivo comercial, como a soja e o milho, apresentarem tanto comportamento iso-hídrico (em que o potencial da água na planta permanece elevado) como aniso-hídrico (em que diminui acentuadamente nas horas mais quentes do dia) (Bergonci et al., 2000).

Todavia, a utilização dessa ferramenta na avaliação do estado hídrico das plantas em sistemas integrados de produção tem sido escassa. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o uso do potencial hídrico da planta como ferramenta para expressar o estado hídrico da cultura da soja em um Latossolo sob integração lavoura-pecuária em plantio direto com diferentes intensidades de pastejo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento vem sendo conduzido desde maio de 2001, na Fazenda do Espinilho, localizada no

município de São Miguel das Missões, na região fisiográfica do Planalto Médio - RS.

O solo é classificado como Latossolo Vermelho distroférico com textura argilosa ($0,54 \text{ kg kg}^{-1}$ de argila, $0,27 \text{ kg kg}^{-1}$ de silte e $0,19 \text{ kg kg}^{-1}$ de areia). O relevo é ondulado à suave ondulado. Antes do início do experimento a área vinha sendo cultivada em sistema plantio direto desde 1994, com aveia preta (*Avena strigosa* Schreb) no inverno e soja (*Glycine max*) no verão. No inverno do ano de 2000 a área foi utilizada para o pastejo de animais pela primeira vez. Em outono de 2001, após a colheita da soja, foi iniciado o experimento com estabelecimento da pastagem de aveia preta + azevém (*Lolium multiflorum* Lam.).

Os tratamentos constam de diferentes alturas de manejo da pastagem: 10, 20, 30 e 40 cm, distribuídas num delineamento experimental de blocos ao acaso, com três repetições, sendo a altura da pastagem acompanhada a cada 14 dias, pelo método Sward stick (Bircham, 1981). Nas áreas entre os blocos o pastejo é excluído (SP), sendo consideradas como de referência.

O método de pastejo adotado é o contínuo, sendo que, geralmente, os animais (bovinos jovens com 12 meses) entram na área quando a pastagem atinge um acúmulo médio de $1500 \text{ kg de MS ha}^{-1}$.

Para o presente trabalho, todas as amostragens foram realizadas somente no primeiro bloco. As avaliações do PF foram realizadas em dois horários (às 04:00 e às 12:00 hs), cinco dias de cada mês ao longo de todo o ciclo da cultura da soja. O potencial da água na folha foi medido no campo, utilizando câmara de pressão do tipo Scholander (Soil moisture), conforme descrito por Boyer (1967). Foram realizadas quatro repetições (plantas) de cada tratamento. A PF medida na parte da manhã foi considerada o potencial de base (PB) e o da tarde o potencial de máximo estresse (PME).

A umidade do solo nos dias de coleta para PF foi mensurada nas camadas de 0-5, 5-10, 10-20, 20-30 e 30-50 cm, respectivamente, pela coleta de solo seguido da secagem em estufa à 105°C até peso constante. Os dados de umidade gravimétrica foram transformados em umidade volumétrica pela multiplicação dos respectivos valores pelas densidades do solo (Ds) obtidas em cada camada.

Ao longo do ciclo da soja, as condições meteorológicas foram monitoradas pela estação Nexus modelo 35.1075.1. Com os dados de PB e PME, foi calculada a recuperação do potencial da soja (RPS) pela equação: $\text{PB}(\text{dia } x) - \text{PME}(\text{dia } x-1)$.

Os resultados obtidos, quando necessário, foram submetidos à análise da variância (ANOVA) e quando significativo no intervalo de confiança de 5%, realizou-se o teste de DMS.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O impacto da precipitação na umidade do solo, na camada de 0-50 cm, ao longo do ciclo da soja, é observada na Figura 1. De um modo geral, a maior umidade do solo no tratamento SP ao longo de todo o ciclo da soja, independentemente da camada avaliada (Figuras 1b, c, d, e), chama atenção. Porém, nota-se que nas camadas mais superficiais, 0-5 e 5-10 cm, estas diferenças foram menores, sendo observados valores de umidade do solo, inclusive, superiores nas áreas pastejadas em relação ao SP (Figura 1d).

O impacto das chuvas na disponibilidade hídrica no solo está relacionado à capacidade de infiltração que, por sua vez, resulta da estrutura do mesmo e da área superficial coberta por resíduos (Panachuki et al., 2011), ambas influenciadas pela intensidade de pastejo. Após a colheita da soja, a umidade do solo no SP foi superior nas áreas pastejadas somente nas camadas superficiais, 0-5 e 5-10 cm (Figura 1f). Nas camadas sub-superficiais, a umidade do solo, independentemente da intensidade de pastejo, foi semelhante.

O sinergismo entre extrações superficiais e subsuperficiais influencia o estado hídrico da planta (Kang et al., 1998). De acordo com esses autores, a alternância do secamento superficial e subsuperficial é mais eficiente no estímulo da extração hídrica radicular em relação à somente uma camada do solo, denotando a importância do impacto positivo da secagem parcial do solo na eficiência do uso da água. Pela avaliação do PF, verificam-se indagações relacionadas às respostas da planta à disponibilidade de água no perfil do solo.

Os valores de PB e de PME não acompanharam a umidade do solo nas camadas avaliadas (Figura 2). De um modo geral, o pastejo moderado (30 cm) resultou em valores mais elevados (menos negativos) em relação aos demais tratamentos. Ao contrário da umidade no solo, o estado hídrico da soja foi independente do período avaliado, mais baixo em três dos quatro períodos avaliados (Figuras 2 a,b,c e d).

Neste contexto, dois pontos devem ser levantados: Primeiro, que avaliando somente o PB (manhã) verificamos haver uma maior relação deste com a disponibilidade hídrica, pois o PB é um reflexo da condição hídrica tanto do solo quanto da raiz, dependendo da densidade e profundidade radicular (Reich & Hinckley, 1989). Segundo, o controle estomático, ao amanhecer e ao entardecer, não é inerente à própria folha, mas depende de todos os processos envolvidos na dinâmica da água no sistema solo-planta-atmosfera.

Também, existem controvérsias quanto ao uso do PF na avaliação do estado hídrico das plantas. Neste contexto, indaga-se que mensurar o volume celular (teor de água relativo) seja importante para avaliar a atividade metabólica das plantas (Sinclair & Ludlow, 1985). Por outro lado, na avaliação da RPS, verificou-se maior associação entre esse índice e a umidade no solo. Houve uma maior recuperação do PF com o aumento na quantidade de resíduo que permaneceu do ciclo de pastejo. Porém, ao final do ciclo da soja, verificou-se comportamento inverso, com menor recuperação do PF nos tratamentos de maior produção de resíduo (Tabela 1).

Tabela 1. Recuperação do potencial hídrico da soja cultivada em sistema de integração soja-bovinos de corte em plantio direto com diferentes intensidades de pastejo.

| Tratamento | Dez. | Jan. | Fev. | Mar. |
|-------------|--------|--------|--------|--------|
| 10 cm | 0,76 b | 0,59 b | 0,65 b | 0,93 a |
| 20 cm | 0,72 b | 0,65 b | 0,86 a | 0,77 b |
| 30 cm | 0,66 c | 0,81 a | 0,67 b | 0,73 b |
| 40 cm | 0,88 a | 0,63 b | 0,70 b | 0,56 c |
| Sem Pastejo | 0,88 a | 0,85 a | 0,81 a | 0,47 c |

Os valores de PF foram maiores que -1,4 MPa (Figura 1). Somente no mês de março, foram observados valores mais baixos, devido ao efeito acumulativo do estresse hídrico. De acordo com Oosterhuis et al. (1985), a partir de -1,4 MPa já ocorre uma reorientação foliar nas plantas de soja, representando um valor crítico para o estado hídrico da planta. Ademais, a PF tem apresentado relação com a taxa fotossintética (Boyer, 1970). O Autor cita ainda que a cultura da soja, a partir de -0,4 MPa o crescimento foliar reduz em 25% de seu potencial máximo. Desta maneira o rendimento da cultura também é influenciado, como verificado no presente estudo.

CONCLUSÕES

O teor de água no solo na camada de 0-50 cm aumentou com a quantidade de resíduos, independentemente da presença animal.

A recuperação de potencial hídrico da soja apresentou boa associação com a disponibilidade de água no solo.

REFERÊNCIAS

BERGONCI, J.I.; BERGAMASCHI, H.; BERLATO, M.A.; SANTOS, A.O. Potencial da água na folha como um indicador de déficit hídrico em milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.35, n.8, p.1531-1540, 2000.

BIRCHAM, J.S. *Herbage growth and utilization under continuous stocking management*. Edinburgh, University of Edinburgh, 1981. 384p. (Thesis Ph.D).

BOYER, J.S. Differing sensitivity of photosynthesis to low leaf water potentials in corn and soybean. *Plant Physiology*, v.46, p.236-239, 1970.

BOYER, J.S. Leaf water potentials measured with a pressure chamber. *Plant Physiology*, v.42, p.133-137, 1967.

ELFVING, D.C.; KAUFMAN, M.R.; HALL, A.E. Interpreting leaf water potential measurements with a model of the soil-plant-atmosphere continuum. *Physiologia Plantarum*, v. 27, p. 161-168, 1972.

HALLETT, P.D.; GORDON, D.C.; BENGOUGH, A.G. Plant influence on rhizosphere hydraulic properties: direct measurements using a miniaturized infiltrometer. *New Phytologist*, v.157, p.597-603, 2003.

KANG, S.; LIANG, Z.; HU, W.; ZHANG, J. Water use efficiency of controlled alternate irrigation on root-divided maize plants. *Agricultural Water Management*, v.38, p.69-76, 1998.

KIRKHAM, M.B. *Principles of soil and plant water relations*. Elsevier Academic Press, 500 p. 2005.

MEKONNEN, S.; DESCHEEMAER, K.; TOLERA, A.; AMEDE, T. Livestock water productivity in a water stressed environment in northern Ethiopia. *Expl. Agric*, v.47, p.85-98, 2011.

OOSTERHUIS, D.M.; WALKER, S.; EASTHAM, J. Soybean leaflet movements as an indicator of crop water stress. *Crop Science*, v.25, p.1101-1106, 1985.

PANACHUKI, E.; BERTOL, I.; SOBRINHO, T.A.; OLIVEIRA, P.T.S.; RODRIGUES, D.B.B. Perdas de solo e de água e infiltração de água em lotassolo vermelho sob sistemas de manejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.35, p.1777-1785, 2011.

REICH, P.B.; HINCKLEY, T.M. Influence of pre-dawn water potential and soil-to-leaf hydraulic conductance on maximum daily leaf diffusive conductance in two oak species. *Ecology*, New York, v.3, p.719-726, 1989.

SCHOLANDER, P.F.; HAMMEL, H.T.; HEMMINGSEN, E.A.; BRADSTREET, E.D. Hydrostatic pressure and osmotic potential in leaves of mangroves and some other plants. *Botany*, v.52, p.119-124, 1964.

SINCLAIR, T.R.; LUDLOW, M.M. Who taught plants thermodynamics? The unfulfilled potential of plant water potential. *Australian Journal Plant Physiology*, v.12, p.213-217, 1985.

VEZZANI, F.M.; MIELNICZUK, J. Uma visão sobre qualidade do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.33, p.743-755, 2009.

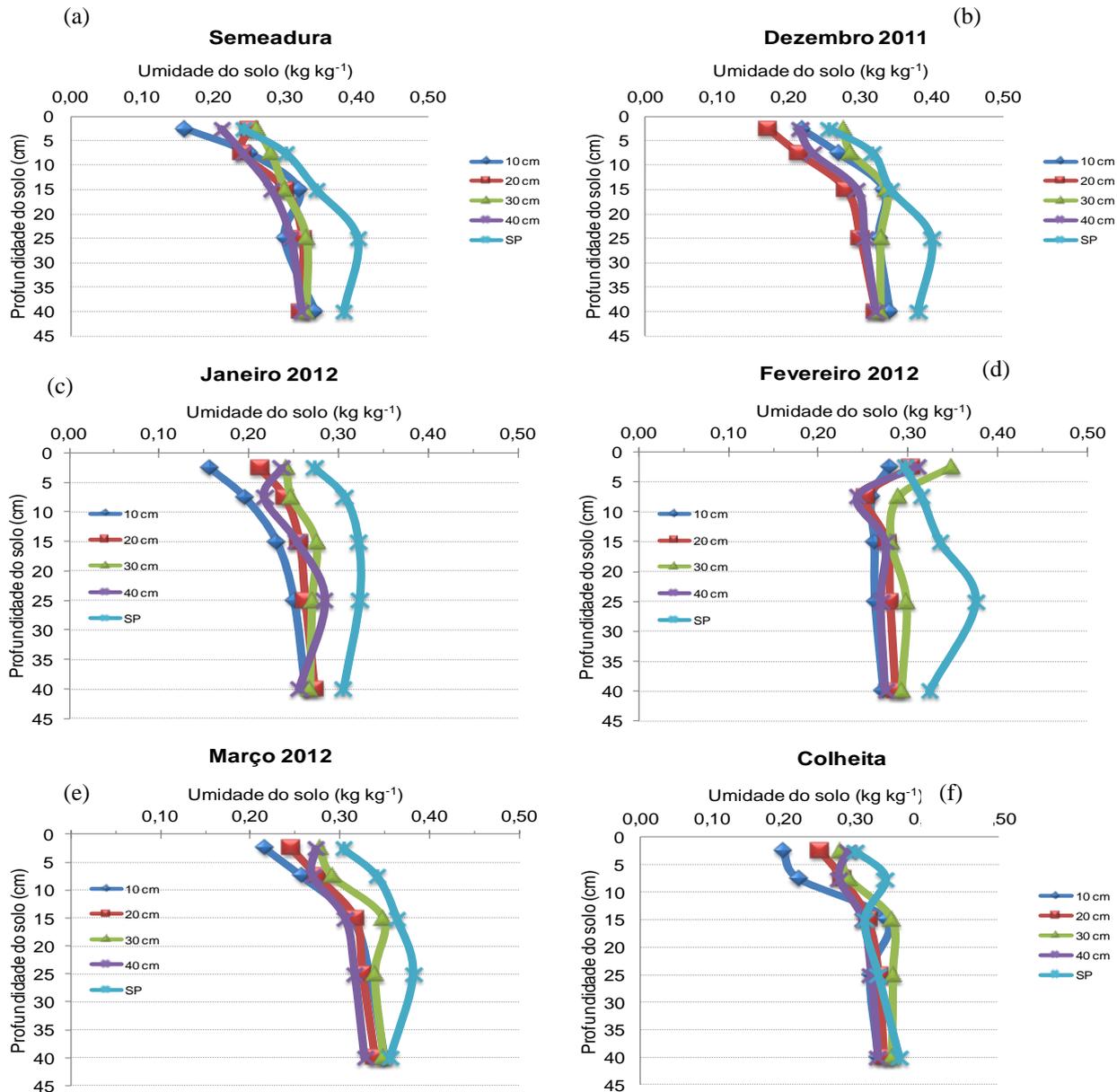


Figura 1. Umidade volumétrica no perfil de um latossolo vermelho distroférrico, antecedendo a sementeira (a), nos meses de dezembro (b), janeiro (c), fevereiro (d) e março (e) e após a colheita (f) cultivada em sistema de integração soja-bovinos de corte em plantio direto com diferentes intensidades de pastejo.

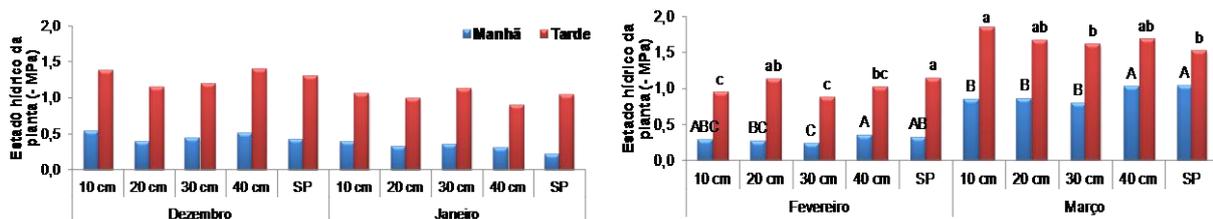


Figura 2. Potencial hídrico (estado hídrico) da planta de soja nos meses de dezembro (a), janeiro (b), fevereiro (c) e março (d), cultivada no sistema de integração soja-bovinos de corte em plantio direto com diferentes intensidades de pastejo ($p < 0,05$).