

EFEITO DE LÂMINAS E INTERVALOS DE IRRIGAÇÃO EM TRITICULTURA SUBTROPICAL

IRRIGATION VOLUME AND INTERVAL EFFECT ON WHEAT GROWING IN SUBTROPICAL CLIMATE CONDITION

Ângelo Paes de Camargo¹, José Guilherme Freitas², Paulo César Sentelhas³, José Ricardo Macedo Pezzopane⁴ e Adriana Vieira de Camargo Moraes⁴

RESUMO

O trigo (*Triticum aestivum* L) nas condições do Estado de São Paulo é cultura de outono-inverno, sendo semeado no final da estação chuvosa, quando o solo está normalmente em boas condições de umidade disponível. Nas regiões leste e norte do território paulista, como em Campinas e Ribeirão Preto, as deficiências hídricas no inverno são normalmente acentuadas e a cultura é, muitas vezes, beneficiada pela irrigação. Esta prática precisa, porém, ser bem quantificada para evitar a sub-irrigação e sobretudo a super-irrigação, que além do desperdício de água pode acelerar o depauperamento do solo. Foi conduzido em Campinas um experimento de campo para comparar várias combinações de intervalos e lâminas de rega em função da umidade do solo, em diferentes profundidades. Irrigações espaçadas de 20 dias e lâminas de rega de apenas a metade da considerada normal mostraram-se mais eficientes na produtividade. A umidade tomada a 30 cm de profundidade no solo foi a que melhor funcionou para indicar a necessidade de irrigação.

Palavras-chave: trigo, *Triticum aestivum* L., necessidade de irrigação, tensiômetros de leitura direta, meia rega, resistência à seca, trigo de outono-inverno.

SUMMARY

¹Eng^o. Agr^o. Dr. Seção de Climatologia Agrícola, IAC, C.P. 28, Campinas, SP 13001-970. Bolsista do CNPq. E.mail: remo@cec.iac.br.

²Eng^o. Agr^o. Dr. Seção de Arroz e Cereais de Inverno IAC, Campinas, C.P. 28. Bolsista do CNPq. E. mail: jfreitas@cec.iac.br.

³Eng^o. Agr^o. MsC. Dep.de Física e Meteorologia, ESALQ/USP, C.P. 9. Piracicaba, SP 13418-900.

The wheat (*Triticum aestivum* L) in the State of São Paulo, Brazil, is a autumn-winter culture, sowed at late rainy season, when the soil water content is normally high. On the east and north parts of the State, including Campinas, the water deficiency arises later and irrigation practice may be indicated. But water application must be well quantified in order to avoid sub-irrigations and particularly the over-irrigations. This may cause waste of water and severe damage to the soil. A field experiment was carried in Campinas to compare several ways to apply water in function of water tension at different depths of soil. The best irrigation interval was about 20 days. Treatments with only a half of normal application to replace the lost water gave always higher production than the normal irrigation. Soil humidity at 30 cm deep was the best indicator of irrigation need.

Key words: wheat, *Triticum aestivum* L., irrigation, direct reading tensiometer, drought resistance.

INTRODUÇÃO

O trigo (*Triticum astivum* L) é uma das culturas anuais mais tolerantes à seca, possivelmente, pelo seu abundante e profundo sistema radicular (KNOTT, 1956; MUSICK & POTTER, 1990). Entretanto, quando cultivado em região seca ou com estação seca pronunciada pode requerer irrigação.

Como planta de clima mediterrâneo, ou seja de inverno chuvoso e verão seco, a cultura é adaptada à umidade no início do ciclo vegetativo e seca no final. A primavera ainda úmida garante a germinação das sementes e o aprofundamento das raízes e o verão seco favorece a maturação e colheita. Em clima mediterrâneo o trigo é cultura de **primavera-verão**.

No clima subtropical do Estado de São Paulo, o regime de chuvas é oposto. As chuvas são de verão, o que umedece todo o perfil do solo e sub-solo, favorecendo a semeadura e o aprofundamento das raízes. O inverno regularmente seco beneficia a maturação e a colheita. A triticultura paulista é considerada de **outono-inverno** (CAMARGO, 1969).

O Brasil possui duas principais regiões climáticas para a triticultura: a) Região Sul, com clima próximo ao temperado e semeadura no inverno e b) Região Sudeste, com clima subtropical de altitude, com semeadura no outono (CAMARGO, 1969; MOTA, 1980).

A Região Sul, compreendendo os Estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e sul do Paraná, possui clima intermediário entre o temperado da Argentina e o subtropical da Região Sudeste. A semeadura é feita no inverno úmido, favorável à germinação, e a colheita, na primavera, relativamente seca.

⁴Pós-graduando em Agrometeorologia, ESALQ/USP. Estagiário da Seção de Climatologia Agrícola, IAC. Bolsista CAPES.

Na Região Sudeste, que inclui o Estado de São Paulo, com clima subtropical, caracterizado pelo verão úmido e o inverno seco, a semeadura é feita no outono ainda úmido e a maturação, no inverno seco, condições necessárias para a boa germinação das sementes e maturação do trigo.

Para MUSICK & POTTER (1990) a sensibilidade à deficiência hídrica, no estágio da antese e enchimento dos grãos, é muito reduzida se houver enraizamento profundo na fase inicial da cultura. Isto proporciona maior disponibilidade de água em profundidade no solo, condição geralmente encontrada em São Paulo, onde a cultura é semeada no final da estação chuvosa.

A Comissão Técnica da Secretaria da Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo (CAMARGO, 1996) recomenda para a região de Campinas a semeadura do trigo no período de abril a meados de junho. Semeando-se mais cedo a cultura fica sujeita aos danos de geada na fase sensível de frutificação. Semeando-se mais tarde a maturação pode ocorrer já em início do período chuvoso, o que prejudica a maturação e a colheita.

PASCALE & DAMARIO (1960) estudando a triticultura no extremo norte da Argentina, em clima subtropical, com cultura de outono-inverno, como no planalto paulista, verificaram haver boa produtividade, na base de 1400 kg/ha, mesmo sem irrigação.

Geralmente a produtividade do trigo na região subtropical, é mais baixa que na região temperada. Segundo Evans, citado por MOTA (1980), uma razão desse comportamento na região subtropical é a menor disponibilidade de energia solar durante o ciclo vegetativo, que se passa em grande parte no inverno. Na Argentina, em latitude de 35 graus sul, com ciclo de primavera-verão, a vegetação se dá em período muito mais rico de energia. A radiação solar extraterrestre, média diária (Q_0), no período vegetativo, corresponde a cerca de 15 mm de evaporação equivalente, ao passo que no Estado de São Paulo, o valor diário de Q_0 , no período vegetativo do trigo, está em torno de apenas 9 mm (CAMARGO, 1969).

No Estado de São Paulo a cultura do trigo, especialmente na parte norte do território, fica sujeita a deficiência hídrica acentuada, que poderá ser corrigida com regas suplementares (Tabela 1). As regas necessitam porém, ser bem quantificadas para evitar aplicações insuficientes ou as excessivas, muito prejudiciais. Estas, além do desperdício de água, causam saturação, mau arejamento do solo e o arrastamento de argilas, formadoras da indesejável camada compactada, que impede o aprofundamento das raízes e agrava os efeitos da seca.

A irrigação deve corresponder à reposição da água perdida pela evapotranspiração potencial, até a capacidade de campo, em todo o perfil ocupado pelas raízes (KLEPPER, 1990). Esse autor considera que normalmente a extração de água pelas raízes se inicia pela camada superficial do solo e progressivamente vai se aprofundando à medida que a cultura se desenvolve.

FREITAS et al (1985) trabalhando com cultivares de trigo em casa de vegetação, plantados em vasos com volume restrito de solo, verificaram que a manutenção da umidade elevada nos estádios reprodutivo e farináceo foi importante para obter produções elevadas.

Num vaso comum, com volume limitado, as raízes ocupam todo o espaço e o solo perde a umidade uniformemente em todo o volume do vaso. Quando acaba a água disponível no solo da superfície, acaba também em todo o volume do vaso. Em condições de campo, porém, a umidade varia muito no perfil do solo. A superfície do terreno poderá estar seca, mas mais abaixo, na zona das raízes, o solo poderá estar úmido, próximo à capacidade de campo; bem mais abaixo, perto do lençol freático, poderá estar saturado. As plantas, para estudo das necessidades de irrigação, reagem muito diferente e melhor à disponibilidade de água no solo em condições naturais de campo, que em condições artificiais de vasos em casas de vegetação.

Existem duas escolas para a prática da irrigação. Uma propõe irrigações pequenas e frequentes para manter sempre úmido o horizonte superficial do solo (HILLER, 1990). Outra, recomenda regas espaçadas de várias semanas e bem maiores, para estimular o aprofundamento das raízes e manter todo o perfil úmido e o solo bem arejado (KNOTT, 1966).

Este trabalho usou, para quantificar as irrigações, dados normais de evapotranspiração potencial, segundo THORNTHWAITE (1948), que no inverno em Campinas é de cerca de 2 mm (CAMARGO, 1978). Para estimar a umidade do solo e os intervalos das regas os autores basearam-se em leituras de tensiômetros instalados com as capsulas a diferentes profundidades.

O objetivo deste trabalho foi contribuir para o estudo em condições de campo dos intervalos e lâminas de rega, bem como das escolas de irrigação, para o caso da triticultura no clima subtropical do Estado de São Paulo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado no Centro Experimental de Campinas-CEC, do Instituto Agrônomo, cujas coordenadas geográficas são: 22°53'S e 47°05'W e a altitude 660 m. O clima classificado como subtropical, com verão úmido e inverno seco, tipo Cwa de Koeppen. Os elementos do balanço hídrico climático pelo método de THORNTHWAITE & MATHER (1955) para 125 mm de retenção hídrica, estão na Tabela 1. Verifica-se que até o mês de março ocorrem normalmente excedentes hídricos no solo, o que torna o outono úmido, beneficiando a semeadura.

O solo, latossolo roxo distrófico, com textura argilosa e profundo, foi bem preparado, com calagem e adubação adequada. Foi usada a cultivar IAC 287, precoce. A semeadura foi realizada em 13 de

junho de 1995, com solo bem úmido, em capacidade de campo, conseqüência de elevadas chuvas anteriores. Foram usados defensivos à base de *propiconazole* contra moléstias fúngicas. O tempo seco durante todo o período vegetativo favoreceu a boa sanidade.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com 7 tratamentos e 4 repetições (Tabela 2). A parcela experimental teve 6 linhas com 3 metros de comprimento, sendo as 4 centrais úteis. O espaço entre linhas foi de 20 cm, sendo a área útil do canteiro de 2,40 m².

Os intervalos das regas foram baseados em dados de umidade no solo obtidos por meio de tensiômetros instalados nas parcelas de número 1 a 6, nas 1^a e 2^a repetições, em profundidades de 15, 30 e 45 cm. Foram utilizados tensiômetros de leitura direta, sem manômetros segundo modelo de CAMARGO et al (1982). Pela lei de Boyle & Mariotte o volume da câmara é inversamente proporcional à pressão na câmara. Assim, em função da altura da câmara gasosa pode-se estimar a tensão no interior do tensiômetro. Quando a tensão média acusada pelos tensiômetros atingia a faixa de 600 a 700 hPa, a altura das câmaras estaria entre 8 e 12 cm, e era indicada a irrigação.

Tabela 1. Elementos meteorológicos normais e do balanço hídrico calculado segundo THORNTHWAITE & MATHER (1955), armazenamento de água do solo de 125 mm, para Campinas, SP. Período: 1929-67.

Meses	Temperatura °C	Precipitação	Etp	Def. hídrica	Exc. Hídrico
				mm	
Janeiro	23,1	243	117	0	126
Fevereiro	23,1	218	102	0	116
Março	22,6	146	101	0	45
Abril	20,8	60	78	0	0
Mai	18,5	50	60	1	0
Junho	17,3	39	49	3	0
Julho	17,1	24	48	8	0
Agosto	18,8	32	65	15	0
Setembro	20,2	57	75	11	0
Outubro	21,1	131	91	0	1
Novembro	21,8	138	99	0	4
Dezembro	22,4	233	108	0	125
Ano	20,6	1371	993	38	416

Foi considerada como consumo médio para Campinas na estação hiberna a lâmina diária de 2 mm (CAMARGO, 1978), equivalente a evapotranspiração potencial diária, segundo equação de THORNTHWAITE (1948). As irrigações foram efetuadas quando a câmara gasosa dos tensiômetros atingia a faixa de 8 a 12 cm, indicativa do momento da rega (CAMARGO et al, 1982). Como o solo perde umidade a partir das camadas mais superficiais (KLEPPER, 1990), as parcelas com tensiômetros rasos, a 15 cm de profundidade, a lâmina normal de rega para repor a água perdida foi da ordem de 20 mm. Nas

parcelas com tensiômetros na profundidade média, 30 cm, a lâmina ficou em torno de 40 mm e naquelas com tensiômetros mais profundos, a 45 cm, a lâmina normal foi de cerca de 60 mm (Tabela 2).

Tabela 2. Tratamentos utilizados no experimento de irrigação de trigo na região de Campinas, SP.

Tratamentos	Profundidade dos tensiômetros (cm)	Lâmina de irrigação (mm)	
		Rega normal	Metade da rega
1 e 2	15	20 (T1)	10 (T2)
3 e 4	30	40 (T3)	20 (T4)
5 e 6	45	60 (T5)	30 (T6)
7	---	Testemunha, sem irrigação	

As regas foram aplicadas manualmente com regador devidamente calibrado, empregando as mesmas lâminas de água nas bordaduras das parcelas. Interromperam-se as irrigações após a fase de enchimento dos grãos.

As avaliações do experimento foram: lâmina por rega aplicada, intervalo entre irrigações, número de regas aplicadas e produção de grãos..

Para verificar o comportamento das diferentes formas de irrigação experimentadas foram comparadas as médias de produção dos tratamentos através do teste de Tukey, com nível de confiança de 5%. Para auxiliar a avaliação dos resultados foram calculadas também as medianas, com a eliminação dos dados extremos de cada repetição.

De janeiro até a semeadura em 13 de junho a precipitação total foi de 893 mm, fazendo com que todo o perfil do solo estivesse bem suprido de umidade, em capacidade de campo, permitindo ao sistema radicular do trigo se aprofundar livremente no solo (MUSICK & POTTER, 1990). Logo após a semeadura choveu apenas 62 mm. Depois não choveu mais, até a colheita em 15 de setembro, dando condições favoráveis à condução do experimento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados relativos ao número de irrigações, ao valor das lâminas, bem como, da produtividade média dos diferentes tratamentos, estão na Tabela 3.

No tratamento 1, com tensiômetros rasos a 15 cm de profundidade, foi necessária aplicar a primeira irrigação, de 20 mm, em 8 de agosto, 55 dias após a semeadura. Depois, mais três irrigações foram necessárias, em 18 e 28 de agosto e em 4 setembro. No tratamento 2 foi aplicada a metade da lâmina de rega, 10 mm.

No tratamento 3, com tensiômetros a 30 cm de profundidade, foram necessárias duas irrigações, de 40 mm, nos dias 13 e 31 de agosto. No tratamento 4 foi aplicada a metade, 20 mm.

Para o tratamentos 5, com tensiômetros a 45 cm, foi necessário apenas uma irrigação, de 60 mm, no dia 24 de agosto. No tratamento 6 foi aplicada a metade da rega.

Verifica-se que os tratamentos com meia lâmina de rega, T2 e T4, produziram mais que os de lâmina completa, T1 e T2, com qualquer intervalo de rega. Se for considerado, porem, o aumento de produção por quantidade de água aplicada, a vantagem dos tratamentos de meia rega aumenta consideravelmente. O tratamento T4, com intervalo de cerca de 20 dias entre regas e com apenas meia lâmina de rega foi o mais produtivo (Tabela 3).

Os dados originais de produção de grãos foram analisados estatisticamente, indicando um coeficiente de variação relativamente baixo, de 10%. O Teste de Tukey mostrou que apenas o tratamento 6 com apenas uma rega e metade da lâmina normal, foi significativamente inferior, em nível de probabilidade de 5%, aos demais tratamentos irrigados.

Seria útil um estudo de custo-benefício para verificar a conveniência da irrigação em triticultura para as condições do clima subtropical do Estado de São Paulo.

Tabela 3. Características das irrigações e produtividade (kg/ha), dos tratamentos utilizados no experimento de irrigação de trigo na região de Campinas, SP. Tratamentos com números pares receberam a metade da lâmina de rega.

Tratamentos	Intervalo das irrigações (dias)	Número de irrigações	Lâmina total de água (mm)	Produtividade média*	Mediana*	Diferença sobre testemunha (kg/ha)	Aumento de produtividade por mm de irrigação
T1	10	4	80	2490 a	2480	+400	5,0
T2	10	4	40	2510 a	2520	+420	10,5
T3	19	2	80	2600 a	2650	+510	6,4
T4	19	2	40	2720 a	2670	+630	15,8
T5	37	1	60	2350 ab	2380	+260	4,3
T6	37	1	30	1890 b	1700	-200	0
T7	-	-	-	2090 b	1960	-	-

* Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a um nível de 5% de probabilidade

** Mediana, com eliminação dos dados extremos

CONCLUSÕES

Diferentes formas de irrigação durante o ciclo vegetativo do trigo mostraram pouco efeito sobre o aumento de produção, quando o solo por ocasião da semeadura estava bem suprido de umidade, em todo o perfil.

Intervalos de rega espaçados de cerca de 20 dias foram melhores que os turnos menores, de 10 dias, embora usando a mesma quantidade total de água na irrigação.

Quando se usou apenas a metade da lâmina normal de rega, estimada pelo balanço hídrico climático, a produtividade em relação a lâmina normal não foi reduzida. Pelo contrário foi um pouco maior.

A umidade do solo tomada a cerca de 30 cm de profundidade foi a que melhor indicou a prescrição de irrigação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAMARGO, A.P. Zoneamento da aptidão climática da agricultura -Parte II. In: **Programa Estratégico de Desenvolvimento 1968-1970. Zoneamento Agrícola e Pecuário do Brasil. Estudo Especial.** Rio de Janeiro, RJ. Ministério do Planejamento e Coordenação Geral (IPEA), 1969, p 41-96.
- CAMARGO, A.P. **Balanço hídrico no Estado de São Paulo.** 4 ed. Campinas, IAC, 1978, 28 p. (Bol.196)
- CAMARGO, A.P, GROHMANN, F., CAMARGO, M.B.P. Tensiômetro simples de leitura direta. **Pesquisa Agropecuária. Brasileira.** Brasília , v. 7, n. 12: p. 1763-1772, 1982.
- CAMARGO, C.E.O. **Recomendação da Comissão Técnica de Trigo para o Estado de São Paulo,** Campinas, IAC, 1996, 69 p.
- FREITAS, J.G., CARDOSO. A.A., SEDIYAMA, C.S et al. Trigo: Efeito de três faixas de umidade na evapotranspiração real e na produção de grãos e seus componentes. **Bragantia,** Campinas, v. 44, n. 2, p. 515-530, 1985.
- KLEPPER, B. Root growth and water uptake. In: **Irrigation of Agricultural Crops.** Madison: Wis., Am. Soc. Agron. 1990, p. 282-316 (Agronomy monograph, n. 30).
- KNOTT, J.E. **Handbook of vegetable growers.** New York, John Willey, 1966, 245 p.
- HILLER, D. Role of irrigation in agricultural systems. In: **Irrigation of Agricultural Crops.** Madison. Wis., Am. Soc. Agron. 1990, p. 5-30 (Agronomy monograph, n. 30).

- MOTA, F.S. **Clima e zoneamento para a tricultura no Brasil.** Pelotas, RS. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas. 1980, 19 p. (Boletim técnico, n. 3).
- MUSICK, J.T., POTTER, K.B. Wheat. In: **Irrigation of Agricultural Crops.** Madison. Wis., Am. Soc. Agron. 1990, p. 5-30 (Agronomy monograph, n. 30).
- PASCALE, A. J., DAMARIO, E.A. Aptitud agroclimática de la Provincia de Chaco para el cultivo de trigo. **Revista de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de Buenos Aires.** Buenos Aires, v. 17, n. 3, p. 49-61, 1960.
- THORNTHWAITE, C.W. **An approach toward a rational classification of climate.** Geogr. Rev., v. 8, p. 5-916. 1948.
- THORNTHWAITE, C.W., MATHER, J.R. The water balance. **Publications in Climatology.** Laboratory of Climatology, Centerton, v. 8, n. 1. 104 p. 1955.