

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

**CONDIÇÕES DE APLICAÇÃO DE ÁGUA EM CINCO CULTIVARES DE TRIGO
EM AMBIENTE PROTEGIDO.**

LEOPOLDO DE AVILA OLIVEIRA

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP - Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Doutor em Agronomia - Área de Concentração em Irrigação e Drenagem.

BOTUCATU - SP
JANEIRO – 2009

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

**CONDIÇÕES DE APLICAÇÃO DE ÁGUA EM CINCO CULTIVARES DE TRIGO
EM AMBIENTE PROTEGIDO.**

LEOPOLDO DE AVILA OLIVEIRA

Orientador: Prof. Dr. Antônio Evaldo Klar

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP - Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Doutor em Agronomia - Área de Concentração em Irrigação e Drenagem.

BOTUCATU - SP
JANEIRO – 2009

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

048c Oliveira, Leopoldo de Ávila, 1959-
Condições de aplicação de água em cinco cultivares de trigo em ambiente protegido / Leopoldo de Ávila Oliveira.
- Botucatu : [s.n.], 2009.
x, 68 f. : il., tabs., gráfs.

Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2009
Orientador: Antônio Evaldo Klar
Inclui bibliografia.

1. Trigo - Irrigação. 2. Irrigação. 3. Trigo - Cultivo.
I. Klar, Antônio Evaldo. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas. III. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "CONDIÇÕES DE APLICAÇÃO DE ÁGUA EM CINCO CULTIVARES DE TRIGO EM AMBIENTE PROTEGIDO"

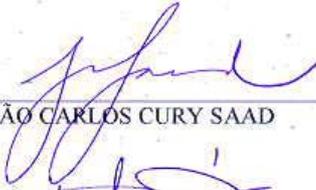
ALUNO: LEOPOLDO DE ÁVILA OLIVEIRA

ORIENTADOR: PROF. DR. ANTONIO EVALDO KLAR

Aprovado pela Comissão Examinadora



PROF. DR. ANTONIO EVALDO KLAR



PROF. DR. JOÃO CARLOS CURY SAAD



PROF. DR. DINIVAL MARTINS



PROFª DRª MARIANA FRAGA SOARES MUÇOUÇAH



PROF. DR. HELTON ROGERIO MAZZER

Data da Realização: 28 de janeiro de 2009.

Aos meus pais

Zezito

e

Tereza (in memoriam)

Dedico

À minha esposa Heloíza e a minha filha Lygia

Ofereço

AGRADECIMENTOS

A Deus pela vida.

Este trabalho só foi possível graças à ajuda de diversas pessoas às quais, expresso aqui meus sinceros agradecimentos:

Aos meus pais, responsáveis por minha formação inicial e pela base de minha conduta perante a vida.

Ao Prof. Dr. Antônio Evaldo Klar pela orientação segura, amizade e estímulos.

Ao CNPQ, pela concessão da bolsa através da qual pude custear meus estudos.

À Faculdade de Ciências Agrária (FCA), pela área e apoio cedidos à pesquisa, pela sua existência e pela oportunidade a mim concedida.

Aos Professores da Área de Concentração em Irrigação e Drenagem, pelos ensinamentos transmitidos.

Aos funcionários do Departamento de Engenharia Rural da FCA, em especial Gilberto Winkler, Silvio e Adão pela amizade sincera, convívio e apoio a várias atividades durante o curso.

Aos alunos de Pós-Graduação, Gabriel e Adriana, sem os quais este projeto não existiria, agradeço.

Ao acadêmico de agronomia Adriano, pela ajuda prática durante o experimento.

Aos professores Drs. João Carlos Cury Saad, Raimundo Leite Cruz, Helio Grassi Filho.

E finalmente, aos meus familiares, Zé, Ana, Sérgio, Cláudia, Juliana, Marília, Eduardo e Marcelo por diversas razões.

SUMÁRIO

1	RESUMO.....	1
2	SUMARY.....	3
3	INTRODUÇÃO.....	6
4	REVISÃO DE LITERATURA.....	9
	4.1 Cultura do Trigo.....	9
	4.2 Manejo de Irrigação do Trigo	12
5	MATERIAL E MÉTODOS.....	21
	5.1 Experimento I.....	22
	5.2 Experimento II.....	25
	5.3 Teor Relativo de Água nas Folhas	26
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	27
	6.1 Variáveis Meteorológicas do Experimento I.....	27
	6.2 Teor Relativo de Água (TRA) do Experimento I.....	30
	6.3 Variáveis Meteorológicas do Experimento II.....	36
	6.4 Irrigações.....	38
	6.5 Evapotranspiração de Referência e kc Calculado.....	41
	6.6 Teor Relativo de Água (TRA) do Experimento II.....	47
	6.7 Colheita e Análise das Médias da Matéria Seca Aérea e Produção dos Tratamentos Experimento I.....	50
	6.8 Distribuição de Raízes nos Tratamentos.....	52
	6.9 Análise das Médias da Produção de Matéria Seca da Parte Aérea dos Tratamentos do Experimento II.....	58
7	CONCLUSÕES.....	61
8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	62

LISTA DE TABELAS

Quadro	Página
1 Resultado da Análise Química do Solo.....	22
2 Resultado da análise física do solo.....	22
3 Relações Entre as porcentagens de Água do Solo (a% com base em Massa de Solo seco) e os potenciais de Água Mínimos em MPa Correspondentes.....	22
4 Relação da Distribuição das Cultivares e dos Tratamentos de Profundidade de Lençol Freático (tratamentos de altura de lençol freático: 0,17m, 0,31m, 0,45m e 0,59 m).....	23
5 Volume de água fornecido para os cultivares nos 4 tratamentos com diferentes níveis freáticos (0,17 m, 0,31 m, 0,49 m e 0,59 m).....	29
6 Lâmina de água fornecida em (mm) para as cinco cultivares em três diferentes potenciais de água no solo.....	40
7 Evaporação do Tanque Classe “A” e a ETc das Cultivares de Trigo (mm).....	42
8 Coeficiente de Cultivo (Kc) das Cultivares de Trigo.....	43
9 Análise de Variância Matéria Seca da Parte Aérea dos Tratamentos do Experimento I.....	50
10 Média de Matéria Seca da Parte Aérea dos Tratamentos do Experimento I.....	50
11 Análise de Variância da Produção de Grãos dos Tratamentos do Experimento I.....	51
12 Média de produção de grãos dos tratamentos do experimento I.....	51
13 Análise de variância da matéria seca de raízes de acordo com a profundidade nos anéis no tratamento de 17 cm do experimento I.....	52
14 Média de Matéria Seca de Raízes de acordo com a profundidade nos anéis, no tratamento de 17 cm do experimento I.....	53
15 Análise de variância da matéria seca de raízes de acordo com a profundidade	

nos anéis no tratamento de 31 cm do experimento I.....	53
16 Média da Matéria Seca de Raízes de acordo com a profundidade nos anéis no tratamento de 31 cm do experimento I.....	54
17 Análise de Variância da Matéria Seca de Raízes no Tratamento de 45 cm do Experimento I.....	54
18 Média da Matéria Seca de Raízes no Tratamento de 45 cm do Experimento I.....	55
19 Distribuição de raízes secas (g) nos tratamentos com altura dos anéis de 0.21, 0.35, 0.49, 0.56 e 0.63 m, com a cultivar BR 18.....	56
20 Distribuição de raízes secas (g) nos tratamentos com altura dos anéis de 0.21, 0.35, 0.49, 0.56 e 0.63 m, com as cultivar IAC 24.....	56
21 Distribuição de raízes secas (g) nos tratamentos com altura dos anéis de 0.21, 0.35, 0.49, 0.56 e 0.63 m, com as cultivar IAC 350.....	56
22 Distribuição de raízes secas (g) nos tratamentos com altura dos anéis de 0.21, 0.35, 0.49, 0.56 e 0.63 m, com as cultivar IAC 364.....	57
23 24 Distribuição de raízes secas (g) nos tratamentos com altura dos anéis de 0.21, 0.35, 0.49, 0.56 e 0.63 m, com as cultivar IAC 375.....	57
24 Análise de variância matéria seca da parte aérea dos tratamentos do experimento II.....	58
25 Médias de matéria seca da parte aérea dos tratamentos e cultivares do experimento II.....	58
26 Análise de variância da produção grãos dos tratamentos e cultivares do experimento II.....	59
27 Médias de produção de grãos dos tratamentos e cultivares do experimento II.....	59

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Estágios de Crescimento da Cultura do Trigo	19
2	Descrição das bandejas	24
3	Temperaturas Máximas, Mínimas e Médias (°C)	27
4	Umidade Relativa (%)	24
5	Evaporação do Tanque Classe A	24
6	Teor Relativo de Água (TRA- %) dos Cultivares de Trigo BR 18, IAC 24, IAC 350, IAC 364 E IAC 375 na profundidade de 17 cm	30
7	Análise de regressão do Teor Relativo de água (TRA- %) das cultivares de trigo BR - 18, IAC - 24, IAC - 350, IAC - 364, IAC - 375 na profundidade de 0.17 m	31
8	Teor Relativo de Água (TRA- %) dos Cultivares de Trigo BR 18, IAC 24, IAC 350, IAC 364 E IAC 375 na profundidade de 31cm	32
9	Análise de regressão do Teor Relativo de água (TRA- %) das cultivares de trigo BR - 18, IAC - 24, IAC - 350, IAC - 364, IAC - 375 na profundidade de 0.31 m	32
10	Teor Relativo de Água (TRA- %) dos Cultivares de Trigo BR 18, IAC 24, IAC 350, IAC 364 E IAC 375 na profundidade de 45cm	34
11	Análise de regressão do Teor Relativo de água (TRA- %) das cultivares de trigo BR - 18, IAC - 24, IAC - 350, IAC - 364, IAC - 375 na profundidade de 0.45 m	34
12	Teor Relativo de Água (TRA- %) dos Cultivares de Trigo BR 18, IAC 24, IAC 350, IAC 364 E IAC 375 na profundidade de 59 cm	35
13	Análise de regressão do Teor Relativo de água (TRA- %) das cultivares de trigo BR - 18, IAC - 24, IAC - 350, IAC - 364, IAC - 375 na profundidade de 0.45 m	35
14	Temperatura máxima, mínima e média (°C).	37
15	Umidade Relativa (%)	37

16	Evaporação do Tanque Classe A.	38
17	Volume de Água fornecido no Tratamento - 0,035 MPa	39
18	Volume de Água fornecido no Tratamento - 0.070 MPa	39
19	Lâmina de Água fornecido no Tratamento -1.5 MPa	40
20	Lâmina de Água Fornecido Para as Cultivares em Três Diferentes Potenciais de Água no Solo.	41
21	Coefficiente de Cultivo (Kc) das Cultivares de Trigo.	44
22	Evapotranspiração (ETc) da Cultivar de Trigo BR 18 e evaporação do tanque classe “A”	44
23	Evapotranspiração (ETc) da Cultivar de Trigo IAC 24 e evaporação do tanque classe “A acumulado entre intervalos de irrigação	45
24	Evapotranspiração (ETc) da Cultivar de Trigo IAC 350 e evaporação do tanque classe “A” acumulado entre intervalos de irrigação.	46
25	Evapotranspiração (ETc) da Cultivar de Trigo IAC 364 e evaporação do tanque classe “A” acumulado entre intervalos de irrigação	46
26	Evapotranspiração (ETc) da Cultivar de Trigo IAC 375 e evaporação do tanque classe “A” acumulado entre intervalos de irrigação	41
27	Teor Relativo de Água (TRA- %) do Cultivar de Trigo BR18	47
28	Teor Relativo de Água (TRA- %) do Cultivar de Trigo IAC 24	48
29	Teor Relativo de Água (TRA- %) do Cultivar de Trigo IAC 350	48
30	Teor Relativo de Água (TRA- %) do Cultivar de Trigo IAC 364	49
31	Teor Relativo de Água (TRA- %) dos Cultivar de Trigo IAC 375	49

RESUMO

Foram conduzidos dois experimentos: I. em vasos construídos com anéis de PVC, de diâmetro nominal de 0,15m e altura de 0,07m, unidos para proporcionar quatro alturas: 0,21 m, 0,35 m, 0,49 m e 0,63 m, correspondendo aos seguintes níveis freáticos: 0,17 m, 0,31 m, 0,45 m e 0,59 m de profundidade, a fim de estudar seus efeitos na produção de matéria seca e evapotranspiração real em cinco cultivares de trigo, IAC 24, IAC 350, IAC 364, IAC 375 e BR 18. No experimento II, utilizaram-se vasos plásticos de cor preta com capacidade de cinco kg de solo, com objetivo de avaliar os efeitos de quatro níveis de potencial mínimo de água no solo: Capilaridade (CC), - 0,035 MPa, - 0,070 MPa, -1,50 MPa para as mesmas variáveis e variedades. Foi utilizado o delineamento experimental em blocos casualizados nos dois experimentos, com três repetições, totalizando 60 parcelas em cada um. Os experimentos I e II foram instalados em ambientes protegidos e condições diferentes, e permitiram inferir as seguintes conclusões: Os tratamentos intermediários do Experimento I (profundidades de lençol 0,31 m e 0,45 m) mostraram tendência de maiores perdas de água que os de 0,17 m e 0,59 m. Houve também maiores valores para os teores relativos de água (TRA) nos tratamentos intermediários e as cultivares BR 18 e IAC 375 tiveram maiores TRA para todos os tratamentos, evidenciando terem tendência a maior tolerância à seca para as mesmas condições de umidade do solo. No Experimento I, a produção de matéria seca da parte aérea e

de grãos foi mais elevada na cultivar BR -18 em relação as IAC - 24 e IAC - 364 e semelhante as IAC - 350 e IAC - 375. Os tratamentos 0,31 m e 0,45 m mostraram maior produção para as duas variáveis citadas em relação aos tratamentos 0,17 m e 0,59 m. Não houve diferença estatística entre os tratamentos e os cultivares para matéria seca das raízes, apenas para a profundidade de lençol 0,31 m, o BR - 18 sobressaiu com valores maiores em relação aos demais. No Experimento II, os tratamentos com maiores potenciais mínimos de água do solo apresentaram-se com maiores valores de evapotranspiração, considerando em ordem decrescente, -0,035, -0,070 e -1,50 MPa; os coeficientes de cultura (Kc) não mostraram variações entre cultivares, tal como ocorreu com a evapotranspiração; os valores do TRA mostraram que todas as cultivares manifestaram tendência a aumentar a tolerância à seca quando submetidas a estresses hídricos. No Experimento II, a cultivar BR - 18, apresentou maior produção de matéria seca e de grãos que os cultivares IAC - 24, IAC - 350 e IAC - 375 e as plantas do tratamento -0,035 MPa de potencial mínimo de água do solo foram as que mais produziram nestas duas variáveis independente da cultivar.

Palavras Chave: Trigo-irrigação; Água do solo; Trigo-cultivo

Water level depth and soil water potential variations on five wheat

Botucatu, 2009. 68p. Tese (Doutorado em Agronomia/Irrigação e Drenagem) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista. “JULIO DE MESQUITA FILHO” – CAMPUS DE BOTUCATU.

Author: LEOPOLDO DE AVILA OLIVEIRA

Adviser: ANTONIO EVALDO KLAR

SUMMARY

Two experiments were conducted: I. in pots built with PVC rings, with nominal diameter of 0.15 m and height of 0.07 m, attached to provide four heights: 0.21 m, 0.35 m, 0.49 m and 0.63 m, corresponding to the following water level depths: 0.17 m, 0.31 m, 0.45 m and 0.59 m, in order to study their effects on dry matter production and real evapotranspiration in five varieties of wheat, IAC 24, IAC 350, IAC 364, IAC 375 and BR18. In the experiment II, were used black colored plastic pots with five kilograms of soil capacity, to evaluate effects of four minimum soil water potential levels: Capillarity (CC), -0,035 MPa, -0,070 MPa and -1.50 MPa for the same variables and varieties.

It was used a block experimental design randomized in the two experiments, with three repetitions. The experiments I and II have been installed in different protected environments and allowed inferring the following conclusions: The experiment I, intermediary treatments (0.31 m and 0.45 m) showed trend to a greater water loss than 0.17 m and 0.59 m. There were also greater values for relative water content (RWC) in intermediary treatments, and varieties BR - 18 and IAC - 375 had larger RWC for all processing, showing a tendency to a greater tolerance to drought; In experiment I, the dry matter production from air part and grain was higher in variety IAC - 18 comparing to the varieties IAC - 24 and IAC - 364 and similar to the IAC - 350 and IAC - 375. The treatments 0.31 m and 0.45 m showed greater production

for the two variables listed before for treatments 0,17 m and 0,59 m. There was no statistical difference among treatments and crops related to the dry matter of roots, only in water depth 0.31 m, the BR - 18 stood out with larger values comparing to the others. In experiment II, treatments with greater minimum water potentials showed the greatest evapotranspiration values, considering in order of decreasing rates, -0.035, -0.070 e -1.50 MPa; the crop coefficients (Kc) did not show variations among varieties, as occurred with the evapotranspiration; the values of the RWC showed that all varieties have tendency to increase tolerance to drought when submitted to water stresses. In experiment II, crop IAC - 18 showed greater production of dry matter and grains than varieties IAC - 24, IAC - 350 and IAC - 364 and plants from treatment -0, 035 MPa minimum soil water potential, were the most productive ones for the same two variables.

Keywords: Wheat-irrigation; Soil water; Wheat-crop

INTRODUÇÃO

O trigo é uma gramínea, um cereal fasciculado, de fruto oval pertencente à família Gramínea e do gênero *Triticum*, possuindo diversas espécies. A espécie de maior interesse comercial é o *Triticum aestivum* L. (trigo comum) utilizado na panificação, produção de bolos, biscoitos, massas e produtos de confeitaria. A espécie *Triticum durum* é especificamente destinado ao preparo de massas alimentícias.

A cultura do trigo está intimamente ligada ao desenvolvimento e progresso da humanidade. Supõe-se que o trigo é consumido há mais de 12 mil anos, mas não se dispõe de uma informação mais precisa sobre quando e como começou o seu cultivo, crê-se que foi no Crescente Fértil, uma hipotética meia-lua que vai do Norte do Vale do Nilo até a Mesopotâmia, hoje Iraque, Kuwait, passando por Líbano, Israel, Síria e Jordânia.

Acredita-se que as civilizações e o cultivo de grãos surgiram praticamente juntos. O trigo foi levado da região mediterrânea para outros países da Europa como Dinamarca, Suécia, Alemanha e Noruega, onde foi gradualmente tomando espaço de outros cereais.

Os principais produtores mundiais são: China, EUA, Índia, Canadá e Rússia. Entre os maiores produtores destacam-se os EUA e o Canadá como grandes exportadores. Entre os importadores destacam-se a China, Índia, Rússia, Japão e Brasil. As principais áreas produtoras são a China e a União Européia, com mais de 100 milhões de toneladas, os EUA e

a Índia, em torno de 60 milhões, o Leste Europeu e a Rússia, beirando 40 milhões, Canadá, perto de 30 milhões e Austrália e Argentina, com quase 20 milhões. O total mundial chega aos 612 milhões de toneladas.

O Brasil é grande produtor, mas não ainda auto-suficiente. As regiões produtoras de trigo nacional concentram-se no Sul, tendo como principais produtores os Estados do Rio Grande do Sul e Paraná e juntamente com o Estado de São Paulo são responsáveis por 90% da produção brasileira cobrindo uma área de 5,2 milhões de hectares.

A região Centro-Sul do país apresenta um potencial produtivo de 12,9 milhões de toneladas de grãos, considerando o potencial de plantio em novas áreas aptas, pertencentes a municípios dos Estados de MS, MT, GO e MG.

Na safra, de 2004/05, o Brasil alcançou uma média de 5.84 milhões de toneladas, ou seja, algo como 60% de suas necessidades, e na safra 2006/07 diminuiu para 2.23 milhões de toneladas. As perspectivas para a safra 2008/09 são positivas para o produtor brasileiro devido os estoques mundiais estarem baixos por mudança na matriz de grãos no mundo, puxado pelos EUA que vem incentivando a produção de milho em detrimento das outras culturas.

No Brasil, a média de importação de trigo nas últimas cinco safras foi de 5,5 milhões de toneladas para uma demanda de 10 milhões de toneladas. Uma das possíveis causas dessa importação é que a maior parte do trigo nacional provém de culturas de sequeiro que sofrem freqüentes estresses hídricos, pois a água disponível no solo não atende às necessidades da cultura.

No Estado de São Paulo, o trigo é produzido na Região Sul e no Vale do Paranapanema, em condições de sequeiro e em solos ácidos, na sucessão das culturas de milho e soja. Na safra de 2004/05, o estado produziu aproximadamente 130 mil toneladas de grãos. A produtividade da lavoura atingiu 2.185 kg ha^{-1} , enquanto a média no Brasil foi de 2.429 kg ha^{-1} , podendo ter ainda um grande incremento.

O cultivo com irrigação ainda não é expressivo, porém tem grande potencial de aumento no futuro. Genótipos adaptados ao cultivo em solos ácidos ou corrigidos, em condição de sequeiro ou de irrigação por aspersão, têm sido obtidos pelo programa de melhoramento de trigo do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), levando-se em consideração os resultados de ensaios de avaliação de genótipos em diferentes anos, nas diferentes zonas tritícolas do Estado de São Paulo (CAMARGO et al., 1996).

Com o resultado dessas pesquisas foram lançados por esse programa diversos cultivares, dentre elas, IAC - 24, IAC - 289, IAC - 350, IAC - 370, IAC - 364, IAC - 373, IAC - 375, IAC - 376, recomendadas para o Estado de São Paulo (CONAB, 2005; AGRIANUAL, 2004; AGRIANUAL, 2008; EMBRAPA, 2005).

O presente trabalho objetiva estudar diferentes condições de aplicação de água em cinco cultivares de trigo em ambiente protegido.

4. REVISÃO DE LITERTURA

4.1 Cultura do Trigo

O trigo, no Brasil, é cultivado em algumas unidades da Federação como os Estados do Rio Grande do Sul, de Santa Catarina, do Paraná, de Mato Grosso do Sul e de São Paulo, com a finalidade de produzir grãos. A cultura, sob este aspecto, tem sido intensivamente estudada, pelo menos em alguns estados brasileiros (EMBRAPA, 2007).

A cultura do trigo (*Triticum aestivum* L.) foi introduzida no Estado de São Paulo em 1556, na Capitania de São Vicente. Deslocou-se, em seguida, para os campos de Piratininga, estabelecendo-se nessa região, dando origem aos primeiros moinhos. Com a ferrugem-do-colmo, veio a decadência dessa cultura no Estado (CAMARGO et al., 1993). Segundo Alcover (1971), a cultura do trigo teve altos e baixos no Estado de São Paulo, devido principalmente a importação de cultivares de países de clima e solo diferentes do nosso, o que demonstrou a necessidade de desenvolvimento de cultivares adaptadas às nossas condições de cultivo, através de um programa de melhoramento genético.

O emprego dos cultivares desenvolvidas pelo IAC proporcionou aumento da produtividade da cultura de trigo no Estado de São Paulo de 800 kg ha⁻¹, em 1969 para cerca de 2.500 kg há⁻¹, em 2005 (CAMARGO, 1972; CAMARGO et al., 2005).

As cultivares de trigo, no Estado de São Paulo, são classificadas de acordo com seu ciclo (da emergência à maturação) em: muito precoce (menos de 110 dias), precoce (110-120 dias), médio (121-135 dias) e tardio (acima de 136 dias). As variedades recomendadas para São Paulo, BR-18, IAC-24, IAC-289, IAC-350, IAC-375 e IAC-364 são de ciclo médio e IAC - 362 precoce (IAC, 2002; LOBATO. 2006).

Os genótipos podem interagir de maneiras diferentes no mesmo ambiente, possibilitando a seleção dos mais adaptados para cada condição econômica ou ecológica. A tolerância à seca ou a maior eficiência no uso da água podem ser avaliadas com as medidas de certas características anatômicas e fisiológicas, tais como altura média (SEPASKHAH. 1979), área foliar, diâmetro do caule (MARIA. 1982), profundidade das raízes (PASSIOURA. 1972; SALIM. 1965), número de espigas, peso da matéria seca, osmorregulação, comprimento da espiga, número de espiguetas por espiga e de grãos por espiguetas e por espiga, e peso individual do grão (FREITAS. 1985; KIRKHAM e KANEMASU. 1983). Essas características podem correlacionar-se com a fotossíntese líquida, com a translocação de assimilados (WARDLAW, 1971) e com a produção de grãos por área (FREITAS et al. 1985).

As características dos genótipos provenientes do programa de melhoramento genético de trigo do IAC, quanto à produtividade, características agrônômicas, serão vistas a seguir: A cultivar IAC - 24 é rústica, de alta adaptação, produz farinha de qualidade superior (trigo melhorador), suscetível a *Helminthosporium* e resistente ao Brusone e tolerante a solos ácidos. A cultivar utilizada, IAC-24, originada do cruzamento IAS-51 x IRN-597-70, selecionada pelo IAC, apresenta ciclo de 120 dias, porte baixo e presença de aristas (FREITAS e CAMARGO, 1987).

A cultivar Tucuruí (IAC - 24), também obtida pelo método genealógico, originou-se do cruzamento IAS - 51 IRN e 597-70. A Tucuruí apresenta as seguintes características agrônômicas: altura média de 80 cm, ciclo precoce, 120 dias, da maturação à colheita; aurícula violácea, não em toda a área; posição das folhas intermediária; coloração da panícula creme, aristada, oblonga, grãos-avermelhados com comprimento de 5,91 mm, largura de 3,05mm e espessura de 2,47mm, em média (FELÍCIO. 1988)

Segundo Freitas e Camargo (1987), para os caracteres agronômicos estudados, a faixa de umidade crítica foi de 0,03-0,50 MPa. Desse modo, à medida que a água disponível desceu abaixo dessa faixa, ocorreu um decréscimo acentuado no rendimento de grãos e nos componentes de produção. Na comparação de uso das faixas de umidade do solo de 0,03-0,50 e 0,01-0,03 MPa, houve acréscimos de 39% no rendimento de grãos. Assim, a escolha da faixa de umidade a ser utilizada é de grande importância na produção de grãos e na viabilidade econômica da cultura.

A cultivar IAC - 350, de porte baixo, com colheita na época seca, adaptada a cultura de sequeiro, boa rusticidade, suscetível a *Helminthosporium*, produz farinha tipo "pão", teve o seu lançamento feito em 1995 pelo Instituto Agronômico de Campinas, com origem pelo cruzamento do 2109.36XSERI, com ciclo intermediário de 125 a 130 dias e com espigamento 60 dias após a emergência e a época de plantio estende-se de 20 de março a 31 de maio, com um estande de 250 a 300 plantas por m². Possui porte ereto, com altura variando de 0,90 a 1,00 m. com grãos tipo duro e indicado para as Regiões tritícolas do Estado de São Paulo, exceto Zonas D e H (na Zona A, pode ser cultivado também com irrigação por aspersão) (CATI, 2007).

A cultivar de trigo IAC - 364 (Tucuruí III) produzem farinha de ótima qualidade, suscetível a doenças causadas por fungos, elevado potencial de produção, indicada para áreas irrigadas, teve o seu lançamento feito em 1999 pelo Instituto Agronômico de Campinas, cuja origem é o cruzamento IAS58/IAS55/IALS "S"/3/IAC5/4/ALD "S" IAS58/8.1034. A//ALD/5/CNR/6/ BUC/7/ IC24, com ciclo intermediário de 120 a 135 dias e com espigamento 60 dias após a emergência. A época de plantio recomendado para o Estado de São Paulo vai de 20 de março a 31 de maio, indicado para as regiões tritícolas do Estado de São Paulo (Zonas A, B e C), pode ser cultivado também com irrigação por aspersão, com estande de 250 a 300 plantas/m², cuja altura da planta varia de 0,85 a 0,95 m, com grão tipo duro, melhorador e com produtividade média de 2.500 a 5.000 kg há⁻¹, sendo moderadamente suscetível ao alumínio tóxico no solo, resistente a debulha natural, moderadamente suscetível ao acamamento (CATI, 2007)

A cultivar IAC - 375, de ciclo precoce, cultivar de porte baixo, moderadamente tolerante a solos ácidos, produz farinha tipo "pão", teve seu lançamento realizado em 2004, pelo Instituto Agronômico de Campinas com origem no cruzamento de MARNG/BUC

“S”/PSN “S”/3/BUC/PVN, com ciclo intermediário de 120 a 135 dias, com espigamento de 60 a 65 dias após a emergência e sua época de plantio estende-se de 20 de março a 31 de maio, com estande de 250 a 300 plantas por m², com altura de planta variando de 0,80 a 0,85 m e produtividade média de 3.000 a 5.000 kg há⁻¹ (CATI, 2007).

A cultivar de trigo BR - 18 é uma cultivar precoce, moderadamente suscetível a acidez do solo, produz farinha tipo "pão", é resistente e de boa adaptação. O ano de lançamento foi 1986, pela EMBRAPA/CIMMYT, de origem do Cruzamento é representada por: Alondra "S" = D6301/NAINARI60/WEIRUE/RED MACE/3/CIANO x 2/CHRIS e pode ser conduzida na condição de sequeiro e irrigado, com um ciclo 100 a 120 dias (intermediário), e espigamento 62 dias após a emergência.

A época de semeadura para o Estado de São Paulo de acordo com a região e a irrigação estende-se de 20 de março a 31 de maio, com espaçamento entrelinhas de 0,17 a 0,20 m, com um estande final de 250 a 300 plantas por m², utilizando-se de 100 a 160 kg de semente por hectare.

A cultivar de trigo BR- 18 tem porte semi-ereto com altura aproximada de 0,75 m com uma produtividade média de 2.500 kg a 4.000 kg/ha, sendo moderadamente sensível ao alumínio tóxico no solo, moderadamente suscetível ao acamamento, moderadamente sensível à debulha natural (CATI, 2007).

4.2 Manejo de Irrigação do Trigo

O potencial de água no solo reflete a força com que a água está retida neste, por isso poderá afetar a taxa de absorção de água pelas raízes, podendo assim influenciar a taxa de transpiração. Este efeito é maior ou menor em função da demanda atmosférica e do potencial de água no solo.

Em uma primeira aproximação, para as culturas de feijão, trigo, soja, milho, sorgo dentre outras, recomenda-se irrigar toda vez que o potencial de água no solo estiver próximo de -0.6 atm. (AZEVEDO e CAIXETA, 1986).

A necessidade de água das culturas varia principalmente em função da espécie, estágio de desenvolvimento, condições climáticas, tratos culturais, duração do ciclo da cultura e

densidade de plantio. Determinar a quantidade de água a ser aplicada em cada irrigação exige um gerenciamento cuidadoso para que possa suprir adequadamente o volume exigido pela planta e assim evitar redução na produção (ECK, 1986; MUSECK e DUSER, 1980; AZEVEDO, et. al, 1986).

O suprimento de água influencia grandemente a absorção de nutrientes e o crescimento das plantas (COGO e SOUZA, 1978). As plantas obtêm praticamente toda a água para suprir as suas necessidades fisiológicas através do sistema radicular. Do total de água absorvida, a planta não retém mais do que 2%, sendo o restante transferido para a atmosfera pela transpiração, após vários processos fisiológicos (MAROUELLI et al. 1994).

A água no solo representa apenas 0, 078% de toda a água doce da crosta terrestre (CHANEY, 1981) e apesar de relativa abundância na natureza é o recurso mais limitante à produtividade das culturas (SCHULZE et al. 1987).

O consumo de água de um cultivo resulta dos processos simultâneos de evaporação da água do solo e da transpiração das plantas, sendo que apenas cerca de 1% do total é retida nos tecidos vegetais, e não computada no consumo total de água. Thorthwaite citado por Pereira (1994) utilizou o termo evapotranspiração para definir esses processos e definiu, ainda, evapotranspiração potencial (ETp) como a água utilizada por extensa superfície vegetada, em crescimento ativo e cobrindo totalmente o terreno, estando as plantas bem supridas de água.

O termo sofreu várias modificações, com a introdução da “alfafa” como sendo a vegetação citada (WRIGHT e JENSEN, 1972), ou cultura de referência. Doorenbos e Pruitt (1997) adotaram a grama, em crescimento ativo entre 8 e 15cm de altura e sem deficiências hídricas, como referência e deram a denominação de evapotranspiração de referência (ETr ou ETo). Smith et al. (1992) definiram as condições de contorno específicas para a ETo, considerando-a como a evapotranspiração em uma cultura hipotética, com altura de 12 cm, resistência de dossel vegetativo de 69 s.m^{-1} , albedo de 23%, em pleno desenvolvimento vegetativo e sem restrições de água, definição defendida por Pereira (1994).

A quantidade de água a ser repostada ao solo é determinada pelas suas características físico-hídricas, pela profundidade do sistema radicular da cultura e pela demanda atmosférica (ALLEN et al. 1989; TUBELIS e NASCIMENTO, 1984).

A determinação da evapotranspiração é difícil e onerosa, justificando-se apenas em condições experimentais. Tais experimentos têm como um de seus objetivos encontrarem soluções práticas para a estimativa da evapotranspiração (RESENDE et al. 1992).

Com relação ao manejo da irrigação, uma grande economia pode ser obtida através do conhecimento da evapotranspiração, não permitindo que a água seja ministrada em condições inferiores ou superiores àquelas requeridas pelas culturas (SEDIYAMA, 1987).

Diversos métodos podem ser utilizados para a estimativa da evapotranspiração de referência, sendo que o tanque “Classe A” é bastante utilizado. De acordo com Doorenbos e Pruitt (1997), os tanques de evaporação permitem medir efeitos integrados da radiação, vento, temperatura e umidade em função de uma superfície de água livre. Como a ação destes fatores é diferente na superfície da água livre e nas plantas, utiliza-se um coeficiente (K_p) que transforma a evaporação medida em evapotranspiração de referência.

A partir da evaporação de água do Tanque Classe A (ECA), e com a utilização do coeficiente do Tanque Classe A (K_p), que depende basicamente das condições do entorno do tanque, chega-se à evapotranspiração de referência (ET_o) e esta pode ser transformada em evapotranspiração da cultura (ET_c), através da utilização do coeficiente da cultura ou de cultivo (k_c), ou seja:

$$ET_c = ECA \cdot K_c$$

Para estimar a evapotranspiração de referência (ET_o), a partir dos dados do tanque Classe A, utilizam-se as seguintes equações (DOORENBOS et al. ,1984):

$$ECA = EV = H_o - (H_1 - P)$$

$$ET_o = EV \cdot K_p$$

em que:

EV = perda de água por evaporação a partir da superfície livre de água do tanque Classe A (mm/periódodo)

H_o = altura da água no tanque na leitura anterior (mm)

H1 = altura da água no tanque no momento da observação (mm)

P = precipitação acumulada desde a última leitura (mm)

ET_o = evapotranspiração de referência, que é um parâmetro que define a quantidade de água devolvida à atmosfera através dos processos físicos e fisiológicos que ocorrem na superfície vegetada. Pode ser definida como a perda de água de uma superfície vegetada com grama batatais sem limitação de umidade, em plena fase de desenvolvimento e em uma área extensa (mm^{-dia})

K_p = coeficiente do tanque Classe A (adimensional). O valor de K_p é usado para converter EV em ET_o, pode ser retirado de tabelas ou pela fórmula.(MOREIRA,1993)

$$K_p = 0,475 - 0,24 \cdot 10^{-3} \cdot U_2 + 0,00516 \cdot UR + 0,00118 \cdot d - 0,16 \cdot 10^{-4} \cdot UR^2 - 0,101 \cdot 10^{-5} \cdot d^2 - 0,8 \cdot 10^{-8} \cdot UR^2 \cdot U_2 - 1,0 \cdot 10^{-8} \cdot UR^2 \cdot d,$$

em que:

U₂ = velocidade do vento a 2,0m da superfície do solo, (km^{-dia})

UR = umidade relativa média do ar (%)

d = distância mínima com vegetação ao redor do tanque (m)

A velocidade do vento pode ser corrigida pela seguinte equação:

$$U_2 = U_z (2/z)^{0,2}$$

em que:

U_z - velocidade do vento à altura z (km^{-dia})

z - altura de instalação do anemômetro (m)

Por ser um método bastante simples, de custo relativamente barato e podendo ser instalado próximo da lavoura, o tanque Classe A tem sido um dos métodos mais utilizados para a obtenção da ETo.

O consumo de água de uma lavoura, ou seja, a evapotranspiração da cultura (ETC), pode ser estimado pela seguinte equação:

$$ETc=Kc \times ETo,$$

em que:

ETc = evapotranspiração da cultura (mm^{-dia})

Kc = coeficiente de cultura (adimensional)

O Kc é influenciado por vários fatores, entre eles a característica da cultura, data de semeadura ou plantio, desenvolvimento da cultura e duração do período vegetativo, condições climáticas e, principalmente durante a primeira fase de crescimento, a frequência de chuvas ou irrigações (DOORENBOS. 1984; PRUITT, 1997).

Segundo Doorenbos et al. (1984), os valores de Kc podem ser obtidos pela divisão do ciclo da cultura em quatro estádios:

- Estádio 1 - Da emergência até 10% de cobertura do solo pela cultura;
- Estádio 2 - Desde o final do estágio 1 até 70% a 80% de cobertura do solo pela cultura;
- Estádio 3 - Desde o final do estágio 2 até o início da maturação;
- Estádio 4 - Desde o final do estágio 3 até a maturação completa.

A curva de retenção do solo, ou curva característica do solo, é extremamente necessária em estudos que envolvam interações solo-planta, pois fornece dados das relações entre a porcentagem de água existente por volume de solo (SARVASI et al. 1992).

Vários métodos podem ser utilizados para controlar o teor de água no solo, entre eles, o gravimétrico utilizado como padrão, ou o tensiométrico (KLAR, 1984).

Há trabalhos que estabeleceram a frequência de irrigação com base no consumo de determinada fração de água disponível no solo. Ritchie (1981) afirmou que acima de 0,7 da fração de água disponível é atribuído mínimo ou nenhum efeito na evapotranspiração ou no crescimento das plantas de milho, valores próximos de 0,5 causaram significativas reduções na taxa de alongação de folhas (ROSENTHAL et.al. 1987), já valores menores que 0,3 são apresentados como limites, nos quais a alongação de folhas é mínima e a senescência destas é acelerada (GRANT et.al.. 1989, CAMARGO et.al.. 1993).

A capacidade de água disponível (CAD) às plantas e a fração de água disponível (FAD), razão entre a quantidade atual e a quantidade de água do solo na capacidade de campo, são utilizados como indicadores de déficit hídrico (RITCHIE et.al. 1972; ROSENTHAL et.al. L. 1987), no entanto são dependentes da taxa de uso da água e das propriedades físicas do solo (RITCHIE et.al.. 1972), não podendo ser extrapolados para condições experimentais diversas daquelas em que foram conduzidas as pesquisas. Tal fato pode ser evitado através da utilização da tensão de água no solo como indicador.

A tensão de água no solo é um indicador sensível da resposta dos vegetais em relação ao estresse hídrico e também um eficiente método para estabelecer as lâminas de irrigação e o momento de sua aplicação (AGUIAR NETTO, 1997).

Em irrigação não se considera o perfil do solo explorado por todo o sistema radicular da cultura, mas apenas a profundidade efetiva, que deve ser tal que 80 a 90% do sistema radicular encontram-se nesta profundidade. Sua determinação para fins de manejo é fundamental, e a adoção de profundidades maiores pode implicar em aplicações de quantidades de água em excesso com conseqüências indesejáveis, e a adoção de profundidades menores pode levar a aplicações menores e conseqüentemente altas frequência de irrigação (MAROUELLI et.al.. 1994).

Almeida (1985) estudou o efeito de faixas de potencial matricial de água no solo na produção de matéria seca e na absorção de nutrientes até os 42 dias após a emergência de plantas de milho, em vasos, e recomendaram a utilização de -10 KPa e -30 KPa como faixa de irrigação para “Latossolo Vermelho Escuro e Latossolo Vermelho Amarelo”, os autores afirmaram, ainda, que com a irrigação iniciando com potencial matricial de -500 KPa e de -1500 KPa houve redução na absorção de nutrientes.

Ao avaliar o efeito da tensão de água no solo sobre a produtividade de grãos, a evapotranspiração e sobre a eficiência do uso da água pelo milho, (1985) obteve-se maior eficiência no uso da água quando se irrigou a cultura com a tensão no solo a -55 KPa, durante todo o período da cultura, porém a máxima produtividade foi obtida quando se irrigou com a tensão de -35 kPa durante a fase reprodutiva.

Tosheva e Marinov (1985), citados por Oliveira (1993), estudaram a irrigação e adubação nitrogenada na produção de matéria seca e no conteúdo de proteína dos grãos de milho e verificaram que tanto o nitrogênio quanto a irrigação, isoladamente, provocaram aumentos significativos. Porém os aumentos foram ainda maiores quando a irrigação esteve associada à adubação.

Araújo et al. (1999) utilizando potencial matricial de -25 KPa para proceder o reinício das irrigações à capacidade de campo e tratamentos com 75%, 50% e 25% desta reposição, concluíram que o déficit hídrico ocorrido no período vegetativo pouco afeta o rendimento do milho, por não afetar significativamente o número de grãos por espiga. No entanto para a produção de matéria seca há maior resposta à irrigação na fase de crescimento exponencial da cultura.

O uso da irrigação pressupõe o uso intensivo do solo e o emprego de alta tecnologia, incluindo-se aí fatores como cultivar, espaçamento, controle de pragas, doenças e plantas daninhas, adubação e manejo de irrigação (RESENDE et al. 1990). Daí a necessidade de se trabalhar sempre em conformidade com os resultados de pesquisas que apontem quais as melhores alternativas de manejo para a produção irrigada.

Os mecanismos de resistência à seca podem ser de três tipos: "evitar", "tolerar" e "escapar" à seca como foi descrito por Levitt (1972). "Evitar" à seca ocorre quando o "status" de água é mantido em potenciais elevados, mesmo em presença de ambientes secos. As plantas evitam a seca através do fechamento dos estômatos, aprofundando as raízes para extração de água, diminuindo o tamanho das células, espessando as paredes celulares, aumentando a cerosidade da cutícula etc., para a manutenção de suas funções fisiológicas; "tolerar" à seca acontece quando as funções das plantas são mantidas em equilíbrio durante um déficit hídrico interno elevado, com baixos potenciais de água; e "escapar" à seca ocorre quando a planta completa seu ciclo antes do advento da seca, ou seja, o seu ciclo ocorre nos períodos hídricos favoráveis do ano.

O potencial osmótico dentro das células da raiz é menor do que da água do solo e em resposta a gradientes de potencial entre o solo e os tecidos da planta, a água penetra nas raízes (KLAR et al. 1988).

De acordo com Klar et al. (1985), em plantas de trigo pré - condicionadas à seca, a resistência difusiva dos estômatos ao vapor d'água aumenta nas horas mais quentes do dia mesmo em solo com condições de umidade favoráveis. As plantas quando submetidas a ciclos de seca têm seu desenvolvimento vegetativo diminuído, as paredes celulares e a cutícula das folhas espessadas, aumento da relação raiz/parte aérea, mudança na coloração das folhas, além de afetar outros fatores. Tais alterações mantêm mais elevadas os seus potenciais de água, sob os mesmos potenciais de água do solo quando comparados aos das plantas constantemente irrigadas.

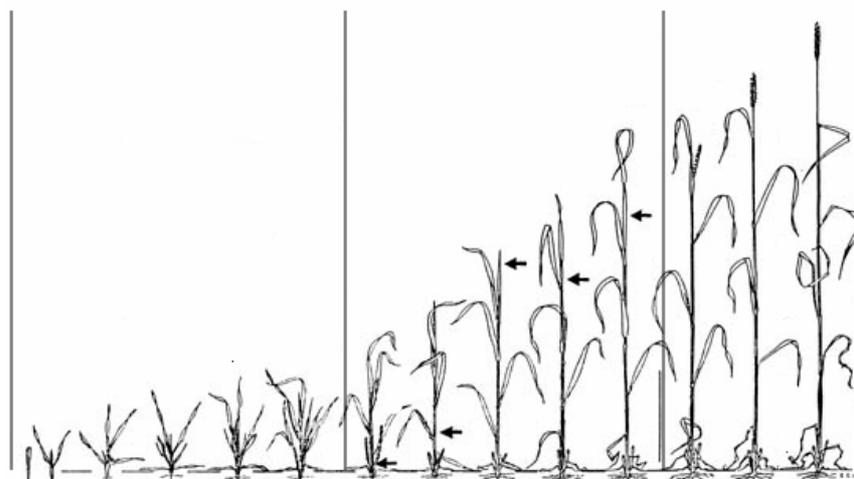
Klar (1984) verificou que a câmara de pressão foi adequada para determinação do potencial de água na folha (Ψ_f) de plantas de trigo submetidas a um ciclo de seca, sob condições controladas e após aclimação. O autor afirma que, ao se plotar os potenciais totais de água com as resistências difusivas dos estômatos ao vapor d'água, o potencial crítico de água da folha, ou seja, aquele em que os estômatos praticamente terminam o seu fechamento seleciona de maneira convincente as plantas mais resistentes à seca. De modo semelhante, pode-se utilizar as relações entre os potenciais e os teores relativos de água das folhas, onde as que tiverem teores mais elevados de água, num mesmo potencial, terão maior capacidade de resistir a déficits hídricos.

Ehrler e Nakayama (1984) verificaram que os valores de teor relativo de água da folha (TRA) podem ser utilizados para definir o "status" de água da planta e planejar a irrigação em *Parthenium argentatum* gray (borracha natural).

O desenvolvimento da planta, ocorre em cinco fases, a saber:

- Plântula: começa com a germinação da semente a emergência da plantinha na superfície (5 a sete dias): a partir da emergência, ocorre a fase de plântula - aparecimento das 3 primeiras folhas verdadeiras (12 a 16 dias).
- Perfilhamento: abrem-se as folhas, surgem os perfilhos (7 a 8 unidades), a fase dura 15 a 17 dias.
- Alongamento: primeiro nó do colmo, a planta cresce e aparece a folha - bandeira (última da planta). Esta fase dura 15 a 18 dias e no final dá-se o emborrachamento.

- Espigamento: é a emergência completa da espiga, floração, frutificação e início de enchimento dos grãos. Dura 12 a 16 dias.
- Maturação: é o término do enchimento dos grãos, maturação do grão, folhas e as espiga secam. Fase dura 30 a 40 dias.



Referência: Large, E.C. 1954.

Figura 1 - Estágios de Crescimento da Cultura do Trigo

As plantas ao absorverem CO_2 , inevitavelmente perdem água através das folhas. Tal perda de água ocorre principalmente através dos estômatos, os quais apresentam mecanismos para controlar o grau de abertura de seus poros. O déficit de água é relativo, isto é, o potencial da água na folha que induz o fechamento estomático em uma determinada espécie pode ter apenas pequeno efeito em outra espécie. O controle estomático da condutância foliar é um mecanismo importante, através do qual as plantas limitam suas perdas de água, sendo frequentemente utilizado como indicador de déficit hídrico.

O decréscimo na disponibilidade de água no solo, ocasiona queda no potencial da água na folha, diminuindo a turgidez celular, a condutância estomática e a transpiração (RAY e SINCLAIR, 1997).

A redução na taxa de assimilação de CO_2 durante o déficit hídrico é atribuída em grande parte à diminuição da abertura estomática em resposta à redução da disponibilidade de água no solo (ROSA et al. 1991).

5. MATERIAL E MÉTODOS

A presente pesquisa foi conduzida na área experimental do Departamento de Engenharia Rural da Faculdade de Ciências Agronômicas, pertencente à Universidade Estadual Paulista, Campus de Botucatu-SP, cujas coordenadas geográficas são 22° 51' 03" de latitude Sul e 48° 25' 37" de longitude Oeste, ao nível de 786 metros de altitude.

O clima da região de acordo com Cunha et al. (1999) é definido como Temperado (Mesotérmico) segundo critério adotado por Köppen, baseando-se em médias históricas de 27 anos (1971 a 1998) de observações feitas na Estação Agrometeorológica da Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp. A região apresenta precipitação pluvial anual de 1516,8 milímetros e evapotranspiração média anual de 692 milímetros. A temperatura anual é de 20,6 graus Celsius com temperaturas média, máxima e mínima de 23,5 e 17,4 graus Celsius, respectivamente.

O peso do material do solo (horizonte superficial deformado) das unidades experimentais foram corrigidos para terra fina seca na estufa (TFSE) a 105°C, sendo utilizado nos dois experimentos, e classificado por Carvalho et al. (1983) como "Latosolo Vermelho Escuro, Álico, textura média" e atualmente na nova nomenclatura é classificado como "Latosolo Vermelho, Álico, textura média" e foi coletado na camada de 0 a 0,2 m, peneirado, homogeneizado e amostrado para as análises química, física do solo e para a obtenção da curva

de retenção de água no solo utilizando-se o método de Richards (1941), sendo os resultados apresentados nos quadros 2, 3 e 4.

A amostra composta da terra recebeu a adubação recomendada para os dois experimentos e foi indicada pelo Laboratório de Fertilidade de Solo do Departamento de Recursos Naturais/Ciências do Solo, da Faculdade e Ciências Agrônômicas, de acordo com Raij, et al., 1996 e Lopes e Guilherme, 2004.

Quadro 1- Resultado da Análise Química do Solo:

pH	M. O	P resina	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V%
CaCl₂	g/dm³	mg/ dm³	-----mmol _c /dm ³ -----						
3,6	16	4	93	0,3	2	1	3	96	3

BORO	COBRE	FERRO	MANGANÊS	ZINCO
mg/ dm ³				
0,25	1,0	46	0,2	0,2

Quadro 2 – Resultado da Análise Física do Solo:

cm	g/kg				g/cm³
Prof.	AT*	Argila	Silte	Da**	Textura
0 – 20	636	318	46	1,1	Média

* areia total

**densidade aparente

Quadro 3 – Relações entre as porcentagens de água do solo (a% com base em massa de solo seco) e os potenciais de água mínimos em MPa correspondentes

Ψ (MPa)	-0,01	-0,03	-0,05	-0,3	-1,5
a%	17,32	14,29	12,43	11,23	10,7

5.1 Experimento I

Foi conduzido o experimento I em casa de vegetação de 6,0 m por 4,0 m, com altura de 3,0 m na parte central, provida de lanternim e com os vidros pintados com faixas de 0,10 m de largura, de modo a possibilitar a área pintada de 50% da mesma, com o objetivo de diminuir a energia interna existente no ambiente. Dentro desta foram utilizados doze bandejas, e em cada bandeja foram colocados cinco vasos da mesma altura, conforme os tratamentos de altura de lençol freático: 0,17 m, 0,31 m, 0,45 m e 0,59 m. Em cada vaso foram semeadas 12 sementes em 02/07/2008, das cultivares de trigo (IAC - 24, IAC - 350, IAC - 364, IAC - 375, BR - 18) totalizando 60 vasos, construídos de anéis de PVC, com diâmetro de 0,15 m x 0,07 m de altura, unidos por fita adesiva. O fundo era terminado com um “cap” perfurado para permitir a subirrigação e recebeu tela e papel de filtro para evitar a perda de solo (Quadro 5).

Quadro 4 - Relação da distribuição das cultivares e dos tratamentos de profundidade de lençol freático (tratamentos de altura de lençol freático: 0,17m, 0,31m, 0,45m e 0,59 m).

Vaso Tratamento	CULTIVARES				
	1	2	3	4	5
0.17	BR 18	IAC 24	IAC 350	IAC 364	IAC 375
0.31	BR 18	IAC 24	IAC 350	IAC 364	IAC 375
0.45	BR 18	IAC 24	IAC 350	IAC 364	IAC 375
0.59	BR 18	IAC 24	IAC 350	IAC 364	IAC 375
0.17	BR 18	IAC 24	IAC 350	IAC 364	IAC 375
0.31	BR 18	IAC 24	IAC 350	IAC 364	IAC 375
0.45	BR 18	IAC 24	IAC 350	IAC 364	IAC 375
0.59	BR 18	IAC 24	IAC 350	IAC 364	IAC 375
0.17	BR 18	IAC 24	IAC 350	IAC 364	IAC 375
0.31	BR 18	IAC 24	IAC 350	IAC 364	IAC 375
0.45	BR 18	IAC 24	IAC 350	IAC 364	IAC 375
0.59	BR 18	IAC 24	IAC 350	IAC 364	IAC 375

As bandejas têm duas repartições, sendo a primeira com bóia para se ter nível do lençol constante com a água proveniente de um reservatório de PVC com sistema de medição de perda de água e a outra repartição foi preenchida com areia lavada peneirada em malha 0,5 cm. Os dois compartimentos foram interligados por um orifício de $\frac{1}{2}$ polegada e conectado por um tubo do mesmo diâmetro perfurado e enrolado em feltro em toda a sua extensão para a distribuição uniforme da água ao longo do comprimento do compartimento de areia, para que esta esteja sempre saturada.

Os vasos, após a emergência das sementes (foram selecionadas as três plantas mais vigorosas de cada vaso no dia 08/07/2008), foram colocados nas bandejas e enterrados 0,04 m na areia. A superfície de areia foi coberta com parafina com o intuito de evitar a perda de água por evaporação. A repartição com água e a bóia foi coberta com filme plástico, também para evitar evaporação.

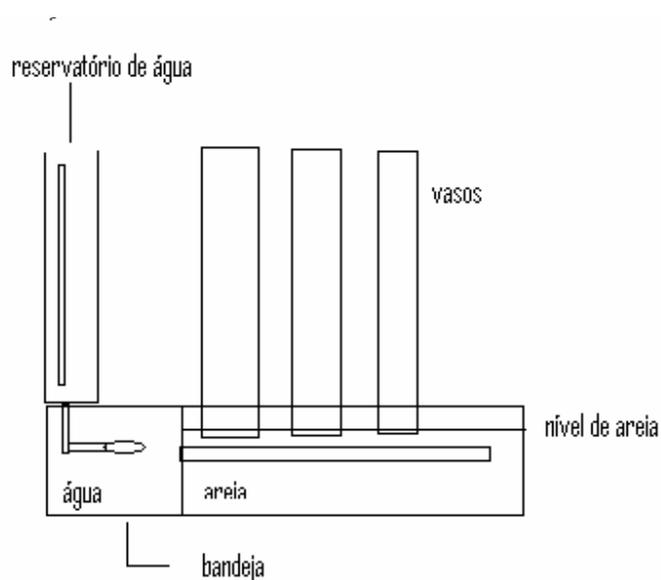


FIGURA 2 - Descrição das bandejas

Foram instalados, em abrigos meteorológicos, termômetro de temperatura máxima e mínima, termômetro de bulbo seco e bulbo úmido, além de um tanque com diâmetro de 0,60 m com 0,25 m de altura e foi feita a correlação com o tanque classe A. A utilização do tanque

de 0.60 m de diâmetro foi usada com o intuito de ajudar a caracterização do micro clima do ambiente ao invés do tanque Classe A, pelo tamanho menor em consonância com a estufa.

$$Y = A + B * X \quad A=0,01871 \quad B=0,96957 \quad R^2 = 0,97817$$

Y = Tanque Classe “A”

X = Tanque de 0,60 m diâmetro

A colheita foi realizada no dia 28/08/2008, com os grãos no ponto de leitoso a farináceo, e os mesmos colocados para secar a sombra.

Para determinar a produção de matéria seca foliar, as plantas foram cortadas rente ao solo com auxílio de um estilete e acondicionadas em saco de papel. Posteriormente foram colocadas em estufa com circulação forçada de ar ($\pm 104^\circ\text{C}$) por 24 horas. Após este período a matéria seca foi pesada em balança eletrônica e determinada pela média aritmética.

Para a determinação da produção da matéria seca de raízes no experimento I, após a colheita, os anéis dos tubos por nível freático foram separados e posteriormente a terra com raiz peneirada determinando-se as massas seca e fresca das raízes.

5.2 Experimento II

O experimento II foi conduzido em casa de vegetação de 20 m de comprimento por 8 m de largura com 3 m de altura, coberta longitudinalmente com filmes de polietileno aditivado, de espessura de 100 micra. Nas partes laterais e nos fundos foram colocados sombrites 40%. Na face Sul se encontrava a porta que dava acesso ao seu interior. Foram colocadas 3 bancadas suspensas a 1 metro de altura e utilizando-se 60 vasos pretos de PVC, foram preenchidos com 5,0 kg de solo e foram semeadas 12 sementes por vaso, no dia 21/05/2008 com o objetivo de avaliar os efeitos de quatro níveis de potenciais mínimos de água no solo: Capilaridade(CC), - 0,035 MPa, - 0,070 MPa, -1,5 MPa) em 5 cultivares de trigo (IAC 24, IAC 350, IAC 364, IAC 375 E BR 18) com 3 repetições.

Foram instalados, em abrigos meteorológicos, termômetros de temperatura máxima e mínima, termômetros de bulbo seco e bulbo úmido, e um tanque Classe A.

O tratamento referência (CC) recebeu água por capilaridade durante todo o ensaio, nos tratamentos de - 0,035 MPa, - 0,070 MPa, -1,5 MPa, os vasos foram pesados todos os dias e sempre que o potencial de água no solo, atarve's da curva característica de água no solo, atingia os limites destes potenciais mínimos, eram irrigados para elevar ao limite de -0,01 MPa.

Efetuiu-se o desbaste quando a terceira folha começou a emergir, deixando três plantas por vaso. A colheita foi realizada no dia 21/08/2008, com os grãos no ponto de leitoso a farináceo.

Para determinar a produção de matéria seca foliar, as plantas foram cortadas rente ao solo com auxílio de um estilete e acondicionadas em saco de papel. Posteriormente foram colocadas em estufa com circulação forçada de ar ($\pm 104^{\circ}\text{C}$) por 24 horas. Após este período a matéria seca foi pesada em balança eletrônica e determinada pela média aritmética.

Para a determinação da produção de grãos, as espiguetas foram colhidas, debulhadas colcoadas em estufa e depois pesadas.

5.3 Teor relativo de Água nas Folhas

Foi programada uma avaliação do teor relativo de água foliar (TRA) próximo a colheita. Utilizou-se na medição a folha mais nova completamente expandida. O teor relativo de água foliar (TRA) foi medido segundo Klar (1988) na mesma folha.

O teor relativo de água foi calculado pela fórmula proposta por Barrs (1968):

$$\text{TRA} = [(P_f - P_s) / (P_{st} - P_s)] * 100$$

Em que:

TRA = teor relativo de água na folha, %;

Pf = massa do material fresco, mg;

Ps = massa do material após secagem em estufa, mg;

Pst = peso do material saturado, mg.

No dia anterior ao início das leituras, os vasos do tratamento 1,5 MPa foram irrigados para que o potencial de água do solo atingisse valores próximos à -0,01 MPa, semelhante ao potencial de água do solo dos vasos dos tratamentos.

O delineamento estatístico foi em blocos casualizados com a análise da variância feita pelo teste “F”. A comparação de médias desenvolvida pelo teste de “tukey” em ambos os experimentos.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Variáveis meteorológicas do Experimento I

Observa-se, na figura 1, a variação das temperaturas máximas, mínimas e médias, sendo que as médias da temperatura máxima, mínima e média foram de 29 °C, 14,1 °C e 21,8 °C, respectivamente. Verificou-se ainda que as temperaturas máximas oscilaram entre 20 °C a 35 °C ,ou seja, uma amplitude de 15 °C, as mínimas, entre 9 °C a 20 °C , com amplitude de 11 °C e as médias, entre 17 °C a 30 °C , com amplitude de 13,0 °C

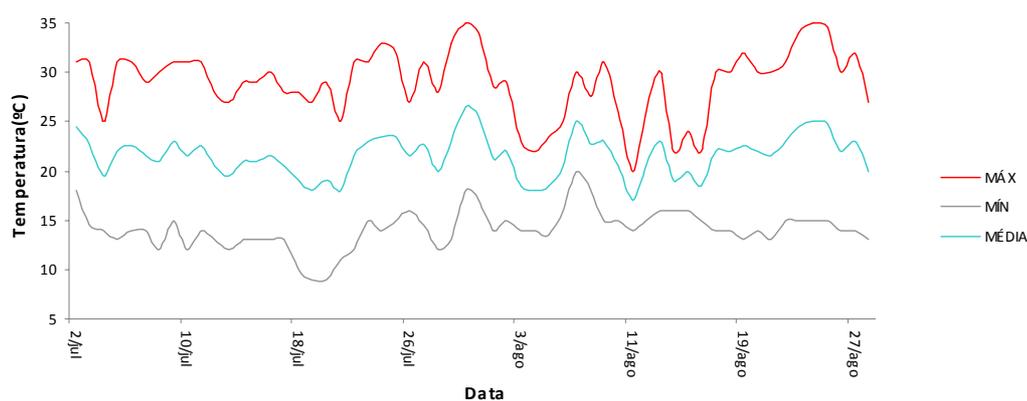


Figura 3 - Temperaturas Máximas, Mínimas e Médias (°C)

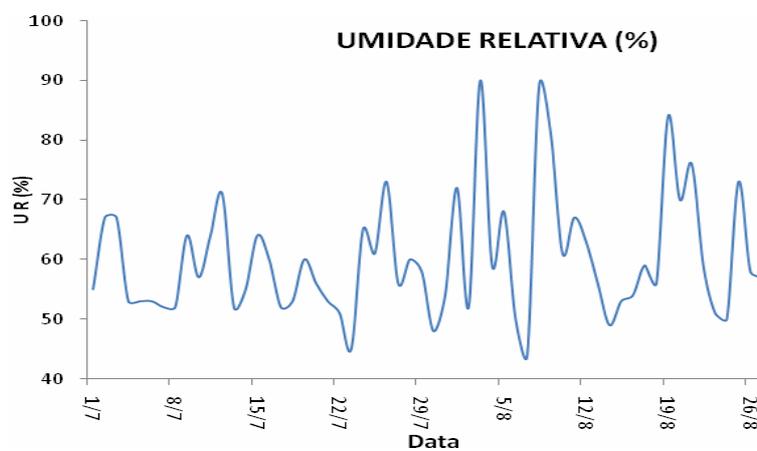


Figura 4 - Umidade Relativa (%)

Verifica-se, na figura 2, a umidade relativa média foi de 60,3 %, a mínima de 46% e a máxima de 82 % durante período em que foi conduzido o experimento, e que oscilou entre 46 a 90 %, ou seja, uma amplitude de 44 %.

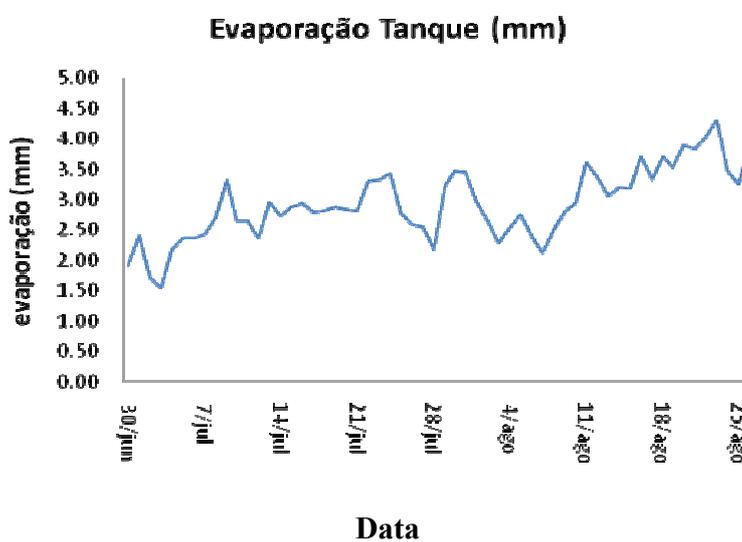


Figura 5 - Evaporação do Tanque Classe A

Verifica-se, na figura 3, que a evaporação do tanque Classe “A” oscilou entre 1,43 mm a 4,03 mm ,ou seja, uma amplitude de 2,6 mm e que foi crescente ao longo do desenvolvimento do experimento.

Quadro 5 - Volume de água fornecido para os cultivares nos 4 tratamentos com diferentes níveis freáticos (0,17 m, 0,31 m, 0,49 m e 0,59 m).

Tratamentos	Lâmina d'água evapotranspirada (mm)
0.17 m	111.95
0.31 m	122.29
0.45 m	116.72
0.59 m	110.27

Verifica-se no quadro 6 que o tratamento com nível freático de 0.31 m, teve um consumo acumulado de 122.29 mm de água durante o período em que foi conduzido o experimento, seguido pelo tratamento com nível freático de 0.45 m, com 116.72 mm, o tratamento com nível freático a 0.17 m, consumiu 111.95 mm e por último o tratamento com nível freático a 59 cm consumiu 110.27 mm de água.

Verifica-se que a água estava disponível em todos os tratamentos e nota-se que o tratamento com nível freático a 0.31 m apresentou o maior volume de água consumido, em seguida o tratamento com nível freático a 0.45 m e depois o tratamento com nível freático a 0.17 m, que apesar de ter maior disponibilidade de água, consumiu menos água do que os tratamentos 0.31 m e 0.45 m, indicando que no tratamento com o lençol freático a 0.17 m deve ter ocorrido deficiência na aeração do solo devido ao excesso de água, implicando em menor evapotranspiração. Resultado semelhante foi encontrado por Muçouçah et.al. (2006), trabalhando com “Callas”, que relataram que nos tratamentos com o lençol freático abaixo de 0.20 m pode ter ocorrido deficiência na aeração do substrato devido ao excesso de água, implicando na menor evapotranspiração desses tratamentos.

O tratamento cuja disponibilidade de água foi menor, lençol a 0.59 m, apresentou o menor consumo de água, e segundo Muçouçah, et al. (2006), citando Lunardi (2000), relataram que pode ser associado ao desenvolvimento de menor área foliar e também, a

evapotranspiração pode ter sido influenciada pela evaporação restrita do substrato devido à interrupção da capilaridade nos primeiros centímetros do substrato pelo secamento da superfície. O experimento de Muçouçah (2006) foi desenvolvido no mesmo local e os resultados são coerentes e semelhantes em ambos os casos.

6.2 Teor Relativo de Água (TRA) do Experimento I

Jadoski et al. (2005), citando Pimentel e Peres (2000), relatam que o conteúdo de água na planta pode ser aferido pelo TRA, o qual estima a taxa de desidratação da folha. Pode haver grandes flutuações no TRA das plantas durante o dia, causada pela inabilidade das plantas em absorver água a uma taxa suficiente para repor aquela perdida por transpiração. A grande demanda evaporativa deve ter contribuído para cessar tanto as elevações nas taxas de transpiração como as reduções do TRA na folha, que apresentaram tais comportamentos desde o início da manhã, sendo que, no final do dia, houve tendência de restabelecimento dos níveis iniciais.

Verifica-se, na figura 6, que nos tratamentos com nível freático de 0.17 m, houve uma diminuição do TRA a partir das 09:00 até as 12:30 horas e tornando-se a elevar a partir daí até o restabelecimento dos níveis iniciais. Nota-se ainda que as cultivares BR - 18 e IAC - 375 destacaram-se das outras cultivares quanto ao TRA.

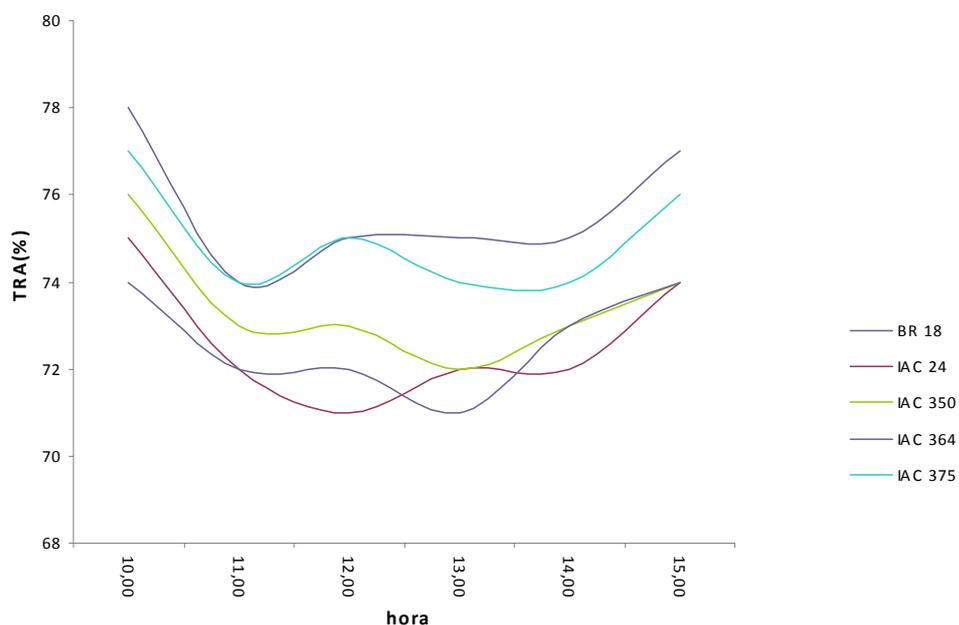


Figura 6 - Teor Relativo de água (TRA- %) das cultivares de trigo BR - 18, IAC - 24, IAC - 350, IAC - 364, IAC - 375 na profundidade de 0.17 m

Foi feita a análise de regressão, com plotagem da linha de tendência para as cultivares BR - 18, IAC - 24, IAC - 350, IAC - 364, IAC - 375, e nota-se que as cultivares BR - 18, IAC - 375 apresentaram um teor relativo de água nas folhas maior que as cultivares IAC - 24, IAC - 350, IAC - 364.

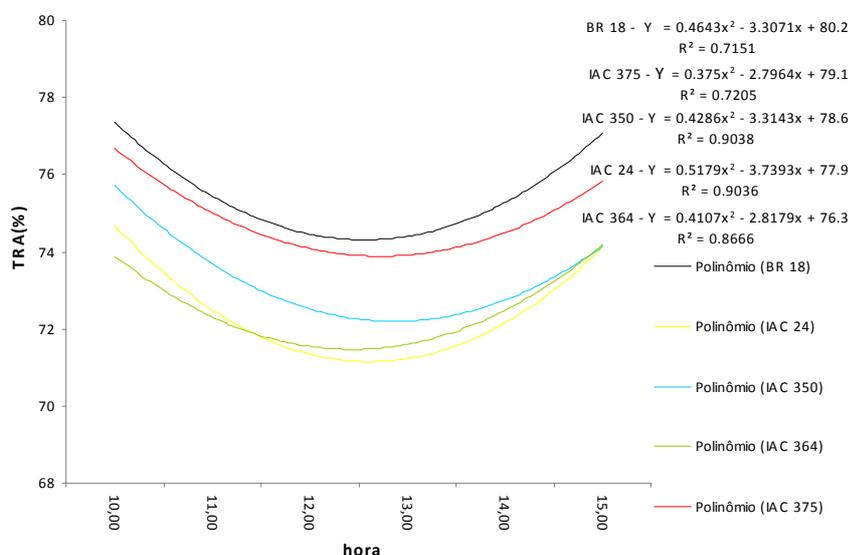


Figura 7 - Análise de regressão do Teor Relativo de água (TRA- %) das cultivares de trigo BR - 18, IAC - 24, IAC - 350, IAC - 364, IAC - 375 na profundidade de 0.17 m

A função utilizada e que melhor se adaptou as condições em que foi desenvolvido o experimento foi a polinomial quadrática, e os dados coletados apresentaram um resultado r^2 de 0.71, 0.72, 0.90, 0.90, 0.86 respectivamente para as cultivares BR - 18, IAC - 375, IAC - 350, IAC - 364, IAC - 24, . A linha de tendência segue praticamente em paralelo nas cultivares, indicando que tiveram um comportamento semelhante, porém com TRA (%) diferente.

Nota-se que a cultivar IAC - 350, IAC - 364, IAC - 24 tiveram os menores TRA respectivamente , mas a diferença entre os menores valores do TRA das cultivares foi de aproximadamente 77 % para o máximo e 74 % para o TRA ao final da análise, ou seja, até as 16:00 h, e que as cultivares tiveram um comportamento semelhante.

Verifica-se, na figura 8, que nos tratamentos com nível freático de 0.31 m, houve uma diminuição do TRA a partir das 10:00 até as 12:30 horas e tornando-se a elevar a partir daí até aproximadamente o restabelecimento dos níveis iniciais. Nota-se ainda que as cultivares BR - 18 e IAC - 375 destacaram-se das outras cultivares quanto ao TRA.

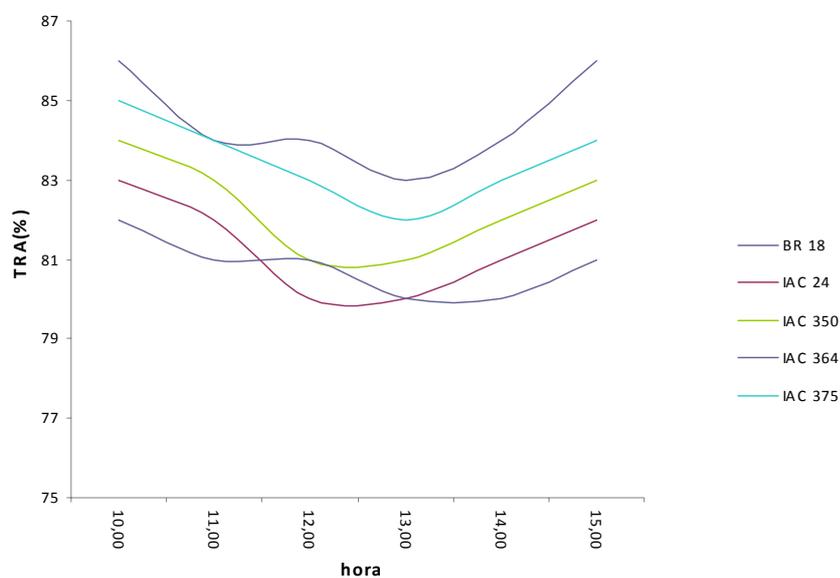


Figura 8 - Teor Relativo de água (TRA- %) das cultivares de trigo BR 18, IAC 24, IAC 350, IAC 364 E IAC 375 na profundidade de 0.31m

Foi feita a análise de regressão, com plotagem da linha de tendência para as cultivares BR - 18, IAC - 24, IAC - 350, IAC - 364 e IAC - 375, e nota-se que os cultivares BR - 18 e IAC - 375 apresentaram um teor relativo de água nas folhas maior que as cultivares IAC - 24, IAC - 350 e IAC - 364.

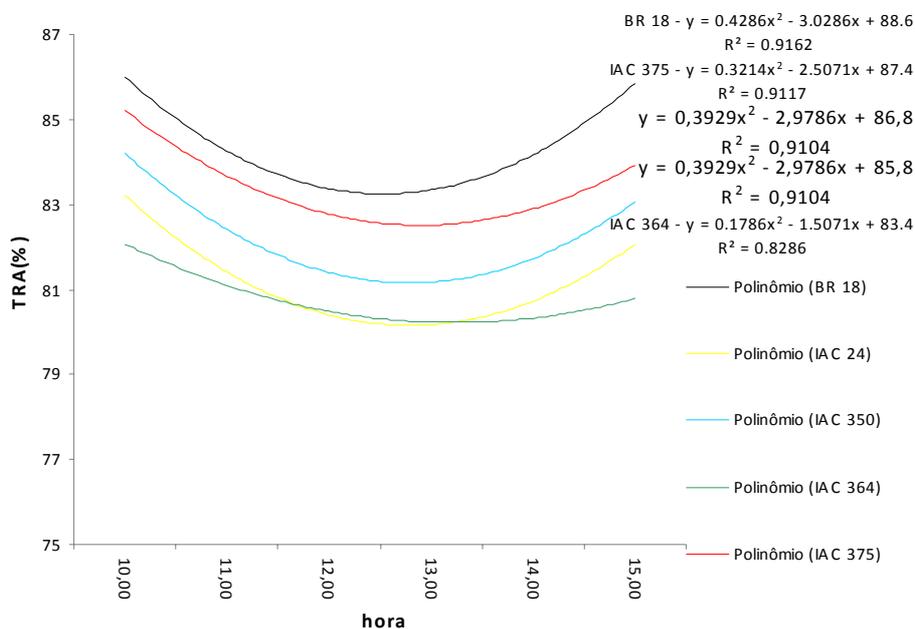


Figura 9 - Análise de regressão do Teor Relativo de água (TRA- %) das cultivares de trigo BR - 18, IAC - 24, IAC - 350, IAC - 364, IAC - 375 na profundidade de 0.31 m

A função utilizada e que melhor se adaptou as condições em que foi desenvolvido o experimento foi a polinomial quadrática, e os dados coletados apresentaram um resultado r^2 de 0.91, 0.91, 0.91, 0.91 e 0.82 respectivamente para as cultivares BR - 18, IAC - 375, IAC - 350, IAC - 24, IAC - 364, . A linha de tendência segue praticamente em paralelo nos cultivares, indicando que tiveram um comportamento semelhante, porém com TRA(%) diferente.

Nota-se que a cultivar IAC - 350, IAC - 24 e IAC - 364 tiveram os menores TRA respectivamente , mas a diferença entre os TRA das cultivares foi de aproximadamente 86 % para o máximo e 81 % para o TRA ao final da análise, ou seja, até as 16:00 h, e que as cultivares tiveram um comportamento semelhante.

Verifica-se, na figura 10, que nos tratamentos com nível freático de 0.45 m, houve uma diminuição do TRA a partir das 09:00 até as 12:30 horas e tornando-se a elevar a partir daí até aproximadamente o restabelecimento dos níveis iniciais. Nota-se ainda que as cultivares BR - 18 e IAC - 375 destacaram-se das outras cultivares quanto ao TRA.

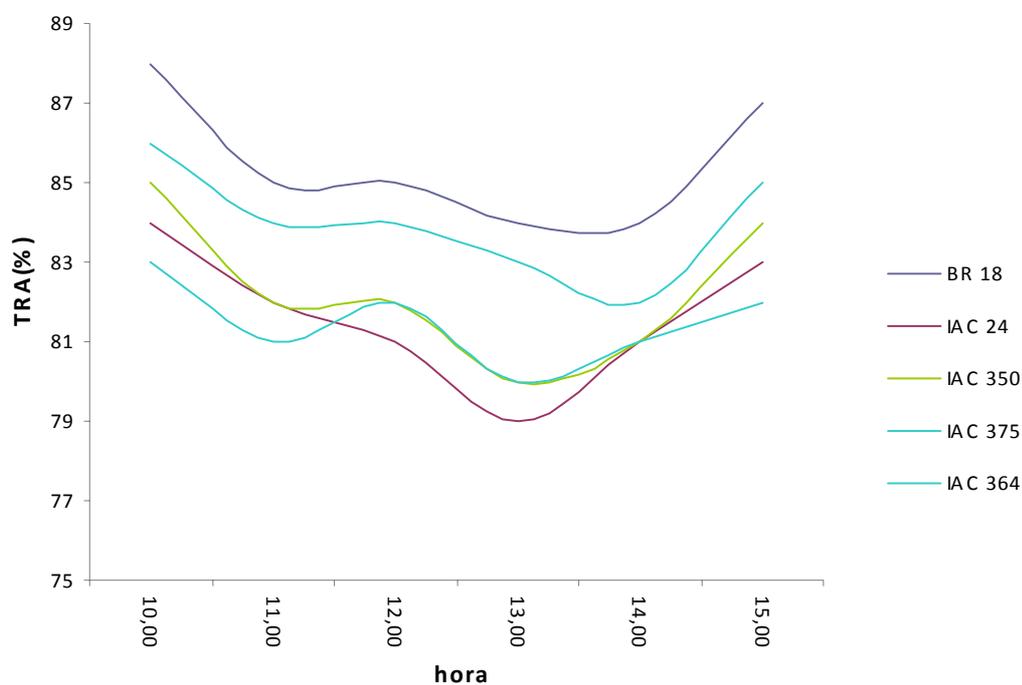


Figura 10 -Teor Relativo de água (TRA- %) dos cultivares de trigo BR 18, IAC 24, IAC 350, IAC 364 E IAC 375 na profundidade de 0.45 m

Foi feita a análise de regressão, com plotagem da linha de tendência para os cultivares BR - 18, IAC - 24, IAC - 350, IAC - 364, IAC - 375, e nota-se que os cultivares BR 18 e IAC 375 apresentaram um teor relativo de água nas folhas maior que as cultivares IAC - 24, IAC - 350, IAC - 364.

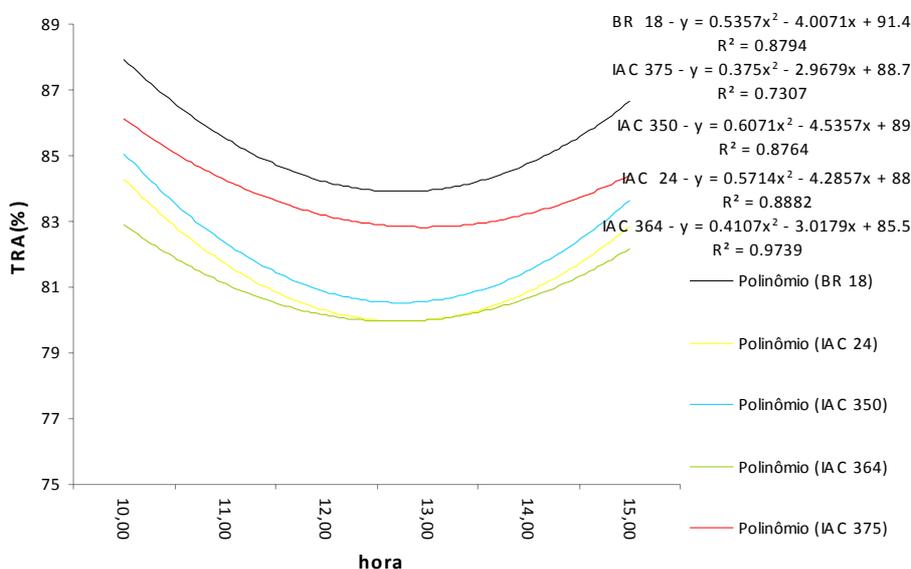


Figura 11 - Análise de regressão do Teor Relativo de água (TRA- %) das cultivares de trigo BR - 18, IAC - 24, IAC - 350, IAC - 364, IAC - 375 na profundidade de 0.45 m

A função utilizada e que melhor se adaptou as condições em que foi desenvolvido o experimento foi a polinomial quadrática, e os dados coletados apresentaram um resultado r^2 de 0.87, 0.73, 0.87, 0.88 e 0.97 respectivamente para as cultivares BR - 18, IAC - 375, IAC - 350, IAC - 24, IAC - 364, . A linha de tendência segue praticamente em paralelo nos cultivares, indicando que tiveram um comportamento semelhante, porém com TRA(%) diferente.

Nota-se que as cultivares IAC - 350, IAC - 24, IAC - 364 tiveram os menores TRA respectivamente , mas a diferença entre os TRA das cultivares foi de aproximadamente 88 % para o máximo e 81 % para o TRA ao final da análise, ou seja, até as 16:00 h, e que as cultivares tiveram um comportamento semelhante.

Verifica-se, na figura 12 que nos tratamentos com nível freático de 0.59 m, houve uma diminuição do TRA a partir das 09:00 até as 12:30 horas e tornando-se a elevar a partir daí até aproximadamente o restabelecimento dos níveis iniciais. Nota-se ainda que as cultivares BR - 18 e IAC - 375 destacaram-se das outras cultivares quanto ao TRA.

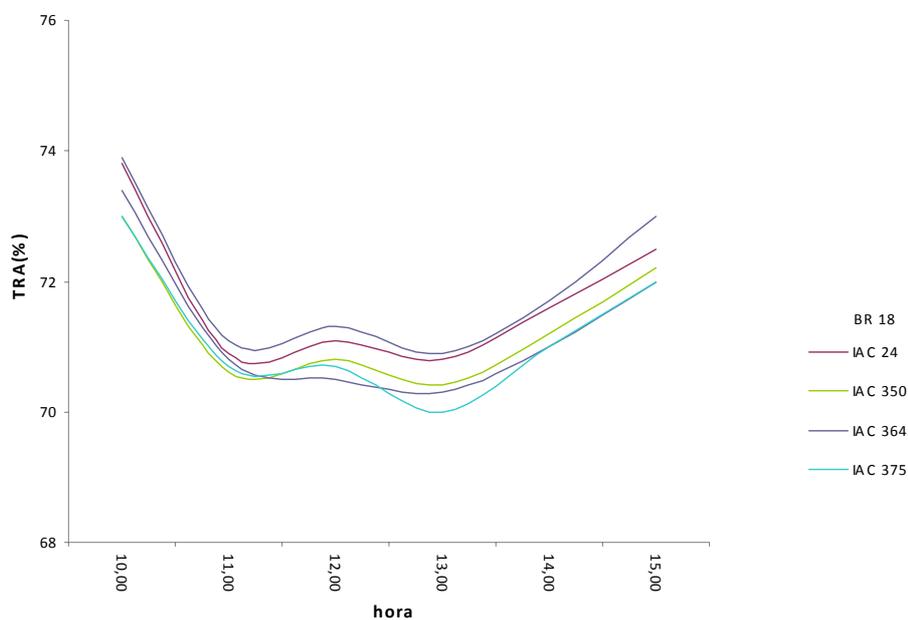


Figura 12 - Teor Relativo de água (TRA- %) dos cultivares de trigo BR - 18, IAC - 24, IAC - 350, IAC - 364, IAC - 375 na profundidade de 0.59 m.

Foi feita a análise de regressão, com plotagem da linha de tendência para os cultivares BR - 18, IAC - 24, IAC - 350, IAC - 364, IAC - 375, e nota-se que os cultivares BR - 18 e IAC - 375 apresentaram um teor relativo de água nas folhas maior que as cultivares IAC - 24, IAC - 350, IAC - 364.

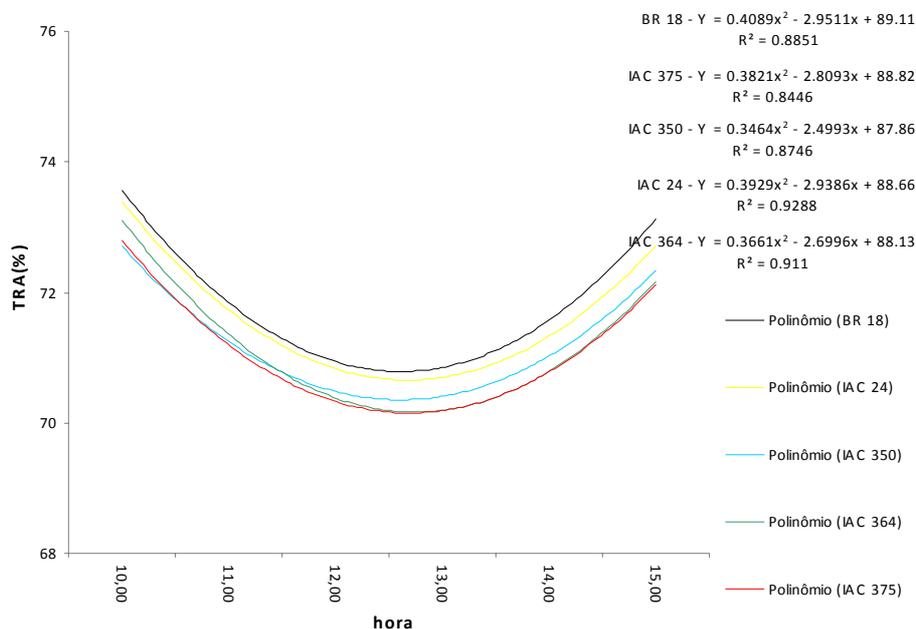


Figura 13 - Análise de regressão do Teor Relativo de água (TRA- %) das cultivares de trigo BR - 18, IAC - 24, IAC - 350, IAC - 364, IAC - 375 na profundidade de 0.45 m

A função utilizada e que melhor se adaptou as condições em que foi desenvolvido o experimento foi a polinomial quadrática, e os dados coletados apresentaram um resultado r^2 de 0.88, 0.84, 0.87, 0.92 e 0.91 respectivamente para as cultivares BR - 18, IAC - 375, IAC - 350, IAC - 24, IAC - 364, . A linha de tendência segue praticamente em paralelo nas cultivares, indicando que tiveram um comportamento semelhante, porém com TRA(%) diferente.

Nota-se que a cultivar IAC - 350, IAC - 24 e IAC - 364 tiveram os menores TRA respectivamente , mas a diferença entre os TRA das cultivares foi de aproximadamente 87 % para o máximo e 83 % para o TRA ao final da análise, ou seja, até as 16:00 h, e que as cultivares tiveram um comportamento semelhante.

Nas figuras 5, 6, 7 e 8, cujos níveis freáticos são 0.17 m, 0.31 m, 0.45 m e 0.59 m respectivamente, observa-se que o TRA dos tratamentos das figuras 6 (0,31 m) e 7 (0,45 m) foram os mais altos e que o tratamento com nível freático a 0.59 m obteve o menor TRA, seguido pelo tratamento de 0,17 m. Pode-se inferir que o TRA acompanhou e interferiu na

evapotranspiração das plantas, conforme se evidenciou nas perdas de água medidas anteriormente

6.3 Variáveis meteorológicas do experimento II

Observa-se, na figura 9, que as médias das temperaturas máximas, mínimas e médias ficaram em torno de 27,9 °C, 13,3 °C, 20,6 °C, respectivamente. A umidade relativa média (figura 10) foi de 62,7% durante período em que foi conduzido o experimento. Verifica-se, ainda, que a umidade relativa (%) oscilou entre 45 % a 90 % ,ou seja, uma amplitude de 45 %.

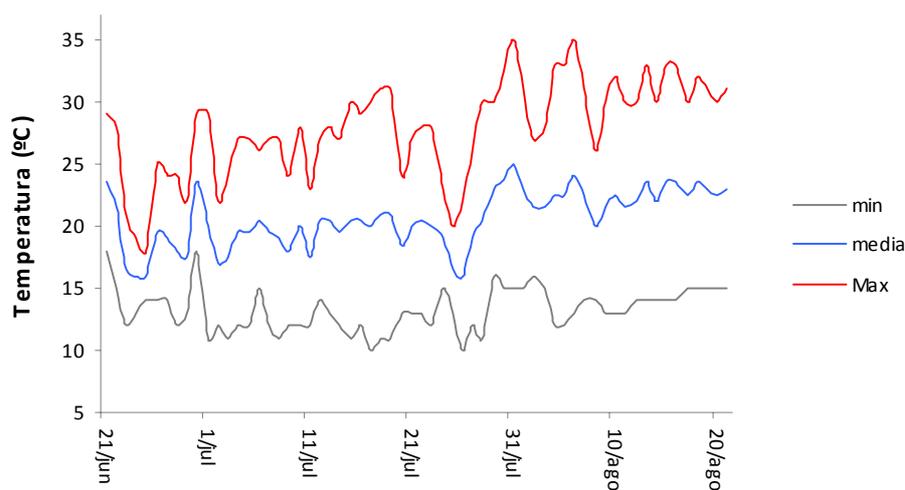


Figura 14 - Temperatura máxima, mínima e média (°C)

Verifica-se que a temperatura máxima oscilou entre 18 °C a 33 °C ,ou seja, uma amplitude de 15 °C, a temperatura mínima oscilou entre 9 °C a 18 °C ,ou seja, uma amplitude de 9 °C e a temperatura média oscilou entre 16 °C a 25,0 °C ,ou seja, uma amplitude de 9,0 °C

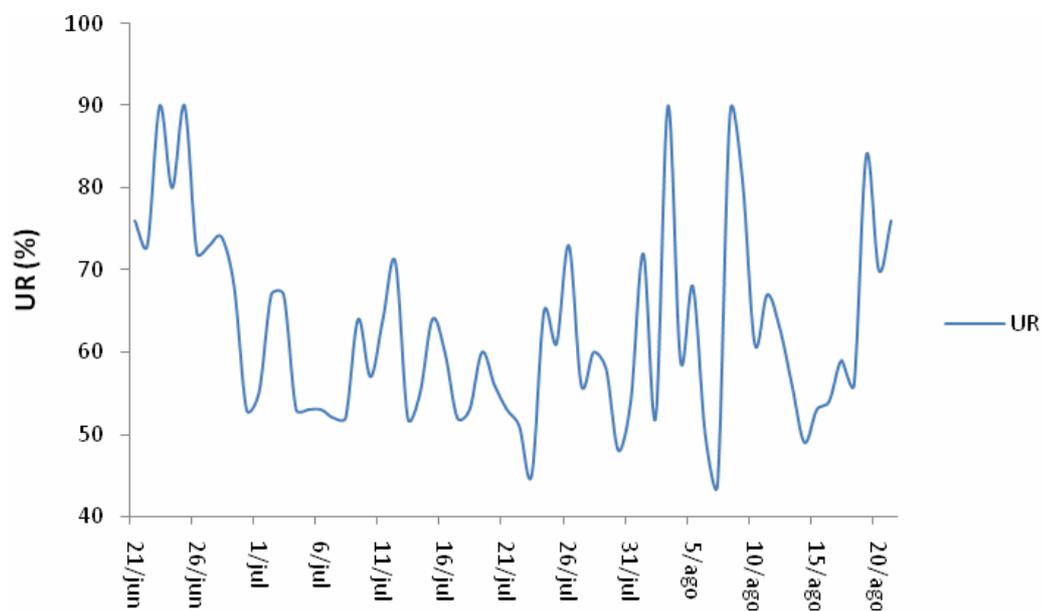


Figura 15 - Umidade Relativa (%)

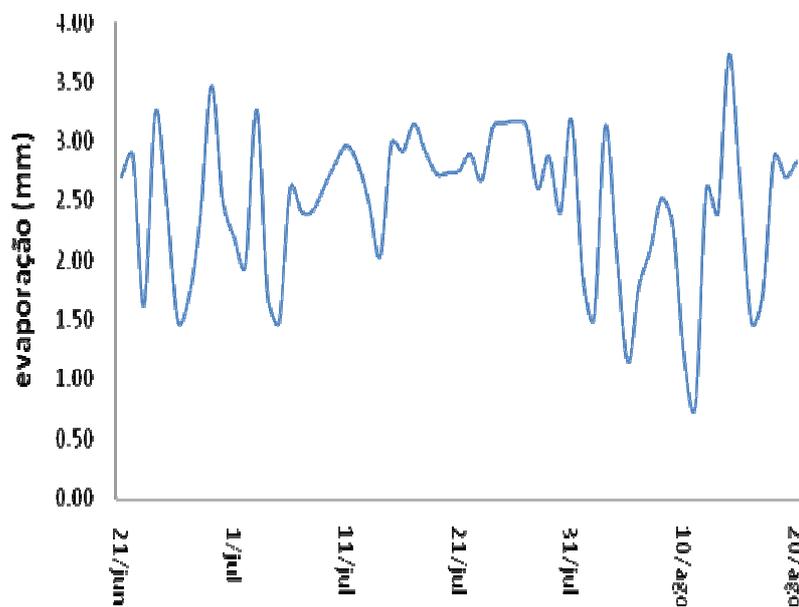


Figura 16 - Evaporação do Tanque Classe A

Verifica-se, na figura 11, que a evaporação do tanque Classe “A” em mm oscilou entre 0,78 mm a 3,63 mm ,ou seja, uma amplitude de 2,85 mm

6.4 Irrigações

Através dos gráficos das figuras 12, 13 e 14, pode-se verificar que as cinco cultivares apresentaram comportamentos semelhantes, no que diz respeito ao consumo de água reposta, sempre que os valores atingiam os valores mínimos de potencial de água do solo selecionados. Por outro lado, as plantas dos tratamentos de água impostos mostraram-se diferenciadas, com menor consumo de água na medida em que foram atingidos valores mais baixos de potenciais mínimos de água do solo (Quadro 7 e Fig. 15).

Tal comportamento se deve à adaptação das plantas às condições adversas, provocado pelo estresse hídrico, quando os estômatos se fecham, as folhas se enrolam, aprofundando as raízes para extração de água, diminuindo o tamanho das células, espessando as paredes celulares, aumentando a cerosidade da cutícula etc. Tal ocorre pela tentativa de sobrevivência, voltando suas energias para retirar água de um solo cada vez mais seco, ou seja, com potenciais de água mais baixos. O “scape” também é um fenômeno que as plantas usam em que se desenvolvem com maior facilidade na época do ano mais favorável, mormente no que tange às condições climatológicas.

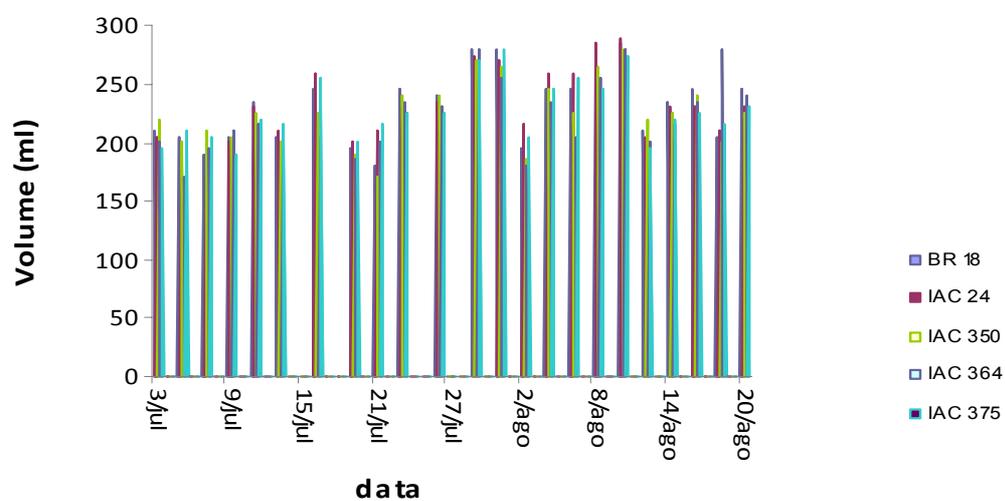


Figura 17- Volume de água fornecido no Tratamento - 0,035 MPa

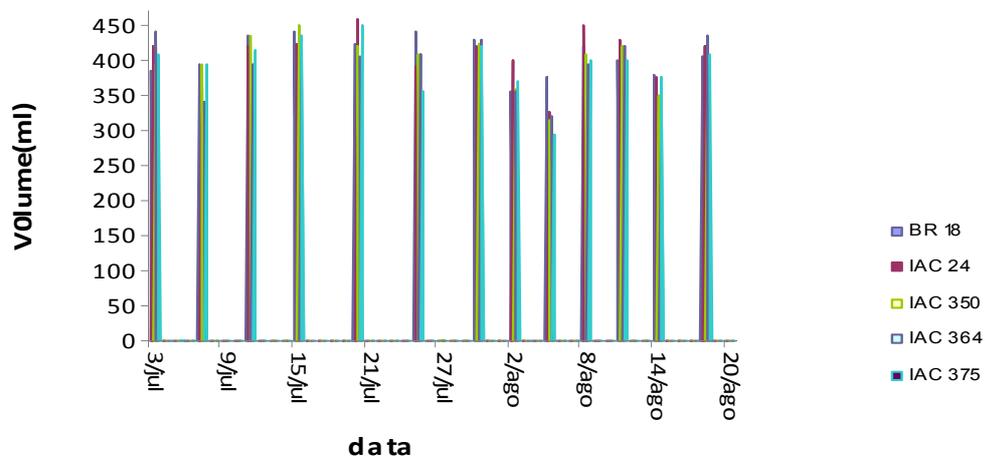


Figura 18 - Volume de água fornecido no Tratamento -0,070 MPa

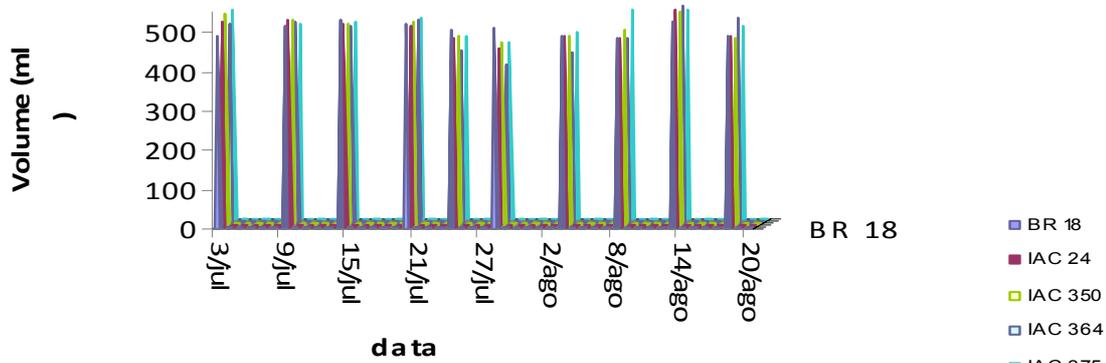


Figura 19 - Volume de água fornecido no Tratamento -1,5 MPa

Quadro 6 – Lâmina de água fornecida em (mm) para as cinco cultivares em três diferentes potenciais de água no solo.

Tratam. Cultivar	- 0,035MPa	- 0,070MPa	- 1,5 MPa
BR 18	111,3	105,7	98,9
IAC 24	110,7	106,1	98,6
IAC 350	112,3	105,1	99,4
IAC 364	111,4	104,8	99,1
IAC 375	111,5	106,2	99,5

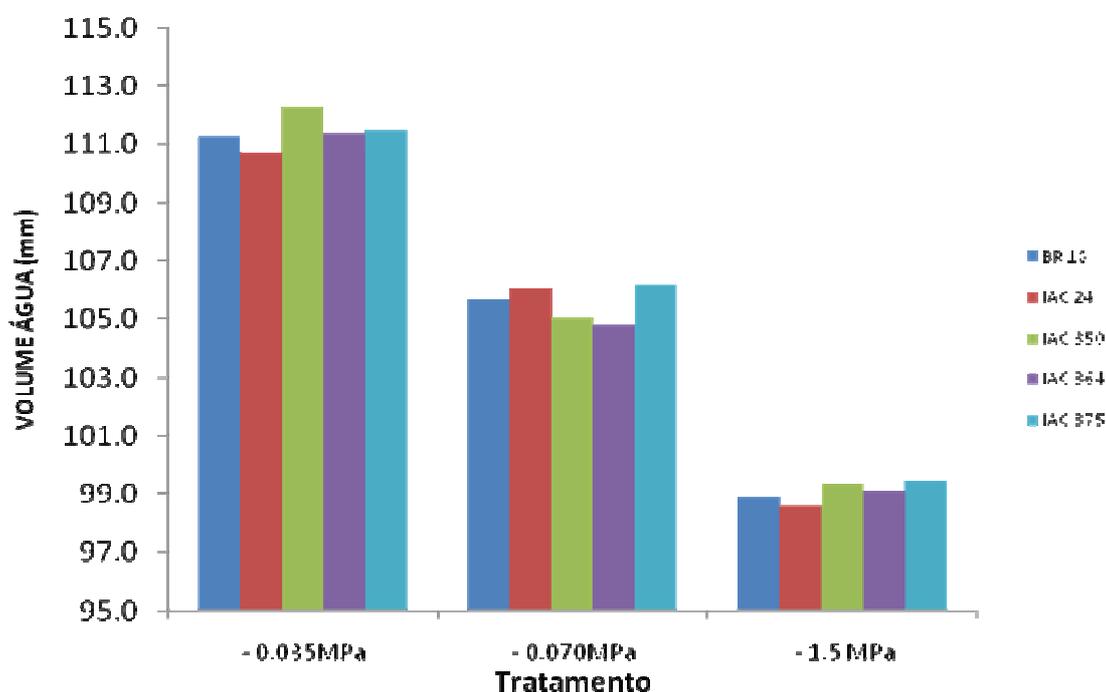


Figura 20 - Lâmina de água fornecido para as cultivares em três diferentes potenciais de água no solo

O aumento na disponibilidade de água, segundo Freitas (1987), promoveu um aumento na evapotranspiração real e na produção de grãos e seus componentes, e todas as características mostraram que estão bastante correlacionadas com o potencial de água no solo.

6.5 Evapotranspiração de Referência e Kc Calculado

Uma das formas de estimar o consumo diário de água da cultura (evapotranspiração) pode ser através da evaporação do tanque Classe A. Este é um equipamento simples e pode ser facilmente utilizado, uma vez que existe alta correlação entre a evaporação do tanque Classe A e a necessidade da cultura (DOORENBOS, 1986; MOREIRA, 1993; RITCHIE, 1973; JENSEN, 1990).

O tanque Classe A pode ser utilizado como evapotranspiração de referência, tal como quaisquer tanques para situações específicas, como é o caso. Obtém-se, então, um coeficiente

de irrigação local, K, por exemplo, que considera a relação entre a ETc, evapotranspiração da cultura, e a do tanque utilizado, ETo, produzindo a equação:

$$K_c = ET_c / ETo$$

As necessidades de água das culturas (evapotranspiração) podem ser estimadas a partir de dados de clima. Caso se use a evaporação em tanque classe A, a estimativa está baseada na premissa de que existe correlação entre os valores de evaporação medidos no tanque classe A e a necessidade de água da cultura. Tal correlação é obtida por meio do coeficiente “K”, determinado para cada estágio de desenvolvimento de trigo, os coeficientes, denominados “K”, são obtidos pela seguinte relação:

$$K = K_c \times K_p$$

Em que Kp é o coeficiente de tanque, que transforma o valor em mm perdido pelo tanque em ETo, ou Evapotranspiração de Referência, e Kc é o coeficiente da cultura que transforma o valor de ETo em ETc. Assim, tem-se que:

$$K_c = ET_c / ETo$$

A lâmina a ser aplicada por irrigação deve ser calculada, multiplicando-se a evaporação acumulada, medida no tanque classe A, pelo coeficiente indicado no intervalo entre irrigações, como os estádios de desenvolvimento de trigo. Para valores intermediários do período médio de duração, o coeficiente Kc pode ser obtido por interpolação.

Quadro 7 –ETc das Cultivares de Trigo (mm/dia) nas Diferentes Datas

Data	ETo	BR 18	IAC 24	IAC 350	IAC 364	IAC 375
5/jul	1,6	0,74	0,77	0,72	0,70	0,77
16/jul	2,0	0,94	1,10	1,04	1,04	1,16
1/ago	2,3	2,19	2,19	2,17	2,10	2,19
12/ago	2,4	2,24	2,26	2,26	2,28	2,24
27/ago	2,5	1,60	1,53	1,48	1,58	1,53

No quadro 7, tem-se a ETc das cultivares nas diferentes datas e fases de desenvolvimento distintas e as cultivares foram semelhantes durante os dias do ciclo da cultura estudado

Para a cultura do trigo no estágio de desenvolvimento inicial, o Kc recomendado é 0,32 - 0,40, no perfilhamento o Kc indicado varia entre 0,40 - 0,76 e na alongação ao final do emborrachamento o Kc varia de 0,76 - 0,93, e do início do espigamento ao final do florescimento o Kc decresce de 0,93 - 0,72, e para o enchimento de grãos recomenda-se o Kc 0,98 - 0,72 e finalizando-se no grãos em massa ou início de maturação cujo Kc decresce de 0,72 - 0,52 (EMBRAPA, 2007)

Tal como a EMBRAPA (2007) cita, há valores de Kc para estádios de desenvolvimento de trigo em que foi conduzido o experimento. No quadro 8, verifica-se o Kc obtido no intervalo entre irrigações.

Quadro 8 – Coeficiente de Cultivo (Kc) das Cultivares de Trigo nas Diferentes Datas

Data	BR-18	IAC-24	IAC-350	IAC- 364	IAC-375
5/jul	0.46	0.48	0.45	0.44	0.48
16/jul	0.47	0.55	0.52	0.52	0.58
1/ago	0.94	0.94	0.93	0.90	0.94
12/ago	0.94	0.95	0.95	0.96	0.94
21/ago	0.64	0.61	0.59	0.63	0.61

Observando-se a figura 21, verifica-se que os coeficientes de cultivo (Kc) encontrados para as condições em que foram conduzidos o experimento, os cultivares comportaram-se dentro das recomendações citadas para o Estado de São Paulo, mesmo sendo conduzidos em condições de estufa. Há de se considerar que os Kc's variam de conformidade com a cultura, o solo, as condições de clima e o próprio manejo, esperando-se que em condições de ambiente protegido os resultados sejam diferentes daquelas a campo.

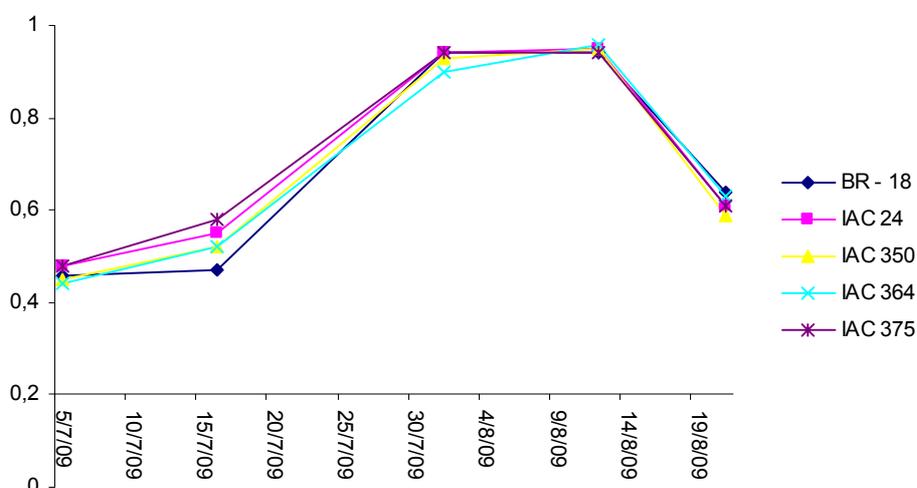


Figura 21 - Coeficiente de Cultivo (Kc) das Cultivares de Trigo

Coefficientes de cultura obtidos por LIBARDI e COSTA (1997) apresentam um valor médio de 0,85 e tiveram certa divergência em relação aos valores propostos pela FAO, demonstrando a necessidade de determinações regionais para os valores de Kc.

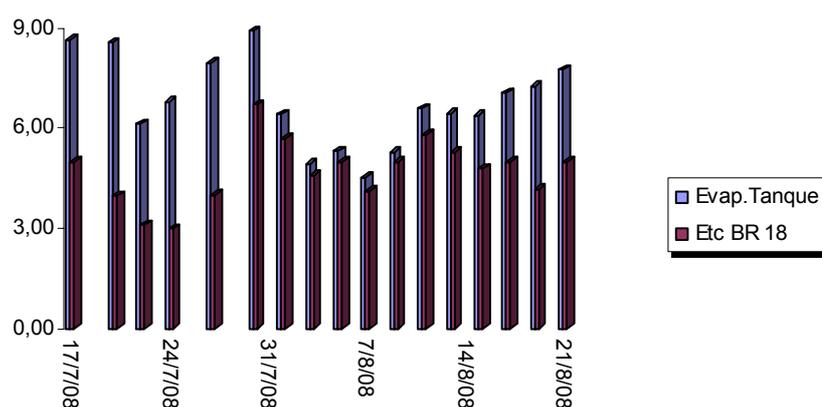


Figura 22 – Evapotranspiração (Etc) da cultivar de trigo BR 18 e evaporação do tanque classe “A” acumulado entre intervalos de irrigação

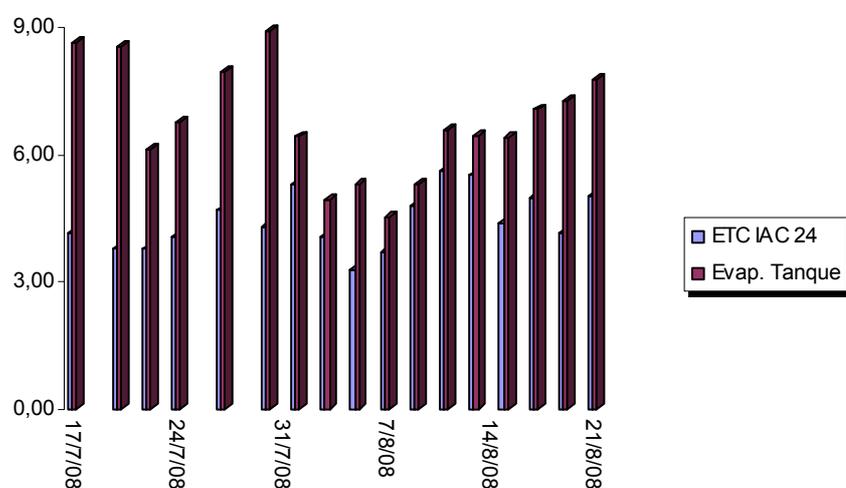


Figura 23 – Evapotranspiração (ETc) da cultivar de trigo IAC 24 e evaporação do tanque classe “A” acumulado entre intervalos de irrigação.

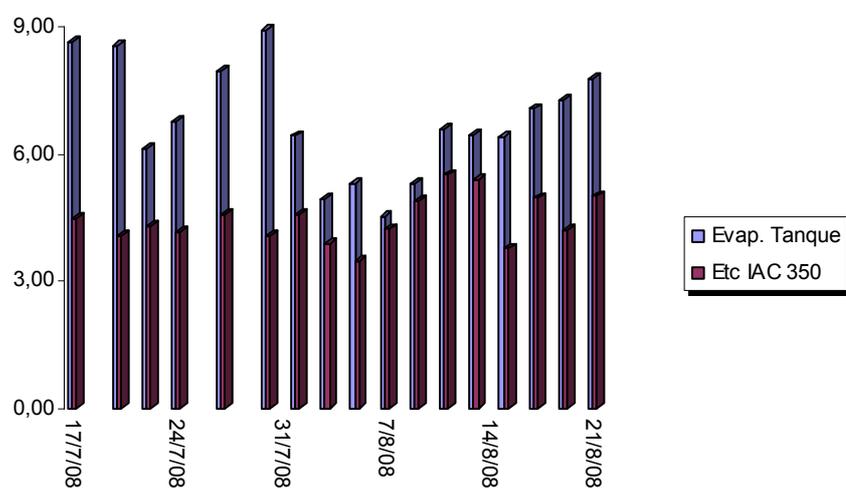


Figura 24 – Evapotranspiração (ETc) da cultivar de trigo IAC 350 e evaporação do tanque classe “A” acumulado entre intervalos de irrigação.

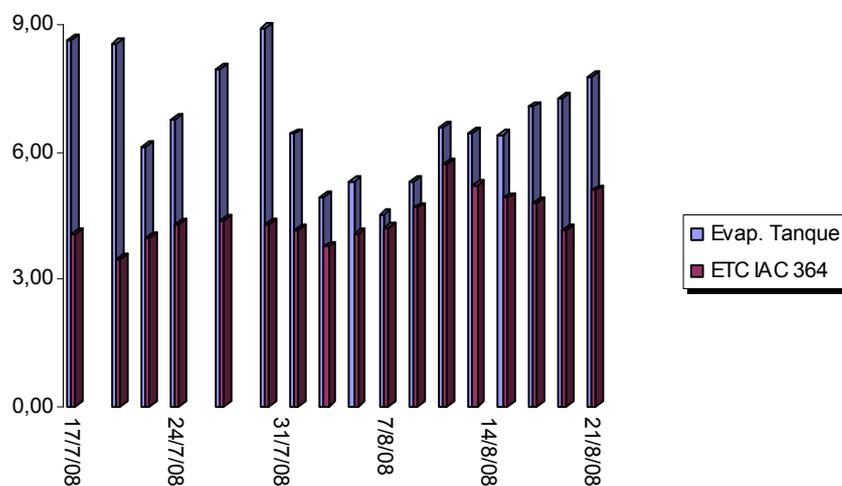


Figura 25 – Evapotranspiração (ETc) da cultivar de trigo IAC 364 e evaporação do tanque classe “A” acumulado entre intervalos de irrigação

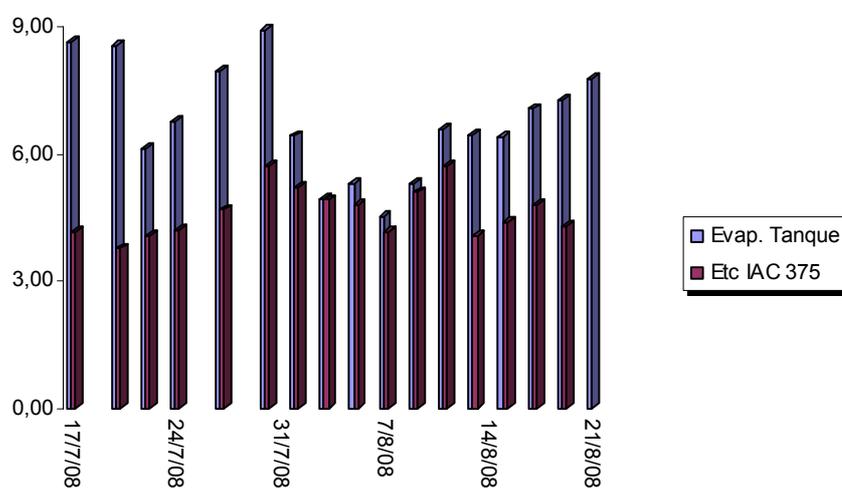


Figura 26 – Evapotranspiração (ETc) da cultivar de trigo IAC 375 e evaporação do tanque classe “A” acumulado entre intervalos de irrigação

Verificam-se nas figuras 22, 23, 24, 25 e 26 que as cultivares BR - 18, IAC - 24, IAC - 350, IAC - 364, IAC - 375, respectivamente, comportaram-se de maneira semelhante para as condições em que foi conduzido o experimento

6.6 Teor Relativo de Água (TRA) do Experimento II

Os tratamentos PMP sempre mostraram maiores valores de TRA que os tratamentos na CC, decorrido o mesmo tempo após a irrigação, conforme pode ser visto nas figuras 27, 28, 29, 30 e 31, do Teor Relativo de Água (TRA - %) dos Cultivares de trigo BR - 18, IAC - 24, IAC - 350, IAC - 364, IAC - 475 respectivamente.

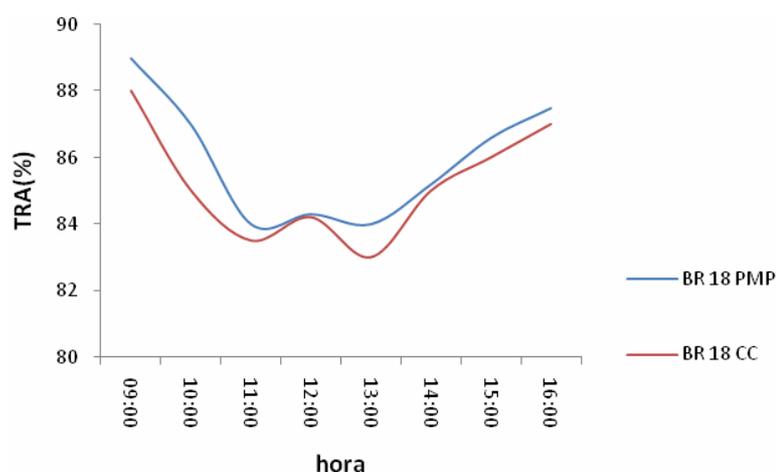


Figura 27 - Teor Relativo de Água (TRA- %) da Cultivar de trigo BR - 18

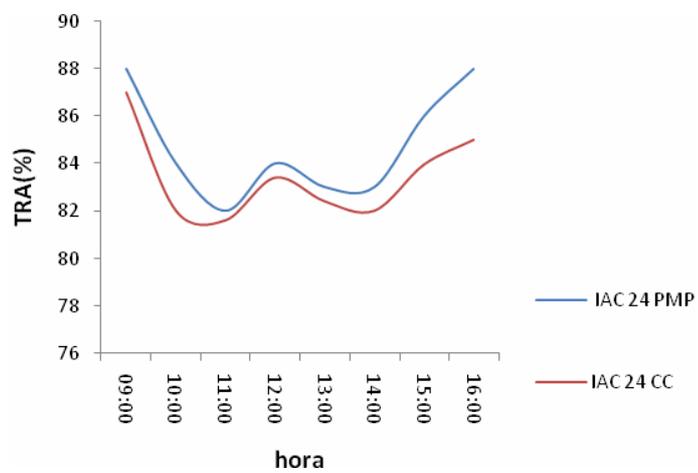


Figura 28 - Teor Relativo de Água (TRA- %) da Cultivar de trigo IAC - 24

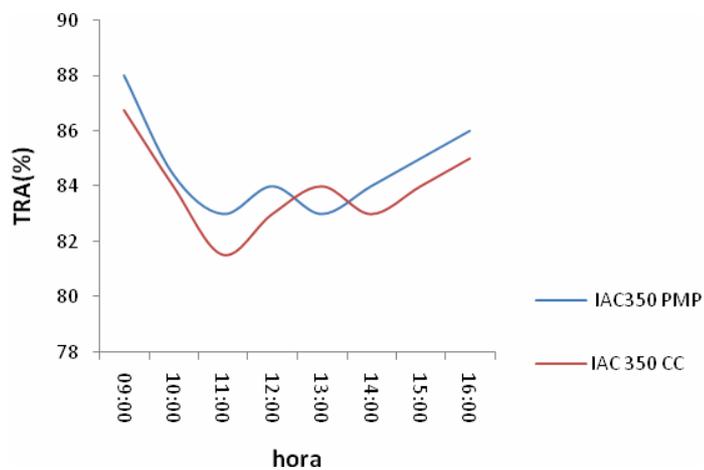


Figura 29- Teor Relativo de Água (TRA- %) da Cultivar de trigo IAC - 350

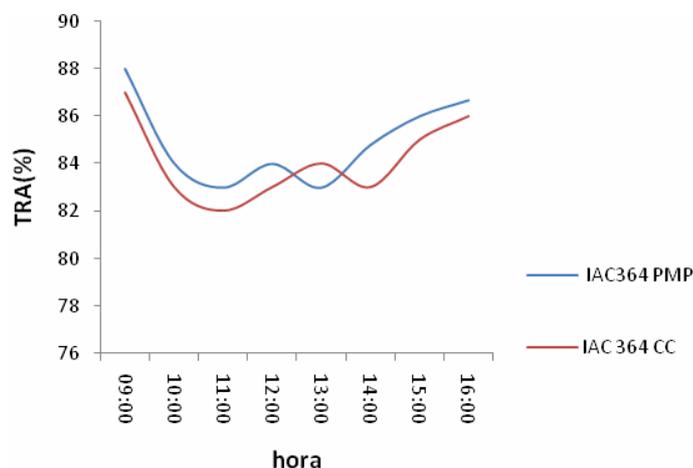


Figura 30 - Teor Relativo de Água (TRA- %) da Cultivar de trigo IAC - 364

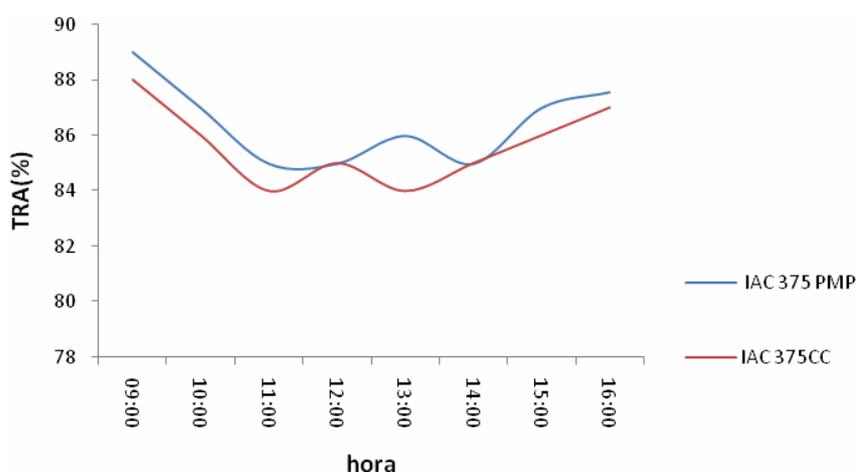


Figura 31- Teor Relativo de Água (TRA- %) da Cultivar de Trigo IAC – 375

Verifica-se que o Teor Relativo de água (TRA %) das cultivares de trigo nos tratamentos que sofreram vários ciclos de seca, ficou acima dos tratamentos condicionados a capacidade de campo, quando submetidos a um mesmo período de seca para estas medições. DENADAI e KLAR (1995) obtiveram resultado semelhante estudando os potenciais e os teores relativos de água nas folhas, os quais foram mais elevados nas plantas submetidas a ciclos de estresse hídrico em relação às irrigadas constantemente, portanto mantidos elevados

potenciais de água do solo, favoráveis, às plantas, quando avaliados após um período de stress hídrico e constataram que plantas condicionadas à seca apresentaram maior resistência à transpiração nas folhas, quando comparadas às não submetidas a déficit hídrico. Essas plantas desenvolveram um sistema de proteção à perda de água.

6.7 Colheita e Análise das Médias da Matéria Seca Aérea e Produção dos Tratamentos Experimento I

A análise de variância, representada pelo Quadro 9 mostra significância estatística ao nível de 5% de probabilidade entre tratamentos e cultivares e não significativo entre a interação de tratamentos e cultivares.

Quadro 9 - Análise de Variância Matéria Seca da Parte Aérea dos Tratamentos do Experimento I

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
TRATAMENTO	3	29.53990	9.84663	25.2585 **
CULTIVAR	4	5.45621	1.36405	3.4990 *
TRAT. X CULT.	12	7.33117	0.61093	1.5672 ns
RESÍDUO	40	15.59340	0.38983	
TOTAL	59	57.92067		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

A análise pelo teste de Tukey, representada pelo Quadro 10, encontrou diferenças significativas entre cultivares e tratamentos e os mesmos mostram que para os cultivares de trigo analisados, a matéria seca do cultivar BR 18, foi estatisticamente mais elevada que a produzida pelos cultivares IAC 24 e IAC 364, e para os níveis freáticos, os tratamentos de 31 cm e 45 cm foram superiores aos tratamentos de 17cm e de 59 cm .

Quadro 10 - Média de Matéria Seca da Parte Aérea dos Tratamentos do Experimento I

Tratamentos	BR 18	IAC 24	IAC 350	IAC 364	IAC 375	Médias de tratamentos
17 cm	6.0233 bc	5.4867 bc	5.8333 ab	5.4467 b	6.0367 b	5.76533 B
31 cm	7.3900 a	7.2233 a	6.4000 ab	6.9400 a	7.4200 a	7.07467 A
45 cm	7.3400 ab	6.0867 ab	7.1000 a	5.9767 ab	5.8933 b	6.47933 A
59 cm	5.7767 c	4.3300 c	5.1500 b	5.1533 b	5.7067 b	5.22333 B
Médias dos Cultivares	6.63250 A	5.78167 B	6.12083 AB	5.87917 B	6.26417 AB	

MG = 6.13567 CV% = 10.17604

Diferença mínima significativa para cultivares = 1.3662 classific.c/letras minúsculas para tratamentos.

Diferença mínima significativa para a média dos cultivares = 0.72817 Classific.c/letras maiúsculas

Diferença mínima significativa para a média dos tratamentos = 0.61099 Classific.c/letras maiúsculas

Para tratamentos e cultivares, as médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

Muçouçah (2006), trabalhando com Callas e citando (SOUZA, 2000) considera a hipótese de que nas profundidades 0.17 m do lençol freático, o conteúdo de água do substrato estava muito alto e as plantas apresentaram sensibilidade ao alto conteúdo de água, a mesma autora diz que o maior desenvolvimento da parte aérea ocorreu no tratamento com o lençol freático a 0.24 m (altura do vaso de 28 cm), e que no tratamento com o lençol freático a 0.31 m de profundidade, cuja altura dos vasos foi de 0.35 m, o desenvolvimento das plantas com relação à área foliar foi similar.

Silveira e Klar (2001) citam que a ascensão da água por capilaridade, não conseguiu suprir toda a exigência da demanda energética atmosférica, havendo uma diminuição gradual do teor de umidade do solo até a superfície, mostrando, uma menor exploração do solo pelas raízes e conseqüentemente uma menor produção de matéria seca.

Quadro 11 - Análise de Variância da Produção de Grãos dos Tratamentos do Experimento I

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
TRATAMENTO	3	9.29629	3.09876	7.7772 **
CULTIVAR	4	6.56889	1.64222	4.1216 **
TRAT. X CULT.	12	6.85293	0.57108	1.4333 ns
RESÍDUO	40	15.93777	0.39844	
TOTAL	59	38.65588		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

A análise de variância da produção de grãos, representada pelo Quadro 11, mostra significância estatística ao nível de 5% de probabilidade entre tratamentos e cultivares e não significativo entre a interação de tratamentos e cultivares.

Quadro 12 - Média de produção de grãos dos tratamentos do experimento I

	BR -18	IAC-24	IAC-350	IAC -364	IAC -375	Médias de tratamentos
17 cm	6.5290 ab	6.0247 ab	6.3040 a	6.0160 ab	5.9483 a	6.1644 AB
31 cm	7.3227 ab	6.9227 a	6.7413 a	6.3287 ab	6.2693 a	6.71693 A
45 cm	7.8007 a	6.1757 ab	6.1597 a	6.7677 a	6.5930 a	6.69933 A
59 cm	6.1990 b	5.0273 b	5.7630 a	5.2827 b	6.6097 a	5.77633 B
Médias dos Cultivares	6.96283 A	6.03758 B	6.24200 AB	6.09875 B	6.35508 AB	

MG = 6.33925 CV% = 9.95740

Diferença mínima significativa para cultivares = 1.3812 classific.c/letras minúsculas para tratamentos, blocos

Diferença mínima significativa para a média dos cultivares = 0.73616 Classific.c/letras maiúsculas

Diferença mínima significativa para a média dos tratamentos = 0.61770 Classific.c/letras maiúsculas

Para tratamentos e cultivares, as médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

A análise pelo teste de Tukey, representada pelo Quadro 12, encontrou diferenças significativas entre cultivares e tratamentos e os mesmos mostram que para as cultivares de trigo analisadas, a produção de grãos da cultivar BR - 18, foi superiores as das cultivares IAC - 24 e IAC - 364, e semelhante as das IAC -350 e IAC - 375. Para os níveis freáticos, os tratamentos de 31 cm e 45cm foram superiores aos tratamentos de 17cm e de 59 cm.

Os resultados da matéria seca da parte aérea, bem como a produção de grãos, mostram que as cultivares BR - 18, IAC - 350 e IAC - 375, desenvolvem-se melhor nos níveis freáticos que variam de 31 a 45 cm.

6.8 Distribuição de Raízes nos Tratamentos

A análise de variância, representada pelo Quadro 13 mostra não significância estatística ao nível de 5% de probabilidade entre tratamentos e cultivares e significativo entre a interação de tratamentos e cultivares.

Quadro 13 - Análise de variância da matéria seca de raízes de acordo com a profundidade nos anéis no tratamento de 17 cm do experimento I

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
TRATAMENTO	2	0.22233	0.11117	1.7419 ns
CULTIVAR	4	0.08018	0.02005	0.3141 ns
TRAT. X CULT.	8	2.33849	0.29231	4.5802 **
RESÍDUO	30	1.91462	0.06382	
TOTAL	44	4.55563		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

A análise pelo teste de Tukey, representada pelo Quadro 13, não encontrou diferenças significativas entre cultivares e tratamentos e os mesmos mostram que para a interação tratamento e cultivares de Trigo, houve diferença significativa na distribuição das raízes ao longo do perfil.

Quadro 14 - Média de Matéria Seca de Raízes de acordo com a profundidade nos anéis no tratamento de 17 cm do experimento I

Profundidad e dos anéis	BR -18	IAC -24	IAC -350	IAC -364	IAC-375	Médias de tratamentos
0 - 7 cm*	1.6844 a	1.3214 a	1.2116 b	1.8959 a	1.4637 ab	1.51540 A
7 - 14 cm	1.4062 a	1.7065 a	1.5379 ab	1.2708 b	1.8353 a	1.55133 A
14 - 21 cm	1.5836 a	1.2758 a	1.7504 a	1.2708 b	1.0830 b	1.38754 A
Médias dos Cultivares	1.55808 A	1.43456 A	1.49996 A	1.47050 A	1.46068 A	

MG = 1.48475

CV% = 17.01478

Diferença mínima significativa para cultivares = 0.5076 classific.c/letras minúsculas para tratamentos, blocos

Diferença mínima significativa para a média dos cultivares = 0.34610 Classific.c/letras maiúsculas

Diferença mínima significativa para a média dos tratamentos = 0.22699 Classific.c/letras maiúsculas

Para tratamentos e cultivares, as médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

*O anel estava com lâmina de água saturada, nos 4 cm iniciais, mas foi determinado a matéria seca das raízes presentes em todo o anel

A análise pelo teste de Tukey, representada pelo Quadro 14, não encontrou diferenças significativas entre cultivares e tratamentos sendo que o cultivar IAC 364 desenvolveu menos raiz nas profundidades de 7 cm a 21 cm e o cultivar 375 desenvolveu menos raiz na profundidade de 14 a 21 cm, sendo que esta interação possui um coeficiente de variação médio(17,01%)

A análise de variância, representada pelo Quadro 15 mostra significância estatística ao nível de 5% de probabilidade nos cultivares e não significativo entre tratamentos e a interação entre tratamentos e cultivares.

Quadro 15 - Análise de variância da matéria seca de raízes de acordo com a profundidade nos anéis no tratamento de 31 cm do experimento I

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
TRATAMENTO	4	0.01468	0.00367	0.3041 ns
CULTIVAR	4	0.64892	0.16223	13.4452 **
TRAT. X CULT.	16	0.11560	0.00723	0.5988 ns
RESÍDUO	50	0.60331	0.01207	
TOTAL	74	1.38251		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

Quadro 16 – Média da Matéria Seca de Raízes de acordo com a profundidade nos anéis no tratamento de 31 cm do experimento I

Profundidade e dos anéis	BR -18	IAC -24	IAC-350	IAC-364	IAC-375	Médias de tratamentos
0 - 7 cm	1.3251 a	1.1428 a	1.0990 a	1.1627 a	1.1453 a	1.17499A
7 - 14 cm	1.3896 a	1.1557 a	1.1641 a	1.2088 a	1.0193 a	1.18750 A
14 - 21 cm	1.2965 a	1.0977 a	1.1392 a	1.1715 a	1.0751 a	1.15601 A
21 - 28 cm	1.3617 a	1.1421 a	1.1492 a	1.2170 a	0.9356 a	1.16112 A
28 - 35 cm	1.2879 a	1.0810 a	1.1520 a	1.1371 a	1.0835 a	1.14831A
Médias das Cultivares	1.33218 A	1.12386 BC	1.14070 BC	1.17944 B	1.05176 C	

MG = 1.16559 CV% = 9.42408

Diferença mínima significativa para cultivares = 0.2539 classific.c/letras minúsculas para tratamentos, blocos

Diferença mínima significativa para a média dos cultivares = 0.11356 Classific.c/letras maiúsculas

Diferença mínima significativa para a média dos tratamentos = 0.11356 Classific.c/letras maiúsculas

Para tratamentos e cultivares, as médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

*O anel estava com lâmina de água saturada, nos 4 cm iniciais, mas foi determinado a matéria seca das raízes presentes em todo o anel

A análise pelo teste de Tukey, representada pelo Quadro 16, não encontrou diferenças significativas entre tratamentos e interação entre tratamentos e cultivares, mas sim entre cultivares.

A análise de variância, representada pelo Quadro 17 mostra não significância estatística ao nível de 5% de probabilidade entre a interação de tratamentos, cultivares e tratamentos e cultivares.

Quadro 17 - Análise de Variância da Matéria Seca de Raízes no Tratamento de 45 cm do Experimento I

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
TRATAMENTO	4	2.50110	0.41685	1.4150 ns
CULTIVAR	4	0.42244	0.10561	0.3585 ns
TRAT. X CULT.	24	8.74387	0.36433	1.2367 ns
RESÍDUO	70	20.62221	0.29460	
TOTAL	104	32.28961		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

Quadro 18 – Média da Matéria Seca de Raízes no Tratamento de 45 cm do Experimento I

Profundidade dos anéis	BR-12	IAC-24	IAC-350	IAC-364	IAC-375	Médias de tratamentos
0 - 7 cm	1.6463 a	1.4813 a	1.7867 a	1.4363 a	1.4310 a	1.55633 A
7 - 14 cm	1.3287 a	0.7233 a	1.8887 a	1.5373 a	1.7740 a	1.45040 A
14 - 21 cm	1.6927 a	1.4883 a	1.9950 a	0.8967 a	1.2357 a	1.46167 A
21 - 28 cm	1.1057 a	0.9940 a	0.9347 a	1.5060 a	1.6377 a	1.23560 A
28 - 35 cm	1.5753 a	1.6313 a	1.4497 a	1.3720 a	1.2960 a	1.46487 A
35 - 42 cm	1.4837 a	1.4117 a	0.8113 a	1.8260 a	1.4457 a	1.39567 A
42 - 49 cm	1.4150 a	1.3177 a	0.9543 a	0.6320 a	1.0333 a	1.07047 A
Médias das Cultivares	1.46391 A	1.29252 A	1.40291 A	1.31519 A	1.4076 A	

MG = 1.37643 CV% = 39.43346
 Diferença mínima significativa para cultivares = 1.3444 classific.c/letras minúsculas para tratamentos, blocos
 Diferença mínima significativa para a média dos cultivares = 0.46937Classific.c/letras maiúsculas
 Diferença mínima significativa para a média dos tratamentos = 0.60122 Classific.c/letras maiúsculas
 Para tratamentos e cultivares, as médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade
 *O anel estava com lâmina de água saturada, nos 4 cm iniciais, mas foi determinado a matéria seca das raízes presentes em todo o anel

A análise pelo teste de Tukey, representada pelo Quadro 18, não encontrou diferenças significativas entre tratamentos, cultivares e interação entre tratamentos e cultivares e verifica-se que o coeficiente de variação foi muito alto (CV = 39,43).

O coeficiente de variação não é mais do que o desvio padrão em porcentagem de média e esta porcentagem nos dá a idéia da precisão do experimento. Verificou-se, também, que para a distribuição de raízes no nível freático de 59 cm, os dados dos resultados possuem um CV muito alto, indicando a não consistência dos mesmos e por isso a análise deste desenvolvimento ficou prejudicado.

A distribuição de raízes secas (g) nos tratamentos com altura dos anéis de 0.21m, 0.35m, 0.49m, e 0.63 m, com os cultivares BR - 18, IAC - 24, IAC - 350, IAC - 364, IAC - 375, podem ser vistos nos quadros 20, 21, 22, 23 e 24 respectivamente.

Quadro 19 - Distribuição de raízes secas (g) nos tratamentos com altura dos anéis 0.21 m, 0.35 m, 0.49 m, e 0.63 m, com a cultivar BR -18.

Prof (cm)	BR 18			
0 - 7 cm	2.862	3.178667	1.6463	4.280
7 - 14 cm	1.796	1.737667	1.4813	3.921
14 - 21 cm	1.488	1.478667	1.7867	3.045
21 - 28 cm		1.362667	1.4363	2.949
28 - 35 cm		1.230333	1.4310	2.713
35 - 42 cm			1.3287	2.462
42 - 49 cm			0.7233	1.689
49 - 56 cm				0.792
56 - 63 cm				0.481

Quadro 20 - Distribuição de raízes secas (g) nos tratamentos com altura dos anéis de 0.21m, 0.35 m, 0.49 m, e 0.63 m, com a cultivar IAC - 24.

Prof (cm)	IAC 24			
0 - 7 cm	3.701	3.818333	1.8887	4.852
7 - 14 cm	2.158	1.831333	1.5373	4.427
14 - 21 cm	1.981	1.921333	1.7740	4.376
21 - 28 cm		2.264667	1.6927	4.343
28 - 35 cm		1.086333	1.4883	4.282
35 - 42 cm			1.2950	2.928
42 - 49 cm			0.8967	1,814
49 - 56 cm				0.926
56 - 63 cm				0.637

Quadro 21 - Distribuição de raízes secas (g) nos tratamentos com altura dos anéis de 0.21 m, 0.35 m, 0.49 m, e 0.63 m, com a cultivar IAC - 350.

Prof (cm)	IAC 350			
0 - 7 cm	3.001	2.9117	3.2357	4.623
7 - 14 cm	2.367	1.4567	2.2057	3.627
14 - 21 cm	1.641	1.7017	1.9940	3.386
21 - 28 cm		1.6870	1.8073	3.053
28 - 35 cm		1.3983	1.5060	2.866
35 - 42 cm			1.4377	2.822
42 - 49 cm			0.7753	2.707
49 - 56 cm				1.381
56 - 63 cm				0.45

Quadro 22 - Distribuição de raízes secas (g) nos tratamentos com altura dos anéis de 0.21 m, 0.35 m, 0.49 m, e 0.63 m, com a cultivar IAC - 364.

Prof (cm)	IAC 364			
0 - 7 cm	3.552	3.491333	1.6313	4.556
7 - 14 cm	2.597	1.716333	1.4497	4.523
14 - 21 cm	1.639	1.784333	1.3720	4.307
21 - 28 cm		2.216333	1.2960	3.819
28 - 35 cm		1.098667	1.4837	3.694
35 - 42 cm			1.4117	2.418
42 - 49 cm			0.8113	1.708
49 - 56 cm				0.608
56 - 63 cm				0.439

Quadro 23 - Distribuição de raízes secas (g) nos tratamentos com altura dos anéis de 0.21 m, 0.35 m, 0.49 m, e 0.63 m, com a cultivar IAC - 375.

Prof (cm)	IAC 375			
0 - 7 cm	3.066	2.8440	1.8260	4.586
7 - 14 cm	1.554	1.3763	1.4457	4.148
14 - 21 cm	1.181	1.8440	1.4150	3.145
21 - 28 cm		1.7573	1.3177	2.572
28 - 35 cm		1.4463	0.9543	2.202
35 - 42 cm			0.6320	2.167
42 - 49 cm			0.3333	1.089
49 - 56 cm				0.755
56 - 63 cm				0.536

Nota-se aparentemente, que a distribuição de raízes ao longo do perfil, seguiu um padrão médio e que em todos os cultivares houve o desenvolvimento de raízes até atingir o nível da água, resultado semelhante encontrado por Silveira e Klar (2001). Estes dados foram colocados como indicadores. Alves (1994) concluíram que a ascensão capilar é um fenômeno específico do solo e independe do recipiente em que está confinado e a irrigação com elevação do lençol freático onde se encontra a 60 cm ou mais do sistema radicular compromete o desenvolvimento da cultura.

6.9 Análise das médias da produção de matéria seca da parte aérea dos tratamentos do experimento II

A análise de variância, representada pelo Quadro 25 mostra significância estatística ao nível de 5% de probabilidade entre tratamentos e entre cultivares e não significativo na interação entre tratamentos e cultivares.

Quadro 24 - Análise de variância matéria seca da parte aérea dos tratamentos do experimento II

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
TRATAMENTO	3	57.54748	19.18249	93.3617**
CULTIVAR	4	3.73243	0.93311	3.7583*
TRAT. X CULT.	12	1.98198	0.16517	0.8039 ns
RESÍDUO	40	8.21857	0.20246	
TOTAL	59	71.4807		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

Quadro 25 - Médias de matéria seca da parte aérea dos tratamentos e cultivares do experimento II

Tratamento	BR-18	IAC-24	IAC-350	IAC-364	IAC-375	Média dos tratamentos
-0,035 MPa	8.4613 a	7.9413 a	8.0517 a	7.5407 a	7.7597 a	7.95093 A
-0,070 MPa	7.9813 a	6.9933 a	7.0350 b	7.2723 a	7.4553 a	7.34747 B
-1,5MPa	6.0413 b	5.3027 b	5.0730 c	7.3070 b	5.5797 b	5.46073 C
Cap.Campo	7.9213 a	7.3657 a	7.8213ab	7.8813 a	7.5310 a	7.71413 AB
Média das cultivares	7.60133 A	6.90075 B	6.99525 B	7.00033 B	7.71413 AB	

MG = 7.11582 CV% = 6.3700

Diferença mínima significativa para colunas = 0.9919 Classific.c/letras minúsculas

Diferença mínima significativa para a média dos cultivares = 0.52864 Classific.c/letras maiúsculas

Diferença mínima significativa para a média dos tratamentos = 0.44357 Classific.c/letras maiúsculas

Para tratamentos e cultivares, as médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

A análise pelo teste de Tukey, representada pelo Quadro 26, encontrou diferenças significativas entre cultivares e tratamentos e os mesmos mostram que para os cultivares de trigo analisados, a matéria seca da parte aérea do cultivar BR 18 foi superior aos dos cultivares

IAC 24, IAC 350 e IAC 364, seguido pelo IAC 375, que estatisticamente foi lhe igual. Para os potenciais de água no solo, o tratamento -0,035 MPa foram superiores aos tratamentos de -0,070 MPa e -1,5 MPa, e sendo este inferior ao tratamento de - 0,070 MPa.

A análise de variância, representada pelo Quadro 27 mostra significância estatística ao nível de 5% de probabilidade entre tratamentos e cultivares e não significativo entre a interação de tratamentos e cultivares, mas mesmo assim foi feita a análise para a interação não significativa.

Quadro 26 - Análise de variância da produção grãos dos tratamentos e cultivares do experimento II

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
TRATAMENTO	3	9.63181	3.21060	8.2178 **
CULTIVAR	4	5.49234	1.37309	3.5145 *
TRAT. X CULT.	12	7.47151	0.62263	1.5937 ns
RESÍDUO	40	15.62746	0.39069	
TOTAL	59	38.22312		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

Quadro 27 - Médias de produção de grãos dos tratamentos e cultivares do experimento II

	BR 18	IAC 24	IAC 350	IAC 364	IAC 375	Médias de tratamentos
-0,035 MPa	7.3227 ab	6.9227 a	6.2693 a	6.3287 ab	6.7413 a	6.71693 A
-0,070 MPa	6.2290 b	6.0247 ab	5.9483 a	6.0160 ab	6.3040 a	6.10440 BC
-1,5 KPA	6.1990 b	5.0273 b	6.6097 a	5.2887 b	5.7630 a	5.77753 C
Cap Campo	7.8007 a	6.1757 ab	6.5930 a	6.7677 a	6.1597 a	6.69933 AB
Médias dos Cultivares	6.88783 A	6.03758 B	6.35508 AB	6.10025 B	6.24200 AB	

MG = 6.32455

CV% = 9.88290

Diferença mínima significativa para cultivares = 1.3677 classific.c/letras minúsculas para tratamentos, blocos

Diferença mínima significativa para a média dos cultivares = 0.72896 Classific.c/letras maiúsculas

Diferença mínima significativa para a média dos tratamentos = 0.61166 Classific.c/letras maiúsculas

Para tratamentos e cultivares, as médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

A análise pelo teste de Tukey, representada pelo Quadro 28, encontrou diferenças significativas entre cultivares e tratamentos e os mesmos mostram que para os cultivares de Trigo analisados, a matéria seca da parte aérea do cultivar BR - 18 foi superior as das cultivares IAC - 24 e IAC - 364, e para os potenciais de água no solo, os tratamentos de -0,035 MPa e Cap. Campo foram superiores aos tratamentos de -0,070 MPa, -1,5 MPa, e sendo este inferior ao tratamento de - 0,070 MPa.

CONCLUSÕES

Os experimentos I e II foram instalados em ambientes protegidos e, portanto, em condições diferentes, e permitiram inferir as seguintes conclusões:

- Os tratamentos intermediários do Experimento I (profundidades de lençol 0,31m e 0,45m) mostraram tendência de maiores perdas de água que os de 0,17m e 0,59m. Houve também maiores valores para os teores relativos de água (TRA) nos tratamentos intermediários e os cultivares BR - 18 e BR - 375 tiveram maiores TRA para todos os tratamentos, evidenciando terem tendência a maior tolerância à seca;
- No Experimento I, a produção de matéria seca da parte aérea e de grãos foi mais elevada na cultivar BR - 18 em relação aos IAC - 24 e IAC - 364 e semelhante aos IAC - 350 e IAC - 375. Os tratamentos 0,31 m e 0,45 m mostraram maior produção para as duas variáveis citadas em relação aos tratamentos 0,17m e 0,59m. Não houve diferença estatística entre os tratamentos e os cultivares para matéria seca das raízes, apenas para a profundidade de lençol 0,31m, o BR - 18 sobressaiu com valores maiores em relação aos demais;
- No Experimento II, os tratamentos com maiores potenciais mínimos de água do solo apresentaram-se com maiores valores de evapotranspiração, considerando em ordem decrescente, -0,035, -0,070 e -1,50 MPa; os coeficientes de cultura (Kc) não mostraram variações entre cultivares, tal como ocorreu com a evapotranspiração; os valores do TRA

mostraram que todas as cultivares manifestaram tendência a aumentar a tolerância à seca quando submetidas a estresses hídricos;

- No Experimento II, o cultivar IAC 18, apresentou maior produção de matéria seca e de grãos que os cultivares IAC - 24, IAC - 350 e IAC - 364 e as plantas do tratamento -0,035 MPa de potencial mínimo de água do solo foram as que mais produziram nestas duas variáveis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL, 2004 – Consultoria e Agroinformativos – *Anuário da Agricultura Brasileira*. p. 479-486, 2004.

AGRIANUAL, 2008 – Consultoria e Agroinformativos – *Anuário da Agricultura Brasileira*. p. 485-492, 2008.

AGUIAR NETTO, A. de O. *Crescimento e Produtividade da Cultura da Batata (Solanum tuberosum ssp tuberosum)*, Cultivar Aracy, Submetida a Diferentes Lâminas de Irrigação. Botucatu, 1997. 95p. Tese (Doutorado em Agronomia/Irrigação e Drenagem) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

ALCOVER, M. *Melhoramento de Variedades de Trigo em São Paulo*. Campinas: 1971

ALLEN, R.G; JENSEN, M.E.; WRIGHT, J.L. BURMAN, R.D. *Operational estimates of reference evapotranspiration*. Agronomy Journal, Madison, v.81, p.650-62, 1989.

ALMEIDA, E. C. de et al. *Efeitos de faixas de potencial matricial sobre o crescimento do milho em casas de vegetação*. Rev. Bras. Cienc. Solo, Campinas, v.9, p.271-276, 1985.

ALVES, D.N.B; OLIVEIRA, L. A., KLAR, A. E. *Simulação da Ascensão Capilar em Colunas*. IN Anais do VII Congresso de Pós-Graduação da ESAL. Lavras – MG, 1994

ARAÚJO, W. F.; SAMPAIO, R. A.; MEDEIROS, R. D. de. *Irrigação e adubação nitrogenada em milho*. Sci. Agric., Piracicaba, v.56, n.4, 1999. Disponível em <<http://www.scielo.php.script>>. Acesso em 13 jun. 2008.

ASSISTAT Versão 7.5 beta (2008) - Homepage <http://www.assistat.com> Por Francisco de Assis S. e Silva UAEA-CTRN-UFCG Campina Grande-PB

AZEVEDO, J. A. de ; CAIXETA, T. J. *Irrigação do Feijoeiro. Planaltina*. EMBRAPA-CPAC, 1986. 60 p. (EMBRAPA-CPAC-Circular Técnica, 23).

AZEVEDO, J. A. de ; SILVA, E. M. da ; RESENDE, M.; GUERRA, A. F. *Aspectos sobre Manejo da Irrigação por aspersão para o cerrado. Planaltina*. EMBRAPA-CPAC, 1986. 52p. (EMBRAPA-CPAC - Circular Técnica, 16).

BARRS, H.D. *Effect of cyclic variations in gas Exchange under Constant environmental conditions on the ratio of transpiration to net photosynthesis*. *Physiology Plante*, v.21, p.918-922, 1968.

BERGONCI, J.I., PEREIRA, P.G. - *Comportamento do potencial da água na folha e da condutância estomática do milho em função da fração de água disponível no solo*. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v. 10, n. 2, p. 229-235, 2002

BOYER, J.S. *Leaf water potential measured with a pressure chamber*. *Plant Physiology* Rockville, v. 43, n. 1, p. 1056-10621, 1967.

CAMARGO, C. E. de O. *Estudos de variedades de trigo para o Estado de São Paulo*. 1972. 102f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1972.

CAMARGO, C. E. de O.; FELÍCIO, J. C.; FERREIRA FILHO, A. W. P. *Variedades de trigo para o Estado de São Paulo*. Campinas: Instituto Agrônomo, 1996. 20p. (Boletim Técnico, 163)

CAMARGO, C. E. de O.; FELÍCIO, J. C.; FERREIRA FILHO, A. W. P.; PETTINELLI JÚNIOR, A.; GALLO, P. B. *Melhoramento do Trigo: Comportamento de genótipos mexicanos em condição de irrigação por aspersão no Estado de São Paulo*. Campinas: Instituto Agrônomo, 1993. 23p. (Boletim Científico)

CAMARGO, C. E. de O.; FERREIRA FILHO, A. W. P.; TULMANN NETO, A.; CARLESSO, R. *Influence of soil water deficits on maize growth and leaf area adjustments*. Tese de doutorado, Michigan State University. East Lansing, MI. EUA, 1993

CAMARGO, C. E. de O.; FERREIRA FILHO, A. W. P.; TULMANN NETO, A.; PETTINELLI JÚNIOR, A.; CASTRO, J. L. de; FELÍCIO, J. C.; MISTRO, J. C. e SALOMON, M. V. *Avaliação de linhagens de trigo originárias de hibridação com e sem irradiação gama*. *Bragantia*, Campinas, v.64, n.1, p.61-74, 2005.

CAMPOS, S. *Déficits hídricos em diferentes estágios de desenvolvimento da cultura de morango* (Fragaria spp.). 1985. 67f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1985.

CARVALHO, W.A.; ESPÍNDOLA, C.R.; PACCOLA, A.A. *Levantamento de Solos da Fazenda Lageado*. Boletim Científico da Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu, v.1, p.1-95, 1983.

CHANEY, W. R. Sources of water. In: KOSLOWSKI, T. T. (ed.) *Water deficits and plant growth*. New York: Academic Press, 1981 v.4, p.1-41.

COGO, N. P.; SOUZA, L. da S. *Água no solo e rendimento das culturas em casa de vegetação*. I. Sorgo (*Sorghum vulgare*) em solos vertissolo, latossolo roxo distrófico e podzólico vermelho amarelo. Rev. Bras. Cienc. Solo, Brasília, v.2, p.10-12, 1978.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). *Produção brasileira de grãos*. Disponível em: www.agricultura.gov.br

CUNHA, A.R.; KLOSOWSKI, E.S.; GALVANI, E.; SCOBEDO, J.F.; MARTINS, D. *Classificação climática para o município de Botucatu-SP*, segundo Koppen. In: SIMPÓSIO EM ENERGIA NA AGRICULTURA, 1., 1999, Botucatu. Anais... Botucatu: Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, 1999. p.487-491.

DENADAI, I.A.M. Avaliação de alguns parâmetros fisiológicos relacionados à resistência a seca em quatro cultivares de trigo. 1989. 90p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1989.

DENADAI, I.A.M., Klar, A. E; RESISTÊNCIA À SECA EM QUATRO CULTIVARES DE TRIGO: PARÂMETROS FISIOLÓGICOS. Sci. Agric., Piracicaba, 52(2):274-281, mai./ago.1995

DOORENBOS, J. PRUITT, W. O.; ABOUKHALED, A.;

DAMAGNEZ, J.; DASTANE, N. G.; DER BERG, C. van. RIJTEMA, P. E.; ASHFORD, O.

M.; FRERE, M. *Guidelines for predicting crop water requirements*. Rome: FAO, 1984. 144 p. (FAO Irrigations and drainage paper, 24)

DOORENBOS, J.; PRUITT, W. O. Tradução de H. R. Ghey et al. Necessidades hídricas das culturas. Campina Grande: UFPB, 1997. 204p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem)

ECK, H.U. Effects of water deficits on yield, yield components and water use efficiency of irrigated corn, *Agronomy Journal*. v.75, p.1035-040, 1986.

EHRLER, W.L.; NAKAYAMA, F S. *Water stress status in guayule as measured by relative leaf water content*. Crop Science, Madison, v.24, p 61-66, 1984

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *Informações técnicas da comissão centro-sul brasileira de pesquisa de trigo e triticales para a safra de 2007* Passo Fundo - RS, 114p., 2007. (Sistemas de Produção)

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *Informações técnicas da comissão centro-sul brasileira de pesquisa de trigo e triticales para a safra de 2005*. Londrina, 234p., 2005. (Sistemas de Produção)

EMBRAPA - *Informações Técnicas para a Safra 2007, Trigo e Triticales*; XXXVIII Reunião da Comissão Sul - Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticales; Passo Fundo, RS 2007

FELÍCIO, J C.; CAMARGO, C. E. O.; FERREIRA FILHO, A W.P.; FREITAS. J.G.; BARROS B.C.; VITTI. P. Tocantins (IAC-23) E Tucuruí (IAC-24): *Novos Cultivares de Trigo (1)*. Bragantia, Campinas;47(1), 93 – 107,1988

FREITAS. J.G.; CAMARGO, C. E. de O - *Cultivar de Trigo IAC-24:Rendimento de Grãos e Caracteres Agronômicos em Três Faixas de Umidade do Solo* .Bragantia, Campinas;46(2), 159 – 168,1987

FREITAS. J.G.; CARDOSO, A.A.; MOURA FILHO, W.; FERREIRA, P.A.; SEDYAMA, C.S.& GALVÃO, J.D. *Trigo: efeito de três faixas de umidade na transpiração real e na produção de grãos e seus componentes*. Bragantia, Campinas, 44(2):515-530, 1985.

GRANT, R. F. et al. *Water deficit timing effects on yield components in maize*. Agron. J., Madison, v.81, p.61-65, 1989.

JADOSKI, S. O; KLAR, A. E; SALVADOR, E. D. *Relações hídricas e fisiológicas em plantas de pimentão ao longo de um dia*. Ambiência - Revista do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais V. 1 No 1 Jan/Jun. 2005

JENSEN,M.E.; BURMAN, R.B.; ALLEN, R.G. *Evapotranspiration and irrigation water requirements*. N. York, Am. Soc. of Civil Engineers, 1990, 332p (manuais 70).

KIRKHAM, M.B.; KANEMASU, E.T. Wheat. In: TEARE, I.D.; PEET, M.M. *Crop-water relations*. New York, JOHN WILEY, 1983. p.481-520.

KLAR, A. E. *A água no sistema solo-planta-atmosfera*. São Paulo: Nobel, 1984, 408p

KLAR, A.E.; CATÃNEO, A.; DENADAI, I.A.M.; SAAD, J.C.C.; PICARELI, M. *Medidas da adaptação de plantas de trigo a déficits hídricos*. Científica, São Paulo, v.13, p.117-127, 1985.

KLAR, A.E.; DENADAI, I.A.M.; CATÃNEO, A. *Resistência à seca de nove cultivares de trigo no Estado de São Paulo*. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 8., Florianópolis, 1988. Anais... Florianópolis: Associação Brasileira de Irrigação e Drenagem, 1988. p. 181-201.

LARGE, E.C. 1954. *Growth stages in cereals*. Plant Pathol. 1954. 3:128-129.

LEVITT, J. *Responses of plants to environmental stress*. New York: Academic Press, 1972. 697p.

LIBARDI, V.C.M.; COSTA, M.B. *Consumo d'água da cultura do trigo (tricutum aestivum, l.)* Revista da FZVA. Uruguaiana, v. 4, n. 1, p. 16-23. 1997

LOBATO, M, T, V; CAMARGO, C.E.O; FERREIRA FILHO, A.W.F.P; *Desempenho Agrônômico de Genótipos de Trigo em Diferentes Regiões do Estado de São Paulo, no Período 2003-2005*. Dissertação (Mestrado) – Instituto Agrônômico, Campinas, 2006. 160p.

LOPES, A.S; GUILHERME, L.R.G; Boletim Técnico nº 2. *Interpretação de Análise do Solo Conceitos e Aplicações ANDA Associação Nacional para Difusão de Adubos*. São Paulo – SP, Edição revisada em Março de 2004

MARIA, J. & FREITAS. J.G. *Anatomia do caule e da raiz de três cultivares de trigo (Triticum aestivum L) sob déficit hídrico*. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 33., Maceió, 1982. Resumos, p.57.

MARQUELLI, W. A; SILVA, W.L.C; SILVA, H.R. *Manejo de Irrigação em Hortaliças*. Brasília: EMBRAPA-CNPQ, 1994. 60 p

MOREIRA, H. J. C. **S.A.A.C.I.** *Sistema agroclimatológico para acompanhamento das culturas irrigadas: manual prático para manejo da irrigação*. Brasília: Secretaria Nacional de Irrigação, 1993. 90 p.

MOREIRA, H. J. C.; TORRES FILHO, D. R. *S.A.A.C.I. Sistema agroclimatológico para acompanhamento das culturas irrigadas: manual do usuário.*

Brasília: Secretaria Nacional de Irrigação, 1993. 75 p.

MUÇOUÇAH, M. F. S, KLAR, A. E, MUÇOUÇAH F. J. Área foliar e evapotranspiração de Callas cultivadas em substrato em função do nível freático. Depto Engenharia Rural, Faculdade de Ciências Agrônomicas. Irriga, Botucatu, v. 11, n. 1, p. 119-129, janeiro-março, 2006

MUSECK, J.T.; DUSER, D.A. Irrigated corn yield response to water. Transaction of the ASAE, v.23, 92-1040, 1980

OLIVEIRA, S. L. de. Funções de resposta do milho doce ao uso de irrigação e nitrogênio. Viçosa, 1993. 91p. Tese de doutorado - Universidade Federal de Viçosa.

PASSIOURA J.B. The effect of root geometry on the yield of wheat growing on stored water. Australian Journal of Agricultural Research, Melbourne, 23(2):745-752, 1972.

PEREIRA, L. S. Evapotranspiration, crop water requirements and irrigation scheduling. In: ADVANCED COURSE ON FARM WATER MANAGEMENT TECHNIQUES. Rabat, 1994. 27p.

RAIJ, B. Van; SILVA, N. M.; BATAGLIA, O. C.; QUAGGIO, J. A.; HIROCE, R.; CANTARELLA, H.; BELINAZZI JÚNIOR, R.; DECHEN, A. R. & TRANI, P. E. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. Campinas: Instituto Agrônomico, 1996. 285p. (IAC. Boletim Técnico, 100).

RAY, J.D.; SINCLAIR, T.R. Stomatal closure of maize hybrids in response to drying soil. Crop Science, Madison, v. 37, p. 803-807, 1997.

RESENDE, M. et al. Manejo de irrigação e fertilizantes na cultura do milho. Inf. Agropec., Belo Horizonte, v.14 (164), p.26-34, 1990.

RESENDE, M; ALVES, V. M. C.; FRANÇA, G. E.; ALBUQUERQUE, P. E. P. Métodos para estimar a necessidade de água na cultura do milho de inverno. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 19, e REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO MILHO, 37, e REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO SORGO, 21, Porto Alegre, 1992, Resumos, Porto Alegre: SAA, 1992b. p.142

RITCHIE, J. T. Soil water availability. *Plant Soil*, v.58, p.327-38, 1981.

RITCHIE, J.T. Influence of soil water status and meteorological conditions on evaporation from a corn canopy. *Agronomy Journal*, v.65, p.893-97, 1973.

ROSA, L.M.; DILLENBURG, L.R.; FORSETH, I.N. Responses of soybean leaf angle, photosynthesis and stomatal conductance to leaf and soil water potential. *Annals of Botany*, London, v. 67, p. 51 -58, 1991.

ROSENTHAL, W. D. et al. Water deficits effects on transpiration and leaf growth. *Agron. J.*, Madison, v.79, p.1019-26, 1987.

SALIM, M.H.; TODD, W.G. & SCHLEHUBER, A.M. Root development of wheat, oats, and barley under conditions of soil moisture stress. *Agronomy Journal*, Madison, 57(6):603- 607, 1965.

SANTOS, A. B. A. Períodos críticos de défices hídricos em cultivares de cevada (*Hordeum vulgare* L.) Botucatu, 2006. 68p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Irrigação e Drenagem) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

SARVASI, F. de O. et al. Curva de retenção de água por tensiometria, para dois solos da região de Alfenas (MG). *Pesq. Agropec. Bras.*, Brasília, v.27, n.6, p.893-900, 1992.

SCHOLANDER, P.F., HAMMEL, H.T., BRADSTREET, E.D. Sap pressure in vascular plants. *Science*, Lancaster, v.148, p.339-346, 1965.

SCHULZE, E. D. et al. Plant water balance. *Bioscience*, v.37, n.1, p.30-37, 1987

SEDIYAMA, G. C. Necessidade de água para os cultivos. In: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENSINO AGRÍCOLA SUPERIOR. Curso de Engenharia de Irrigação. Brasília, 1987. 143p.

SEPASKHAH, A.R. & BOERSMA, L. Shoot and root growth of wheat seedlings exposed to several levels of matric potential and NaCl-induced osmotic potential soil water. *Agronomy Journal*, Madison, 71(5):746-752, 1979.

SILVEIRA, M. H. D.; KLAR, A. E.. Produção de Matéria Seca e Evapotranspiração Real da Aveia Preta (*avena strigosa* s.) em Seis Níveis Freáticos. *IRRIGA*. volume 6, n° 2, 2001

SPERRY, J.S. Hydraulic constraints on plant gas exchange. *Agricultural and Forest Meteorology*, Amsterdam, v. 104, n. 1, p. 13-23, 2000.

TRIGO BR 18 (Terena); Centro de Produção de Sementes / Departamento de Sementes, Mudas e Matrizes / Coordenadoria de Assistência Técnica Integral - CATI br 18.
www.cati.sp.gov.br/Cati/produtos/SementesMudas/cultivares/trigo_br18.php#2007.

TRIGO IAC 350 Centro de Produção de Sementes / Departamento de Sementes, Mudas e Matrizes / Coordenadoria de Assistência Técnica Integral - CATI IAC 350.
www.cati.sp.gov.br/Cati/produtos/SementesMudas/cultivares/trigo_IAC350.php#2007.

TRIGO IAC 364 Centro de Produção de Sementes / Departamento de Sementes, Mudas e Matrizes / Coordenadoria de Assistência Técnica Integral - CATI IAC 364.
www.cati.sp.gov.br/Cati/produtos/SementesMudas/cultivares/trigo_IAC364.php#2007.

TRIGO IAC 375 Centro de Produção de Sementes / Departamento de Sementes, Mudas e Matrizes / Coordenadoria de Assistência Técnica Integral - CATI IAC 375.
www.cati.sp.gov.br/Cati/produtos/SementesMudas/cultivares/trigo_IAC375.php#2007

TUBELIS, A.; NASCIMENTO, F. J. Meteorologia descritiva: fundamentos e aplicações brasileiras. São Paulo: Nobel, 1984. 374.p.

WARDLAW, I.F. The early stages of grain development in wheat; response to water stress in a single variety. Australian Journal of Biological Sciences, Melbourne, 24:1047- 1055. 1971.

WRIGHT, J. L.; JENSEN, M. E. Peak water requirements of crops in Southern Idaho, J. Irrig. Drain. Eng., v.98, p.193-201, 1972.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)