

Avaliação de cereais de inverno com e sem irrigação em Adamantina

Evaluation of winter cereals with and without irrigation in Adamantina

José Carlos Cavichioli
Doutorando em Agronomia - UNESP - Ilha Solteira
Pesquisador Científico - APTA Alta Paulista

Jailson Lara Fagundes
Doutor em Zootecnia - UFV
Pesquisador Científico - APTA Alta Paulista

Fernando Takayuki Nakayama
Mestre em Agronomia - UNESP - Ilha Solteira
Pesquisador Científico - APTA Alta Paulista

Francisco Seiiti Kasai
Mestre em Agronomia – UNESP - Jaboticabal
Pesquisador Científico - APTA Alta Paulista

Marcelo Rosa Melo
Mestre em Tecnologia da Produção Agrícola - IAC
Pesquisador Científico - APTA Alta Paulista

Resumo

Avaliou-se o potencial produtivo de cinco variedades de triticale (*X Tritico secale* Wittmack), duas de cevada (*Hordeum vulgare* L.), quatro de trigo (*Triticum aestivum* L.) e uma de centeio (*Secale cereale* L.), em sistema de cultivo irrigado e não irrigado. O experimento foi instalado na Unidade Experimental do Pólo Regional de Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios da Alta Paulista, em Adamantina, SP. Os resultados mostraram que a irrigação favoreceu a produtividade de fitomassa seca, a altura de plantas, a massa de 1000 grãos e o rendimento de grãos. O triticale IAC 2 destacou-se no rendimento de grãos e na produtividade de fitomassa seca total nos dois sistemas estudados. O cultivo de cereais de inverno mostrou-se viável na região de Adamantina, desde que irrigados.

Palavras-chave: Trigo. Triticale. Cevada. Centeio

Abstract

Was evaluated the productive potential of five varieties of triticale (*X Tritico secale* Wittmack), two of barley (*Hordeum vulgare* L.), four of wheat (*Triticum aestivum* L.) and one of rye (*Secale cereale* L.), sown in two systems of culture, with and without irrigation. The experiment was installed in the experimental unit of the Pole of Technological Development of the Agrobusiness of the High Paulista, in Adamantina-SP. The results had shown that the irrigation favored the productivity of fitomassa dries, the height of plants, the weight of 1000 grains and grain yield.

Triticale IAC 2 detached in the grain yield and in the productivity of total fitomassa dries in the two studied systems. The culture of cereals in the region of Adamantina it was shown viable, since that irrigated.

Keywords: Wheat. Triticale. Barley. Rye.

Introdução

A sustentabilidade dos agroecossistemas passa pela necessidade de rotação de culturas e pelo incremento de atividades ligadas à exploração agrícola. Assim, é necessária a avaliação do potencial produtivo de culturas cultivadas de forma não convencionais na região.

O município de Adamantina, situado a oeste do Estado de São Paulo, na região denominada Nova Alta Paulista, caracteriza-se climatologicamente por apresentar razoável índice pluviométrico. Registrou-se cerca de 1.300 mm anuais, porém mal distribuído, ocorrendo duas estações bem definidas durante o ano: um verão quente e úmido, com altos índices de chuva, e um inverno frio e seco. Elas são chamadas coloquialmente de “estação das águas e estação das secas”, respectivamente. Também deve-se ressaltar que, nos últimos anos, vem crescendo a utilização de cereais em áreas não tradicionais de temperaturas mais elevadas, graças a recentes lançamentos de cultivares altamente produtivos, de alto valor comercial, existindo a necessidade de avaliação do comportamento dos mesmos, nas diferentes regiões do Estado.

A cultura do trigo e de outros cereais de inverno desenvolve-se, no Estado de São Paulo, em quase sua totalidade, em condição de sequeiro, estando a maior parte das lavouras na região Sul e no Vale do Paranapanema (FELÍCIO *et al.*, 1999). É uma opção para o período março-setembro, em sucessão às culturas tradicionalmente semeadas no verão. A partir de 1982, com o estabelecimento da cultura irrigada por aspersão, foi possível o cultivo do trigo em todo o Estado, pois a deficiência hídrica, característica do inverno paulista, pôde ser facilmente eliminada por essa prática (FELÍCIO *et al.*, 2001b).

O triticale é um cereal de estação fria, proveniente do cruzamento do trigo e centeio (MUNDSTOCK, 1983). É uma planta rústica, originalmente utilizada para produzir farinha a ser adicionada ao trigo na panificação. Hoje, seu uso está mais voltado para alimentação animal por apresentar teor de proteína superior ao do milho (TAGLIARI, 1996).

Sua principal utilização é em regiões marginais às do cultivo de outros cereais de inverno, e apresenta rendimentos elevados, resistência às doenças e tolerância a solos ácidos (BAIER, 1995).

A cevada vem sendo cultivada no Brasil desde a década de 1930. Como conseqüência do melhoramento genético e do desenvolvimento de técnicas de manejo, cada vez mais apropriadas, a cultura foi difundida no sul do Brasil, onde se localizam as melhores áreas, em termos de clima e solo, para o cultivo desse cereal (ÁRIAS, 1995).

O comportamento agrônômico de cultivares de triticale e de trigo no Estado de São Paulo, em condições de sequeiro e irrigados por aspersão, foi avaliado por Felício *et al.* (1990, 1993), que estudaram cultivares de triticale de ampla adaptação regional, rendimento de grãos superiores, baixo peso hectolítrico (PH), boa resistência à ferrugem-da-folha e suscetibilidade à helmintosporiose.

Assim, ressalta-se a importância de avaliar o comportamento de materiais de cereais de inverno e o adequado manejo do fornecimento de nutrientes, bem como do fornecimento de água visando a obtenção de alta produtividade de grãos e com boa qualidade.

Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o potencial produtivo de doze genótipos de cereais de inverno em dois sistemas de cultivo, com e sem irrigação, nas condições da região da Nova Alta Paulista.

Material e métodos

O experimento foi conduzido no Pólo Regional de Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios da Alta Paulista, em Adamantina, no período 9 de maio a 6 de setembro de 2005. Esta área localiza-se a 415 m de altitude, 21°40'S de latitude e 51°08'W de longitude. O clima da região é do tipo Cwa, com estação chuvosa e quente no verão e inverno seco, segundo a classificação de Köppen.

O solo da área experimental, classificado como argissolo vermelho-amarelo, eutrófico, A moderado, textura arenosa/média e topografia ondulada (EMBRAPA, 1999), foi submetido ao preparo convencional e adubação, conforme recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo (RAIJ et al, 1996). Não houve necessidade de calagem, sendo a adubação de base constituída de 20 kg/ha de nitrogênio (N), 70 kg/ha de fósforo (P_2O_5) e 40 kg/ha de potássio (K_2O), na formulação 8-28-16, aplicados no sulco de plantio.

A unidade experimental foi representada por seis linhas de três metros de comprimento espaçadas de 0,20 metros entre linhas. A semeadura foi realizada manualmente em sulco, no dia 9 de maio de 2005, utilizando-se dos seguintes materiais e suas respectivas quantidades de sementes: (1) centeio (*Secale cereale* L.) (100 kg/ha); (2) cevada (*Hordeum vulgare* L.) (30 kg/ha); (3) triticale (*X Triticum secale* Wittmack) (50 kg/ha) e (4) trigo (*Triticum* spp.) (20 kg/ha).

Utilizou-se o herbicida herbadox, na pré-emergência, e DMA 806, na pós-emergência, para controle de ervas daninhas. Após a semeadura, as parcelas foram irrigadas com uma lâmina de 21 mm. Foi realizada uma adubação nitrogenada, com uréia, em cobertura com 80 kg/ha de N em cada tratamento, 25 dias após a emergência das plantas.

Utilizou-se o delineamento em blocos completos casualizados, em faixas com quatro repetições. Os tratamentos consistiram de 12 genótipos de cereais de inverno e dois manejos da irrigação (irrigado e não irrigado). Os genótipos utilizados foram: centeio BR 1, duas cultivares de cevada (BR 225 e Embrapa 128), cinco cultivares de triticale (IAC 2, BRS 203, BRS 148, Embrapa 53, Minotauro 17) e quatro cultivares de trigo (BR 18, BR 208, IAC 370 e CEP 26).

Adotou-se o sistema irrigação por aspersão de alta pressão, manejada com turno de rega variável, usando-se o método do tanque "Classe A" para estimativa da evapotranspiração de referência. A irrigação foi efetuada sempre que o valor do somatório da evapotranspiração real da cultura, subtraído da precipitação efetiva, fosse de 40% do valor da capacidade real de água no solo (CRA). Os índices de precipitação e os de evaporação pelo tanque Classe A foram obtidos no Posto Agrometeorológico do Pólo Regional da Alta Paulista, em Adamantina. Utilizando-se dos dados de precipitação pluvial e da temperatura média do ar, efetuou-se o cálculo do balanço hídrico (Figura 1), com base no método de Thornthwaite & Mather (1955), considerando-se a capacidade de retenção de água no solo de 125 mm.

A colheita dos genótipos foi realizada quando os materiais atingiram a maturidade para colheita. Em cada parcela mediu-se a altura das plantas, colhendo-se em seguida as quatro linhas centrais da unidade experimental (2,08 m²) ao nível do solo. Essa amostra foi pesada e, posteriormente, sub-amostrada e seca em estufa a 65°C, por 72 horas, para a obtenção da fitomassa seca. Após secagem, a sub-amostra foi pesada em balança analítica, calculando-se a fitomassa seca. Por meio das relações entre a fitomassa seca e fitomassa verde estimou-se o acúmulo de fitomassa seca total.

Estimou-se o rendimento de grãos dos tratamentos, utilizando-se do peso coletado de cada amostra. Para determinação da massa de 1000 grãos, fez-se a contagem de 1000 grãos de cada parcela, pesando-se em seguida em balança com 0,1g de precisão.

Os dados foram submetidos à análise de variância e teste de médias ($P < 0,05$), utilizando-se o programa SAS (2002).

FIGURA 1 - Extrato do balanço hídrico mensal seqüencial, segundo Thornthwaite & Mather (1955), para CAD = 125 mm, referente ao período de janeiro a dezembro de 2005, em Adamantina-SP

Resultados e discussão

A produtividade de fitomassa seca, a altura de plantas e a massa de 1000 grãos dos cereais de inverno irrigados foram superiores ao sistema não irrigado (Tabela 1). Este efeito diferencial em relação à irrigação pode ser atribuído à grande influência da água mantida pela irrigação, a qual tem efeitos marcantes nos processos fisiológicos da planta. A deficiência hídrica no período de experimentação foi bastante acentuada (Figura 1) e de acordo com Souza e Tubelis (1982) afeta importantes processos fisiológicos, especialmente em fases críticas de desenvolvimento da planta (perfilhamento e floração). O déficit hídrico no estágio de florescimento em trigo refletiu-se em uma menor produção, quando comparada ao mesmo déficit aplicado em qualquer outro estágio de desenvolvimento (BLUM *et al.*, 1981). Isso explica a menor massa de 1000 grãos observada nos tratamentos não irrigados. O acúmulo de matéria seca vegetal é o resultado do mecanismo fotossintético, o qual incorpora matéria orgânica na planta. Assim sendo, todo e qualquer fator que interfira na fotossíntese irá afetar o acúmulo de matéria seca. Fatores como nutrição mineral, radiação e disponibilidade hídrica, interferem significativamente na fotossíntese. Dentre estes, a disponibilidade de água desempenha papel preponderante, pois, além de propiciar a entrada de CO₂, ela promove o resfriamento do vegetal, interferindo, desta forma, na taxa de fotossíntese e de respiração (CHARLES-EDWARDS, 1982).

TABELA 1 - Produtividade de fitomassa seca (kg/ha), altura das plantas (cm), stand final (plantas/metro linear), e massa de 1000 grãos (g) de cereais de inverno submetidos à irrigação. Adamantina –2005.

Variáveis	Irigado	Não Irrigado
Produtividade de fitomassa seca	8.727 a	3.229 b
Altura das plantas	87,2 a	56,7 b
Stand Final	28 a	29 a
Massa de 1000 grãos	41 a	37 b

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem pelo teste Tukey ($P > 0,05$).

Apesar da irrigação ter contribuído de forma significativa nas variáveis produtivas, a mesma não interferiu no stand final (Tabelas 1 e 2) dos cereais cultivados. Provavelmente, este fato possa ser explicado pela baixa taxa de mortalidade, crescimento e perfilhamento dos cereais não irrigados. As plantas dos cereais de inverno mantiveram-se vivas até a colheita do experimento, porém, com baixa deposição de fitomassa seca, rendimento de grãos e altura das plantas. As maiores alturas de plantas foram encontradas nos cultivares de triticales Minotauro 17 e no centeio, com 84,9 cm e 87,1 cm, respectivamente, diferindo dos

dois materiais de cevada e dos trigos BR18 e BR 208 (Tabela 2). A altura média de plantas do triticale variou de 73,9 a 84,9 cm e no trigo de 61,1 a 76,4 cm. Felício et al (2001a) observaram que os genótipos de trigo, apresentaram porte mais baixo quando comparados aos genótipos de triticale.

TABELA 2 - Produtividade de fitomassa seca (kg/ha), altura das plantas (cm), stand final e massa de 1000 grãos (g) de cereais de inverno. Adamantina - 2005.

Cereais	Fitomassa seca	Altura das plantas	stand final	Massa 1000 grãos
Triticale IAC 2	7626 a	73,9 ab	29 a	47 A
Triticale BRS 203	6709 abc	76,8 ab	32 a	36 Ab
Triticale BRS 148	6592 abc	79,1 ab	29 a	41 A
Triticale Embrapa 53	7550 ab	78,5 ab	26 a	35 Ab
Triticale Minotauro 17	6463 abcd	84,9 a	29 a	38 Ab
Cevada BRS 225	5756 abcde	52,3 c	31 a	44 A
Cevada Embrapa 128	5309 cde	62,4 bc	28 a	42 A
Trigo BR 18	4368 de	61,1 bc	26 a	42 A
Trigo BR 208	4211 e	61,1 bc	26 a	41 A
Trigo IAC 370	5351 bcde	69,5 abc	26 a	41 A
Trigo CEP 26	5204 cde	76,4 ab	31 a	36 Ab
Centeio BR 1	6594 abc	87,1 a	32 a	27 B
Média	5978	71,9	29	39

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste Tukey ($P>0,05$).

Foi constatado efeito de sistema de irrigação e dos cereais de inverno testados (Tabelas 1 e 2). O efeito da interação sistema de irrigação x cereais ($P<0,05$) foi constatado no rendimento de grãos, ilustrado na Tabela 3.

Cereais	Irrigado	Não Irrigado
Triticale IAC 2	4754 Aa	1845 Ba
Triticale BRS 203	3904 Aabc	1588 Bab
Triticale BRS 148	4165 Aabc	1228 Bab
Triticale Embrapa 53	4168 Aabc	1022 Bab
Triticale Minotauro 17	4393 Aab	1200 Bab
Cevada BRS 225	3131 Aabc	1104 Bab
Cevada Embrapa 128	3021 Aabc	908 Bab
Trigo BR 18	3001 Aabc	566 Bb
Trigo BR 208	2826 Abc	603 Bb
Trigo IAC 370	3632 Aabc	669 Bb
Trigo CEP 26	2572 Ac	674 Bb
Centeio BR 1	3166 Aabc	822 Bab
Média	3561	1019

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem pelo teste Tukey ($P>0,05$).

Ocorreu um aumento no rendimento de grãos no sistema irrigado, no entanto, os incrementos de produção ocorreram de forma diferenciada, variando conforme o cereal de inverno e o cultivar de cada cereal. O triticale IAC 2 destacou-se na produção total de fitomassa seca, massa de 1000 grãos e no rendimento de grãos (Tabelas 2 e 3).

Este genótipo também foi considerado o melhor para rendimento de grãos nos trabalhos efetuados por Felício et al. (1999). No sistema irrigado, o rendimento foi de 4.754 kg.ha⁻¹, diferindo dos genótipos de trigo BR 208 e do CEP 26, não apresentando diferenças dos demais materiais utilizados. No sistema não irrigado, este genótipo apresentou um rendimento de 1.845 kg.ha⁻¹. Felício et al. (1999) estudando épocas de semeadura do triticale, em Capão Bonito (SP), verificaram a viabilidade de seu cultivo na região, com rendimento médio de 2.200 kg.ha⁻¹, para semeaduras efetuadas no início de abril sem irrigação.

De acordo com Fahl et al. (1998), a produtividade normal do triticale para o Estado de São Paulo varia de 1.500 a 3.500 kg/ha, sem irrigação. Esses índices foram atingidos pelos genótipos IAC 2 e BRS 203. Assim, estes genótipos podem ser recomendados para a região de Adamantina, tanto no sistema irrigado como no não irrigado.

Não houve diferenças significativas entre os genótipos de trigo, tanto no sistema irrigado como no não irrigado (Tabela 3). O rendimento médio de grãos destes genótipos variou de 2.572 kg/ha a 3.632 kg/ha no sistema irrigado e ficou abaixo de 1.000 kg/ha no sistema não irrigado. De acordo com Trindade et al. (2006), as produtividades médias das culturas irrigadas chegam a ser três vezes maiores que das culturas de sequeiro. Neste trabalho, o rendimento de grãos do trigo no sistema irrigado foi superior a quatro vezes os do não irrigado. Essa diferença bastante acentuada entre os dois sistemas deve-se à elevada deficiência hídrica observada no período da experimentação (Figura 1). Embora se trate de uma cultura mais resistente ao déficit hídrico que muitas outras, alguns estádios de desenvolvimento são bastante afetados pelo estresse hídrico (ACEVEDO et al., 2002), causando queda na produtividade.

Felício et al. (2001a) consideraram que no conceito de genótipo ideal, o IAC 370 apresentou alta capacidade produtiva, foi responsivo à melhoria do ambiente e sensível às condições desfavoráveis do ambiente. Este genótipo apresentou o maior rendimento de grãos tanto no cultivo irrigado como no não irrigado, embora não diferindo estatisticamente entre eles.

Considera-se uma produtividade normal para o Estado de São Paulo, de 1.500 a 1.800 kg/ha para o trigo de sequeiro e de 3.000 a 5.000 kg/ha para o trigo irrigado (FAHL et al., 1998). Esses índices não foram alcançados por nenhum dos materiais no sistema sem irrigação, mas foram atingidos pelos genótipos BR 18 e IAC 370 no sistema irrigado. Assim, para a região de Adamantina, não é viável o cultivo de trigo de sequeiro, mas somente com irrigação.

A produtividade média de cevada variou de 908 a 1.104 kg/ha no sistema de sequeiro e acima de 3.000 kg/ha no sistema irrigado (Tabela 3). Esses resultados indicam que o cultivo de cevada na região pode ser feito, desde que irrigado.

Os resultados atingidos para rendimento de grãos de centeio foram de 822 kg/ha no sistema de sequeiro e 3.166 kg/ha no irrigado (Tabela 3). Com uma produtividade normal variando de 800 a 1.500 kg/ha de grãos, para as condições de sequeiro (FAHAL et al., 1998) é mais recomendado o seu cultivo em condições de irrigação.

Cabe salientar que diferentes cultivares devem possuir requerimentos variados de manejo da irrigação quando o objetivo é o uso eficiente da água e demais fatores de crescimento associado a elevados índices de produtividade.

De forma geral, a produtividade de fitomassa seca, altura das plantas, massa de 1000 grãos e rendimento de grãos no sistema irrigado apresentaram, respectivamente, cerca de 170, 54, 10 e 249% superiores ao sistema não irrigado. Os resultados obtidos podem ser considerados um indício da viabilidade técnica para o cultivo de cereais de inverno na região da Alta Paulista, desde que cultivadas e manejadas em sistema irrigado.

Conclusão

O cultivo de cereais de inverno na região de Adamantina é viável, desde que irrigados. O genótipo de triticale IAC 2 destacou-se tanto na condição irrigada como na não irrigada.

Referências

- ACEVEDO, E.; SILVA, P.; SILVA, H. Wheat growth and physiology. In: CURTIS, B. C.; RAJARA, S.; MACPHERSON, H. G. (EDS.). **Bred Wheat: improvement and production**. Rome: FAO. p. 39-70, 2002
- ÁRIAS, G. N. **Mejoramiento genético y producción de cebada cervecera en América del Sur**. Santiago: FAO, 1995. 157p.
- BAIER, A. C. Potencial do triticale no Brasil. In: Reunião Brasileira de Triticale, 4., 1992, Chapecó. **Anais**. Chapecó: EPAGRI, 1995. p.8-23.
- BLUM, A.; GOZLAN, G.; MAYER, J. The manifestation of dehydration avoidance in wheat breeding germplasm. **Crop Science**, Madison, v.21, p.494-499, 1981.
- CHARLES-EDWARDS, D.A. **Physiological determinants of crop growth**. London : Academic Press, 1982. 161p
- EMBRAPA – **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Serviço de Produção de Informação, 1999. 412p.
- FAHL, J. I.; CAMARGO, M. B. P. de; PIZZINATTO, M. A.; BETTI, J. A.; MELO, A. M. T. de; DEMARIA, I. C.; FURLANI, A. M. C. **Instruções Agrícolas para as principais culturas econômicas**. Instituto Agrônomo: Campinas, 1998. 396p. (Boletim 200).
- FELICIO, J. C.; CAMARGO, C. E. de O.; CASTRO J. L.; de; CAMARGO, M. B. P. de. Épocas de semeadura de triticale em Capão Bonito, SP. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.12, p.2193-2202,1999.
- FELICIO, J. C.; CAMARGO, C. E. de O.; FERREIRA FILHO, A. W. P.; PAULO BOLLER GALLO, P. B. Avaliação de genótipos de triticale e trigo em ambientes favoráveis e desfavoráveis no Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v.60, n.2, p.83-91, 2001a.
- FELICIO, J. C.; CAMARGO, C. E. de O.; GERMANI, R.; GALLO, P. B.; PEREIRA, J. C. V. N. A.; BORTOLETTO, N.; JUNIOR, A. P. Influência do ambiente no rendimento e na qualidade de grãos de genótipos de trigo com irrigação por aspersão no Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v.60, n.2, p.111-120, 2001b.
- FELICIO, J. C.; CAMARGO, C. E. de O.; PIZZINATTO, A.; CASTRO, J. L.; GALLO, P. B. Comportamento agrônomo e avaliação tecnológica de genótipos de triticale no Estado de São Paulo em 1988 a 1989. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.28, n.3, p.281-294. 1993.
- FELICIO, J. C.; CAMARGO, C. E. O.; SILVÉRIO, J. C.; PEDRO JUNIOR, M. J. Trigo: três épocas de semeadura em Paranapanema, SP, de 1981-1985. **Bragantia**, Campinas, v.49, n.2, p.371-390. 1990.
- MUNDSTOCK, C. M. **Cultivo dos cereais de estação fria**. Editora NBS: Porto Alegre (RS), 1983. 265p.
- RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. & FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**, 2.ed. Campinas: Instituto Agrônomo & Fundação IAC, 1996. 285p. (Boletim Técnico, 100).
- SOUZA, F.G.A.; TUBELIS, A. Determinação do período crítico de irrigação na cultura do trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.17, n.8, p.1193-1198, 1982.
- TAGLIARI, P.S. Triticale uma nova (e boa) alternativa de inverno. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.9, n.1, p.21-23, 1996.

THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. **The water balance**. Centerton: Drexel Institute of Technology, 1955. 104p.

TRINDADE, M. da G. ; STONE, L. F.; HEINEMANN, A. B.; CÁNOVAS, A. D.; MOREIRA, J. A. A. Nitrogênio e água como fatores de produtividade do trigo no cerrado. **Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambient.**, Campina Grande, v.10, n.1, p. 24-29. 2006.