

CORRELAÇÃO ENTRE PARÂMETROS DO SOLO E RENDIMENTO DAS CULTURAS EM SÃO GONÇALO, PB

Seemanapalli Venkata Kameswara SARMA¹, Adaísa Pessoa de AZEVEDO²

RESUMO

A informação sobre o teor de umidade e a sucção no solo tem sua utilidade no campo da Engenharia Agrícola, a qual contribui muito para aplicações diversas, como previsão de melhor rendimento e planejamento de tempo de desenvolvimento da cultura. O uso eficiente d'água na irrigação em locais com deficiência como o Sertão Paraibano exige uma investigação profunda do balanço de umidade do solo na zona vadosa. Com esta finalidade, foi conduzida uma pesquisa na área de experimentação do IAJAT- Instituto Agrônomo José Augusto Trindade, na Micro Região Homogênea 95 da Depressão do Alto Piranhas, em São Gonçalo, Souza - PB, tratando-se de determinar as condições de umidade do solo e variação do lençol freático para a cultura de tomate. A relação entre o teor de umidade e sucção no solo foi estudada e o rendimento da cultura de Tomate foi interpretada em função dos parâmetros ditos anteriormente. Conclusões úteis foram tirados e os resultados foram apresentados na forma gráfica e nas tabelas respectivas.

Palavras Chave: Rendimento das Culturas, Parâmetros Hidro-meteorológicos, Correlação

INTRODUÇÃO

A água sendo um fator limitante à agricultura nordestina, quer por sua escassez, quer sobretudo pela sua extrema irregularidade de distribuição espacial e temporal, justifica-se plenamente a fomentação de tecnologias que otimizem a utilização dos recursos hídricos da região. O uso eficiente d'água na irrigação em locais com deficiência como o Sertão Paraibano, requer a investigação do balanço de umidade do solo na zona de aeração. Com esta finalidade, foi conduzida uma pesquisa na área de experimentação do IAJAT- Instituto Agrônomo José Augusto Trindade, na micro-região 95 da Depressão do Alto Piranhas, em São Gonçalo, Souza – PB., tratando-se de determinar as condições de umidade do solo e variação do lençol freático para a cultura de tomate.

Nas áreas sob condições semi-áridas, onde a precipitação é escassa, tem-se que suplementar as necessidades de água da planta através da irrigação. O uso correto desse meio é definido por vários fatores que interagem entre si. Uma vez que essas taxas de aplicação são dependentes das características do solo, planta e clima, é necessário manter-se o equilíbrio entre crescimento da

cultura, consumo d'água e condições climáticas. Foi estudado o tomateiro (*Lycopersicon esculentum*, Mill), uma planta cultivada em todos os continentes, sendo considerado tomate como uma das hortaliças de mais expressão econômica em todo o mundo, neste sentido, colocando-se no Brasil em segundo lugar. Pode ter alta viabilidade econômica em nossa região, no caso de ser cultivada sob irrigação, necessitando porém informações sobre a produtividade e o uso da água.

No campo da Engenharia Agrícola, a informação sobre o teor de umidade tem utilidade para aplicações diversas, como a previsão de melhor rendimento e planejamento de tempo de desenvolvimento da cultura. Na hidrologia, a umidade na camada superficial do solo é importante para separar a precipitação em diferentes componentes como: infiltração, escoamento e percolação. As necessidades de água ao longo do ciclo vegetativo de uma cultura são determinadas pela evapotranspiração da umidade do solo e pela transpiração da planta. As medições hidrológicas usadas neste estudo incluem precipitação, profundidade do lençol subterrâneo e umidade do solo.

MATERIAIS E MÉTODOS USADOS

Os ensaios de campo desenvolveram-se em São Gonçalo-Souza, Pb (Latitude de S $6^{\circ} 45''$ e Longitude de O.Gr., $38^{\circ} 13''$) na micro-região homogênea 95 da Depressão do Alto Piranhas. A precipitação média anual é na ordem de 894mm, com a temperatura média anual de $27^{\circ}C$ com uma mínima de $12^{\circ}C$. No campo, os solos foram classificados como aluviais com textura leve à média. As características químicas e físicas dos solos são: pH = 7,0; $K^{+} = 0,53$ e.mg 100g de solo; $Ca^{++} = 5,80$ e.mg 100g de solo; $Mg^{++} = 2,00$ e.mg 100g de solo; $P_2O_5 = 0,06\%$; N = 0,09%; C = 0,78%; Argila = 14,00%; Limo = 32,00%; Areia fina = 40,00%; Areia grossa = 14,00%; Franco; Capacidade de campo (C_c): 21,20% Ponto de murcha permanente (P_{mp}): 9,08% ; Densidade aparente (D_a): 1,54 g/cm³; Porosidade (P_0): 38%. Amostras do solo das camadas 0-10, 10-30 e 30-60 cm foram analisadas e os resultados encontram-se em tabela 1.

Acompanhou-se, ao longo do ciclo vegetativo, dois tomateiros (*Lycopersicon Esculentum*, Mill), variedade Rossol, cultivados, o primeiro no período de outubro de 1984 a janeiro de 1985 e o segundo de agosto a novembro de 1985. A área constituiu-se de 4 blocos para quatro tratamentos de irrigação, representando portanto, dezesseis sub-parcela, cada uma com quatro linhas de 3,20m, com espaçamento de 1,40m entre linhas e 0,20m entre plantas, ocupando uma área total de 1043m². Os tratamentos usados, com variação de umidade do solo nos limites da água disponível, foram os seguintes: Tratamento A - A parcela era irrigada sempre que a umidade do solo baixava a 30% da água disponível; Tratamento B - quando a mesma rebaixava a 50% da água disponível; Tratamento

C - quando o mesmo baixava a 70% da água disponível e finalmente no Tratamento D, onde a água aplicada quando a mesmo rebaixava a 90% da água disponível;

O método de irrigação empregado foi de sulcos de infiltração em bacias de nível. A lâmina líquida foi determinada pela expressão:

$$L_i = \frac{C_c - q_a}{100} \cdot D_a \cdot P_r \quad (1)$$

onde L_i = lâmina líquida (mm); C_c = capacidade de campo (%); q_a = umidade atual (%); D_a = densidade aparente (g/cm^3); P_r = profundidade das raízes (cm), considerada igual a 40cm. O cálculo da lâmina bruta ou lâmina de irrigação foi desenvolvido considerando-se uma eficiência de aplicação de 80%. Os resultados desses cálculos, encontram-se na tabela 1. O método de sulcos de infiltração foi utilizado por ser ele o de uso mais generalizado na cultura do tomateiro da região. Após o tratamento das mudas, foi aplicada às parcelas a mesma quantidade de água para fim de elevar o teor de umidade do solo até a capacidade de campo. A partir daí foram aplicadas as lâminas de irrigação correspondentes a cada tratamento. O volume de água aplicado às parcelas encontram-se na tabela 2.

Foram instalados 5 piezômetros na área estudada e através deles, verificou-se diariamente, durante 48 dias, as profundidades do lençol subterrâneo. Para fim de obter a relação Tensão Capilar e Umidade do Solo, estes parâmetros foram determinadas para amostras de solo retiradas das camadas 0-10, 10-30, 30-60 cm. Um programa desenvolvido em BASIC foi aplicado a essas duas variáveis que nos dá as respectivas correlações e as constantes das equações de regressão, nos quais X é umidade do solo e Y é a sucção (pressão negativa) no solo. Tabela 3 mostra os valores de Coeficiente de Correlação e as Equações de Regressão entre as variáveis Umidade do Solo(X) e Sucção(Y). A produção e os rendimentos das culturas foram apresentadas na Tabela 4.

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

As precipitações, durante o plantio I, ocorreram nos períodos de 12 a 21 de novembro e 01 a 13 de dezembro de 1984, nas fases de floração e de maturação das plantas e de 21 de dezembro deste ano a 05 de janeiro de 1985, no início da colheita do tomate. Em relação ao plantio II, houve ocorrência significativa de chuva apenas no período de 09 a 23 de setembro, na fase de maturação do tomate. A temperatura máxima média é de 35°C para o primeiro período de exploração e de 34°C para o segundo, enquanto que a temperatura mínima média é de 21°C para os dois ciclos.

A observação da profundidade da superfície do lençol subterrâneo, feita no período de 30 de novembro de 1984 a 10 de janeiro de 1985, mostrou que no referido período, a profundidade

mínima daquele foi de 2,10m, enquanto a máxima registrada foi de 2,55m, apresentando assim uma amplitude de variação de 45cm. O fluxo capilar a estas profundidades do lençol freático não atingiu a superfície do solo, nem mesmo, significativamente, a parte inferior da zona radicular de 60cm. Para uma sucção de 100cm, tem-se um teor de 21% para a camada de 0-10cm, 25% para as camadas de 10-30cm e 30-60cm. A sucção de 20cm de altura de água, tem-se teores de umidade de 33, 32 e 33% para as três camadas citadas. A capacidade de campo foi na ordem de 21,2%, correspondendo a uma sucção de 176cm e o ponto de murcha permanente 9,08% a 430cm de sucção.

Analisando-se os tratamentos de irrigação em relação à curva sucção ~ umidade, verifica-se que o tratamento A, a irrigação deveria ser efetuada quando a umidade do solo era 12,72% a uma sucção de 354cm de água; no tratamento B, a irrigação sendo aplicada ao se encontrar o solo com a umidade de 15,14% sendo a sucção de 300cm. Enquanto isso, no tratamento C, ter-se-ia uma sucção de 25cm de água, tendo em vista, para esse tratamento, aquela corresponder a uma umidade de 17,5%. Finalmente, para o tratamento D, a irrigação deveria ocorrer quando o solo se encontrasse com 19,99% de umidade, e portanto, a uma sucção de 200cm de água. Estes valores que dizem respeito ao planejamento da irrigação, estão bastante razoáveis e mesmo o que se refere à maior sucção (354cm) não deveria provocar uma redução significativa na produção. A respeito ao plantio I, a observação das curvas de conteúdo de umidade do solo mostram que os valores mínimos registrados anteriormente às aplicações de irrigação foram de 9,43%, 12%; 11% e 13,5% respectivamente, para os tratamentos A, B, C e D, que correspondem a sucções de 420; 360; 384 e 336cm de água. Quanto ao plantio II, os mínimos de umidade registrados foram de 10% para os tratamentos A e B, 9,65% para o C e 12% para o tratamento D, correspondendo portanto a sucção de 408cm de água para os três primeiros e de 360cm para o último. Com plantio I em relação ao tratamento A, a irrigação deveria ser efetuada sempre que o teor de umidade do solo se encontrava com 15,50% de umidade; a segunda foi aplicada aproximadamente nas condições planejadas; quanto às oito restantes aconteceram com a umidade sempre abaixo de 12,72%, chegando mesmo por ocasião da última irrigação a se encontrar o solo próximo ao ponto de murcha permanente. No tratamento B, a parcela deveria ser irrigada sempre que a umidade do solo se reduzisse a 50% da água disponível ou um teor de 15,14%. A umidade do solo foi mantida próxima do valor citado até a terceira irrigação (39^o dia do ciclo), portanto, na fase de maturação da cultura. As aplicações seguintes ocorreram quando o solo se encontrava em condições de umidade inferiores aquele valor.

Este quadro que não é tão significativo em relação aos tratamentos A e B ; pois nestes se aproxima a capacidade de campo após a irrigação, torna-se relevante ao tratamento C e D. Em relação ao tratamento C, permanece o conteúdo de umidade próximo à capacidade de campo desde o 20^o dia do ciclo até o 55^o, abrangendo assim desde o início do período de floração, até a fase de

maturação do tomate. Enquanto isso, no tratamento D, a umidade do solo passa a se distanciar da capacidade de campo ainda na fase de crescimento da planta, permanecendo distante não somente daquele parâmetro como também do limite inferior de umidade estabelecido no planejamento. Neste último caso, a irrigação deveria ser efetuada sempre que a umidade do solo baixasse a 90% da umidade disponível. Na realidade, esta foi aplicada quando o solo se encontrava com um conteúdo de umidade, a partir da terceira irrigação, sempre abaixo daquele valor, situação que não se modificou nem mesmo com as precipitações ocorridas. Essas, embora tenham algumas vezes deixado o solo saturado, por ser a condutividade hidráulica muito alta para os solos francos, provocando assim uma acentuada depleção de umidade, logo este voltava à condição de umidade anterior.

Em relação aos tratamentos de irrigação aplicados, foi observado que no tratamento A, à evotranspiração potencial de cada período, corresponde uma evapotranspiração real bem inferior aquela. Nos demais tratamentos(B, C e D), a medida que o conteúdo de umidade é mantido mais elevado e os intervalos de irrigação vão se tornando menores, observa-se que a evotranspiração real vai se aproximando mais da potencial, de modo que no tratamento D, encontram-se muito próximos os dois valores. A cada período de tempo ao longo do ciclo da cultura, observa-se que ao se conservar a umidade do solo próxima à capacidade de campo, como ocorre no tratamento D, em que se mantém o solo em 100 a 90% da umidade disponível, a evapotranspiração real se mantém próxima à evapotranspiração potencial. Por outro lado, ao permitir-se que a umidade do solo permaneça mais tempo abaixo da capacidade de campo, à medida que vai diminuindo o teor de umidade, como acontece nos demais tratamentos(100-70, 100-50 e 100-30%), a evapotranspiração real vai se tornando cada vez mais distante da evapotranspiração potencial.

O balanço foi efetuado a partir da clássica equação $I + P = ET + ES \pm \Delta\theta \pm C$ onde: I - irrigação; P - Precipitação; ET - Evapotranspiração ; ES - Escoamento Superficial; $\Delta\theta$ - Variação no conteúdo de umidade do solo; C - Capilaridade ou percolação. As lâminas de irrigação foram constantes para cada tratamento, conforme o planejamento. A evapotranspiração foi calculada pelo método da FAO, a umidade do solo foi medida diariamente do local do experimento pelo método gravimétrico a ascensão capilar ou percolação determinadas como incógnita da equação.

Em relação aos tratamentos aplicados(A, B, C e D), observa-se que o melhor rendimento corresponde ao tratamento B(50% de água disponível). Isto pode significar que o ar insuficiente com o tratamento D(90% de água disponível). Quanto ao tratamento C(30% de água disponível), a maior sinuosidade e descontinuidade (efeito de engarrafamento) na circulação da água no solo certamente contribui para uma boa redução no rendimento da cultura. A existência de maior

quantidade de ar no solo, dificulta o preenchimento total dos poros e boa parte da água se escoou como percolação, o fenômeno sendo conhecido como esterese. O suprimento de água durante e depois da formação dos frutos deve ser limitado a uma taxa que evite o estímulo a novo crescimento da planta, o que prejudicaria o desenvolvimento dos frutos. O planejamento da pesquisa de certo modo levou estes fatores em consideração na medida em que o suprimento de água seria efetuado com base na evaporação do solo e consumo da planta. No entanto, a aplicação de água não se efetuou sempre de conformidade com as situações planejadas.

Comparando-se o rendimento relativo a cada tratamento de irrigação, verificou-se que o maior rendimento ocorreu com o tratamento de 50% para os dois plantios, o que está de acordo com a expectativa. Houve coerência no caso plantio I entre tratamento de irrigação e rendimento, colocando-se como segundo em rendimento o tratamento C, seguido dos tratamentos D e A. A diferença de rendimento entre os 4 tratamentos aplicados (A, B, C e D) é insignificante. (Fig. 01)

Estudos conduzidos durante às últimas décadas mostraram a relação funcional entre os parâmetros do solo e o ambiente, como também a existência de boas correlações entre rendimento - produção da cultura e os parâmetros físicos de solo-planta e clima que os influenciaram. As sucções correspondente a diversos teores de umidade do solo foram determinadas para amostras de solo retiradas das camadas 0-10, 10-30, 30-60 cm. Um programa em BASIC nos dá as correlações e equações de regressão constantes, nos quais X é umidade e Y a sucção mostrou que existem uma boa correlação entre o teor de umidade e sucção para as três camadas da zona radicular da cultura.

CONCLUSÃO

Foram acompanhados dois plantios da cultura de Tomate no IAJAT, em São Gonçalo - Pb, por ter solos adequados à exploração de culturas regionais. Quatro tratamentos de irrigação foram aplicados. Embora tenham sido determinadas lâminas de irrigação de conformidade com cada tratamento (A,B,C,D), as aplicações de água nem sempre foram efetuadas conforme o planejamento. As conseqüências dessas variações foram demonstradas nas taxas de percolação, variação de umidade na zona radicular e a razão entre a evapotranspiração real e a potencial. O tratamento B com 50% de umidade foi o que deu mais alto rendimento para ambos os plantios. Uma comparação foi feita entre dois plantios a respeito de produção e rendimentos do Tomate.

Tabela 1 - Aplicação de Irrigação

Tratamento	Água Disponível (%)	Umidade Atual (%)	Lâmina Líquida (mm)	Lâmina Bruta (mm)
A	30	12,72	52,24	65,3
B	50	15,14	37,33	46,7
C	70	17,56	22,42	28,0
D	90	19,99	7,45	9,3

Tabela 2 - Volume de água Aplicado às Parcelas

	Tratamento A (30%)	Tratamento B (50%)	Tratamento C (70%)	Tratamento D (90%)	TOTAL
Plantio I	15.345,5	12.072,0	12.502,0	5.463,7	45.383,2
Plantio II	15.345,5	15.364,3	12.502,0	5.463,7	48.675,5

Tabela 3 - Coeficiente de Correlação e Equações de Regressão entre Umidade do Solo e Sucção

Camada(cm)	Coeficiente de Correlação	Equação de Regressão
0-10	0,98	$Y=378,23-10,75X$
10-30	0,99	$Y=585,40-17,58X$
30-60	0,99	$Y=391,78-11,47X$

X = Teor de Umidade no Solo e Y= Sucção no Solo .

Tabela 4 - Produção(kg) e Rendimento (Toneladas/Hectare) do Tomate para os Tratamentos Feitos

Produção (kg) e Rendimento do Tomate para os Quatro Tratamentos Feitos					
Tipo de Tratamento Com % d'água disponível		PLANTIO I		PLANTIO II	
		Produção (kg*10)	Rendimento Toneladas/hectare	Produção (kg*10)	Rendimento Toneladas/hectare
A	90%	24,22	10,3	68,96	29,3
B	70%	51,06	21,7	69,59	29,6
C	50%	41,65	17,7	59,69	25,4
D	30%	33,58	14,3	66,79	28,4

BIBLIOGRAFIA

BEZERRA NETO, R. – O Efeito da Lamina e a Fertilidade da Cultura do o Tomate – Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, PB – Tese do Mestrado - 1984.

FEDDES, R. A. et al. Simulação Entre de Uso da Água e Rendimento da Culturas Monógrafo, Pudoc, Wageningen, 189 p., 1978.

HIDROSERVICE. Solo e Água no Perímetro Irrigado de São Gonçalo: S. Paulo, V.1 176 p., 1970.

SEEMANAPALLI V. K. SARMA E ADAISA P..DE AZEVEDO, Rendimentos das Culturas no Nordeste do Brasil, ABRH, Fortaleza, Ceará, 1983, pp.101-110.