

RESPOSTA DA PRODUTIVIDADE DE HÍBRIDOS DE MILHO CULTIVADO EM DIFERENTES ESTRATÉGIAS DE IRRIGAÇÃO

Fátima Cibele Soares¹; Marcia Xavier Peiter²; Adroaldo Dias Robaina¹; Ana Rita Costenaro Parizi¹; Cleiton José Ramão³; Gisele Aparecida Vivan¹

¹Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, fatimacibele@yahoo.com.br

²Departamento de Engenharia Rural, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS

³Universidade Federal do Pampa, Itaqui, RS

1 RESUMO

O aumento da produtividade das áreas cultivadas no Rio Grande do Sul deve-se principalmente ao uso de sistemas de irrigação. Porém, o manejo inadequado destes sistemas pode ser um fator limitante à produção das culturas irrigadas e dentre os elementos a serem considerados para um eficiente controle de regas, pode-se destacar o indicador de déficit hídrico que pode ser via solo, planta ou através da estimativa da demanda evaporativa da atmosfera. Este trabalho teve por objetivo avaliar a produtividade de dois híbridos de milho cultivados sob estratégias de irrigação com diferentes indicadores e lâminas, no município de Jaguari, RS. Os tratamentos constaram de três diferentes estratégias de irrigação: T1 – sensores dielétricos de umidade do solo, T2 - 100% de reposição da evaporação de Tanque Classe A e T3 - 80% de reposição da evaporação de Tanque Classe A. Os híbridos de milho testados foram: BM 1201 e BRS 3150, utilizando-se um sistema de irrigação do tipo mini-pivô central. Na colheita determinou-se os componentes de produção, que foram submetidos a análise de variância e comparação de médias. Os manejos de irrigação influenciaram nos componentes de produção e no rendimento final dos dois híbridos testados. O híbrido BRS 3150 apresentou maior produtividade comparado ao híbrido BM 1201 para as estratégias com sensores de umidade de solo e reposição de 80% da evaporação do Tanque Classe A, sendo que para a estratégia de 100% da evaporação do Tanque Classe A, o híbrido BM 1201 apresentou maior produção.

UNITERMOS: *Zea mays* L., manejo de irrigação, parâmetros de cultura, rendimento de grãos

SOARES, F.C.; PEITER, M.X.; ROBAINA, A.D.; PARIZI, A.R.C.; RAMÃO, C.J; VIVAN, G.A. MAIZE HYBRIDS PRODUCTIVITY RESPONSE, CULTIVATED UNDER DIFFERENT IRRIGATION STRATEGIES

2 ABSTRACT

This work aimed to evaluate the yield of two corn hybrids cultivated under different irrigation strategies, in Jaguari, RS, Brazil. Treatments consisted of three different irrigation strategies: T1 – measurement sensors of soil moisture, T2 - replacement of 100% of evaporation of Class A Evaporation Pan and T3 - replacement of 80% of evaporation of Class A Evaporation Pan. The tested corn hybrids were BM 1201 and BRS 3150. The experiment was bifactorial, and a central mini-pivot irrigation system was used. At harvest time, the plants were located in a

stove at 65°C, until reaching constant mass and yield components were determined. Data were analyzed through the analyses of variance and mean comparison, (Tukey's test) at 5%. The irrigation management influenced the yield components and the final yield of the two tested hybrids; the hybrid BRS 3150 presented a greater productivity compared to the hybrid BM 1201 for measurement sensors of humidity and replacement of 80% of evaporation of Class A Evaporation Pan, whereas the hybrid BM 1202 had bigger production for the replacement of 100% of evaporation of Class A Evaporation Pan.

KEYWORDS: *Zea mays* L., irrigation management, culture parameters, grain yield.

3 INTRODUÇÃO

Dentre os fatores de produção, a água é o que mais limita os rendimentos das plantas cultivadas, principalmente em regiões com precipitações pluviais irregulares. A irrigação suplementar constitui uma alternativa de maximizar a produtividade e reduzir o risco do investimento realizado, propiciando um maior número de safras ao ano com maior geração de renda e inserção nas cadeias produtivas.

De acordo com Bernardo et al. (2006), a quantidade de água necessária para determinada cultura é um dado básico que deve ser conhecido para um manejo adequado de qualquer projeto de irrigação. Aplicações de água insuficientes repõem a água apenas nas camadas superficiais do solo, não umedecendo a região das raízes. Por outro lado, irrigações excessivas acarretam perda de água e nutrientes, pela percolação abaixo da zona das raízes, além de favorecer a proliferação de microorganismos patogênicos (Costa, 2004).

No Brasil, a grande maioria dos usuários da agricultura irrigada não adota qualquer estratégia de uso e manejo racional da água de irrigação. Apesar da disponibilidade de vários métodos de manejo, os irrigantes não têm sido receptivos a qualquer método em particular (Espindula Neto, 2002). Existem diferentes procedimentos que podem ser adotados como critérios apropriados para realização do manejo da água de irrigação, sendo a maioria baseada em medidas do "status" da água em um ou mais componentes do sistema solo-planta-atmosfera (James, 1988). Os métodos de controle de rega podem ser classificados em três categorias básicas, de acordo com o indicador de déficit hídrico utilizado (Gardner, 1988): (i) indicador solo, (ii) indicador planta, e, (iii) indicador clima.

A seleção do método de controle das irrigações, ou seja, da estratégia de irrigação é um fator preponderante para o sucesso da atividade. De acordo com Clyma (1996), a chave para o melhoramento do manejo da água da irrigação está na seleção da estratégia. Este autor apresenta diversos exemplos práticos de fracasso da programação da irrigação devido à seleção inadequada de estratégias de manejo. Dentre as principais causas destes fracassos pode-se citar a variabilidade espacial da área irrigada em solo e clima e a deficiência de mão-de-obra qualificada para as determinações exigidas pela estratégia selecionada. Assim, os resultados do método de controle de rega de uma estratégia adequada de irrigação, além de atender aos objetivos do irrigante, devem ser representativos da área irrigada. Singh et al. (1995) e Reichardt (1990) entre outros, sugerem a combinação de dois ou o uso dos três indicadores de déficit hídrico, o que poderá atenuar o efeito da variabilidade espacial de clima e solo da área irrigada.

O manejo de irrigação via solo, que compreende a avaliação do conteúdo de água no solo através de seu potencial para determinação do momento de rega é, talvez, o mais antigo procedimento dentre aqueles que hoje são utilizados. Entre as desvantagens desta metodologia

pode-se citar: (i) a dificuldade de determinações exatas para a curva característica de água no solo; (ii) a variabilidade espacial da curva característica no perfil de solo e na área avaliada; e, (iii) as restrições nas medidas com o tensiômetro, que é o equipamento de medida mais utilizado para medida do potencial de água no solo. Entretanto, com o advento de equipamentos eletrônicos para a medida direta do conteúdo de água no solo, novas propostas foram feitas para identificação do momento ideal da irrigação. Dentre estes métodos destacam-se aqueles que abrangem sensores eletrométricos e por dissipação térmica, sonda de nêutrons, sonda enviroscan, TDR (reflectometria no domínio do tempo), tomografia computadorizada e atenuação de raios gama.

Outra forma de determinar o momento da rega é a caracterização da planta ou do dossel vegetativo. De acordo com Itier & Brunet (1996), Itier et al. (1990) e Begg & Turner (1976), o melhor indicador de déficit hídrico de uma cultura é a própria cultura devido às suas interfaces com todo o sistema solo-planta-atmosfera. Portanto, a quantificação das alterações morfo-fisiológicas e a caracterização da cultura em diferentes regimes hídricos têm sido tão exaustivamente estudada nas últimas três décadas.

O manejo da irrigação via clima pode ser realizado pela reposição da água consumida pela cultura desde a última irrigação, ou, ainda, por meio do balanço hídrico. O balanço hídrico considera todos os fluxos de água que entram e saem do volume de solo explorado pelas raízes. A irrigação, a precipitação e a ascensão capilar são as componentes de entrada no balanço hídrico e as perdas por percolação profunda, escoamento superficial e consumo de água pelas plantas são as componentes de saída.

De acordo com Bernardo (1989), a evapotranspiração (ETp) e a precipitação efetiva são os dois principais parâmetros necessários para a estimativa da quantidade de irrigação de uma cultura. A ETp é também indicada por este autor como um dos parâmetros mais utilizados para a determinação das épocas de irrigação. A justificativa para isto é dada por Phene et al. (1992): "*como o destino da água evaporada e transpirada é a atmosfera, quando esta é adequadamente avaliada, o momento da rega poderá ser estimado com acuracidade*". A utilização da ETp para a determinação do momento de rega, normalmente está relacionada ao cálculo do balanço hídrico do sistema. A estimativa da evapotranspiração de uma cultura pode ser realizada através de muitos métodos, tais como: (i) Penman (1948), (ii) Blaney-Criddle (1950), (iii) Jensen-Haise (1963), (iv) Van Bavel (1966), (v) Priestley-Taylor (1972), Doorenbos & Pruitt, (1977) e outros.

Na grande maioria das áreas em que é realizado o manejo de irrigação, o método mais utilizado é o baseado nas características atmosféricas, em virtude deste ser obtido com maior rapidez e facilidade. No entanto, este método perde em precisão quando comparado ao manejo via solo, que tem uma menor aceitação pelos irrigantes, pelo fato deste método ser mais oneroso e trabalhoso na sua determinação (Henrique, 2006).

De acordo com Miranda et al. (2001) e Oliveira et al. (2000), dentre os diversos tipos de manejo de irrigação, a determinação de umidade do solo constitui uma importante ferramenta nos estudos relacionados com movimento de água no solo e manejo de irrigação. Ainda estes autores apontam este método de manejo, como sendo o mais eficiente no uso da água, elevando resultados de produção com maior economia deste recurso. Dentre os métodos de manejo de irrigação, Oliveira et al. (2000) ressaltaram que existe diferença na quantidade de água aplicada entre o método da tensiometria (com indicador via solo) e do tanque Classe A (com indicador via clima), destacando em maior eficiência do uso da água, para as culturas, o manejo via solo. Porém, segundo Rodrigues et al. (1997) têm-se destacado, pela sua operacionalidade, aqueles que estimam o consumo de água pelas culturas, ou seja, a evapotranspiração.

Lopes (2006) em trabalho realizado com a cultura do feijão no estado de São Paulo, avaliando dois métodos de manejo de irrigação, um por tensiometria (manejo via solo) e outro pelo tanque Classe “A” (manejo via clima) em área irrigada, observou que o manejo com tensiometria resultou em redução da lâmina aplicada em relação ao manejo com tanque classe A sem que ocorresse redução na produtividade de grãos. Como consequência, o consumo de água por quilograma de grão produzido pelas plantas, no tratamento com manejo via solo (tensiômetro), foi menor do que no manejo com tanque classe A. Em grande escala de produção, isto significa melhor utilização dos recursos hídricos disponíveis uma vez que, embora a água, de acordo com Rodrigues et al. (1997), na maior parte do Brasil, é um recurso relativamente farto, sua utilização deve ser otimizada para atender às diversas demandas, que muitas vezes são conflitantes.

Em função da necessidade do uso de técnicas racionais para o manejo da agricultura irrigada, o presente trabalho tem por objetivo avaliar a produtividade de dois híbridos de milho, quando submetidos a dois métodos de manejo de irrigação: manejo via solo e manejo via clima, no município de Jaguari, RS.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no ano agrícola 2005/2006, desenvolvido em área experimental do Centro Tecnológico do Vale do Jaguari (CTVJ), no município de Jaguari, RS. A área localiza-se na latitude de 29°27'36''S e longitude 54°43'44''W. Os tratamentos constaram de três diferentes estratégias de irrigação: (a) sensores dielétricos de umidade de solo, modelo EchoProbe indicando valores iguais ou inferiores a 75% da capacidade de água disponível (CAD) – Tratamento T1, (b) 100% de reposição da evaporação de Tanque Classe “A” – Tratamento T2, e, (c) 80% de reposição da evaporação de Tanque Classe “A” – Tratamento T3, com dois híbridos da Linha Biomatrix: BM 1201 e BRS 3150. Em todos os tratamentos foi considerada a CAD do solo na profundidade efetiva do sistema radicular (profundidade equivalente a 80% da profundidade total alcançado pelo sistema radicular).

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x2 com duas repetições para cada tratamento que foram constituídos de estratégias de irrigação (três estratégias) no primeiro fator e híbridos de milho (duas estratégias) no segundo fator, sendo ambos qualitativos. Cada parcela constituiu de uma área cultivada com 1.814 m².

O solo foi preparado convencionalmente, com uma aração seguida de gradagem. A adubação de base (NPK) foi realizada junto à semeadura com 380 kg/ha da formulação 5-25-20. A adução nitrogenada de cobertura (100 kg N ha⁻¹) foi parcelada em duas aplicações, aos 30 dias após a emergência (DAE) e aos 60 DAE. A semeadura foi realizada no dia 16 de dezembro de 2005 com uma semeadora de duas linhas. Utilizou-se espaçamento de 0,8m entre linhas e 4 sementes m⁻¹ linear perfazendo uma população de aproximadamente 50.000 plantas ha⁻¹. Para aplicação das lâminas de irrigação foi utilizado um sistema de irrigação do tipo mini-pivô central setorial com 270° de ângulo irrigado e raio irrigado de 135,9m. Dividiu-se a área irrigada pelo pivô em três setores de 45°, onde foram aplicados os diferentes tratamentos de irrigação. A variação da lâmina a ser aplicada para os diferentes setores foi feita através da variação da velocidade de rotação do pivô.

O manejo da irrigação para os tratamentos T2 e T3 foi realizado pela evapotranspiração da cultura (ETc), estimada pelo método do tanque “Classe A”, segundo Allen et al. (1998a e b) e a chuva total coletada em um pluviômetro. O cálculo da lâmina

líquida real (LR), tomada como referência para a lâmina de irrigação a ser aplicada foi obtido da seguinte expressão:

$$LR = \sum_{t_i}^{t_j} (ETc - P) \dots\dots\dots [1]$$

em que, (tj-ti) - duração do intervalo, entre duas irrigações (sete dias); ETc (mm dia⁻¹) foi estimada de acordo com a expressão:

$$ETc = ECA Kp Kc \dots\dots\dots [2]$$

onde: ECA - evaporação medida no tanque “Classe A” (mm dia⁻¹); Kp - coeficiente de tanque (adimensional) cujas determinações foram baseadas em Allen et al. (1998a), e Kc - coeficiente de cultura simplificado (adimensional), estimado diariamente para a cultura do milho, de acordo com Allen et al. (1998b).

A colheita foi realizada em 28 de abril de 2006, onde foram coletadas 16 plantas de cada tratamento, sorteadas aleatoriamente. Antes da colheita procedeu-se a contagem do número de plantas m⁻² e o número de espigas planta⁻¹. Após a colheita, as plantas foram colocadas em estufa a 65°C, até atingir massa constante, onde determinou-se a massa seca (MS) de colmo, folhas, palha, pendão, grãos e sabugo. Realizou-se a contagem do número de grãos espiga⁻¹ e o peso de mil grãos. Os valores do rendimento de grãos foram corrigidos para 13% de umidade.

As hipóteses testadas foram para repetições, interação AxD, efeito principal do Fator A (estratégias de irrigação) e efeito principal do Fator D (híbridos de milho). No teste de hipóteses testou-se Fc (valores de F calculados) > F5% (valores tabelados em nível de 5% de probabilidade de erro) hipótese de rejeição de H0 em favor de H1 e existência de heterogeneidade entre os parâmetros testados, existindo diferença significativa. Para Fc < F5% hipótese de aceitação de H0, existência de homogeneidade para os parâmetros testados, não existindo diferença significativa.

Os dados foram submetidos à análise estatística, pelo software Assistat, 7.5. Para as variáveis em que houve significância a comparação de médias foi realizada pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta o número de irrigações, lâmina média aplicada irrigação⁻¹, lâmina total irrigada e precipitação pluvial ao longo do ciclo vital da cultura de milho para três tratamentos de irrigação.

Observa-se através da Tabela 1 que foram realizadas sete irrigações em cada tratamento. Sendo que a lâmina média aplicada foi de 19,81 mm e a irrigação total média foi de 138,67 mm. A precipitação pluvial durante o ciclo vital da cultura do milho foi de 287,5 mm com um total de água aplicado médio, ou seja, irrigação e precipitação pluviométrica de 426,17 mm.

Tabela 1. Valores das lâminas de irrigações e precipitação ao longo do ciclo vital das culturas de milho para três tratamentos de irrigação.

Tratamento	Nº de Irrigações	Lâmina Média Aplicada (mm)	Lâmina Total Aplicada Irrigação ⁻¹ (mm)	Precipitação Pluvial (mm)	Lâmina total (mm)
T1	7	22,28	156	287,5	443,5
T2	7	20,57	144	287,5	431,5
T3	7	16,57	116	287,5	403,5
Média	7	19,81	138,67	287,50	426,17

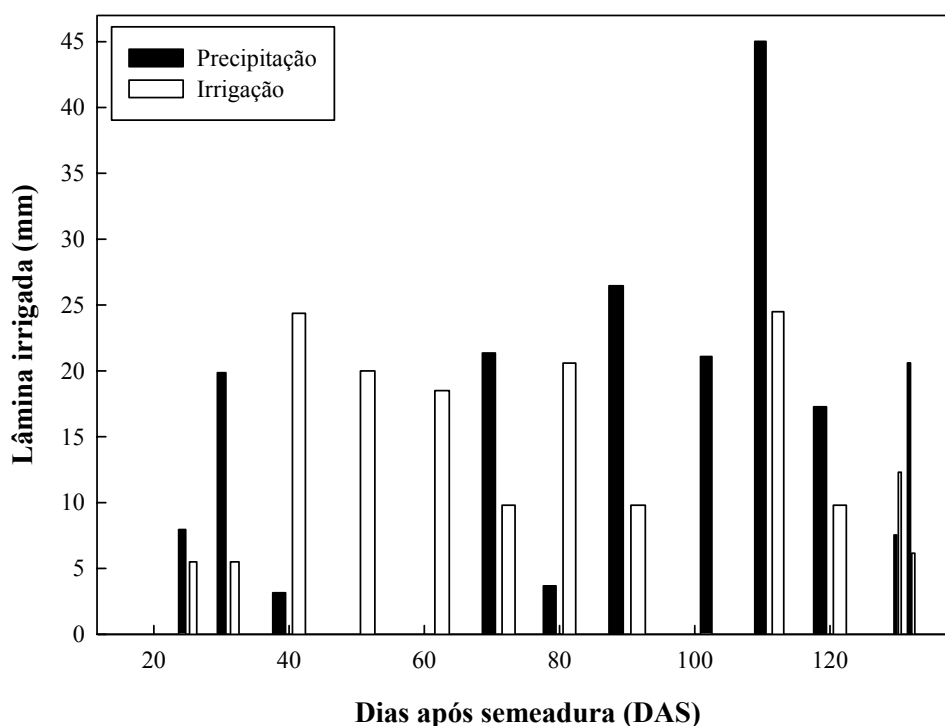
T1 = Sensores dielétricos de umidade do solo.

T2 = Tanque Classe “A” 100% do valor da evaporação.

T3 = Tanque Classe “A” 80% do valor da evaporação.

A precipitação total de 287,5 mm não atendeu as necessidades hídricas da cultura, uma vez que de acordo com Fancelli, (2001), esta cultura exige um mínimo de 400 à 600 mm de água, e uso consuntivo, frequentemente oscila entre 4 a 6 mm dia⁻¹. Sendo assim necessária a utilização de irrigação suplementar, para atender as exigências da cultura.

A Figura 1 mostra os valores de precipitação pluviométrica durante o período de desenvolvimento do experimento e as irrigações efetuadas em cada tratamento.

**Figura 1.** Precipitação pluviométrica (mm) e irrigação (mm) ao longo do ciclo de cultivo do milho.

Observa-se que o maior valor de precipitação pluvial ocorreu entre os 70 e 80 DAS. Nesta fase a cultura encontrava-se no estágio de desenvolvimento R3, ou seja, grão leitoso.

A Tabela 2 apresenta os valores médios obtidos de massa de colmos (MC), massa de folhas (MF), massa de pendão (MPE), massa de palha (MP), massa de sabugo (MS), massa de grãos espiga⁻¹ (MG), massa de mil grãos (MMG), número médio de grãos espiga⁻¹ (NGE) e massa seca total (MST) de milho (g planta⁻¹) e seus respectivos índices de colheita (IC) dos híbridos BM 1201 e BRS 3150 cultivados em três estratégias de irrigação (T1, T2 e T3) sob sistema de pivô central.

Tabela 2. Valores médios dos componentes de produção (g planta⁻¹), dos híbridos BM 1201 e BRS 3150 e seus respectivos índices de colheita (IC).

Variedade	Componente de rendimento (g planta ⁻¹) ²	Manejo de Irrigação			CV(%) ¹
		T1	T2	T3	
BM 1201	Massa de Colmos	42,34	40,08	46,49	13,19
	Massa de Folhas	51,49	49,16	53,74	7,46
	Massa de Pendão	2,69	2,71	2,74	18,15
	Massa de Palha	32,83	28,26	27,86	23,07
	Massa de Sabugo	34,44	25,66	31,98	20,47
	Massa de Grãos espiga ⁻¹	170,29	164,06	159,44	9,36
	Massa de mil grãos	100,72	99,26	98,17	2,23
	Nº médio de grãos espiga ⁻¹	476,94	445,12	488,37	5,76
	Massa seca total	334,08	309,92	322,26	
	Índice de colheita	0,51	0,53	0,49	
BRS 3150	Massa de Colmos	65,35	62,91	52,08	13,19
	Massa de Folhas	65,35	62,91	52,08	7,46
	Massa de Pendão	2,76	3,40	2,42	18,15
	Massa de Palha	43,02	43,79	37,16	23,07
	Massa de Sabugo	31,74	32,23	27,53	20,47
	Massa de Grãos espiga ⁻¹	178,02	186,66	152,36	9,36
	Massa de mil grãos	112,89	107,22	118,49	2,23
	Nº médio de grãos espiga ⁻¹	430,44	460,50	428,46	5,76
	Massa seca total	386,23	391,89	323,63	
	Índice de colheita	0,46	0,48	0,47	

¹coeficiente de variação (%).

²valores do componente seco em estufa a 60°C até atingir massa constante.

Através da análise da variância aplicada, observou-se que para os componentes, massa de colmo e folha somente houve diferença estatística entre os híbridos, para os componentes, número de grãos por espiga e peso de mil grãos, observou-se diferença estatística entre os híbridos e na interação entre as estratégias de irrigação e os híbridos. Enquanto que os componentes: massa de pendão, massa de palha, massa de sabugo e massa de grãos espiga⁻¹, não houve diferença estatística entre: as estratégias de irrigação, híbridos e interações. Para os componentes em que observou-se diferença significativa, a seguir serão resultados os resultados da análise estatística.

Para a variável massa de colmo e massa de folha observou-se diferença significativa entre os híbridos (fator D) em nível $\alpha \leq 5\%$, pois a massa de colmo apresentou $F_{5\%(9;72)} = 6,61$ menor que o $F_c = 19,08$, e a massa de folha apresentou $F_{5\%(9;72)} = 6,61$ menor que o $F_c = 8,90$, neste caso rejeita-se H_0 . Para identificar a diferença entre os híbridos, procede-se um teste de comparação múltipla de médias, o que pode ser visualizado na Tabela 3.

Os valores obtidos de coeficiente de variação (CV) para estes parâmetros, Tabela 1, são considerados, de acordo Gomes (2000), médio (13.29%) e baixo (7.46%) para massa de colmos e massa de folhas, respectivamente. Observa-se que o híbrido BRS 3150 apresentou os maiores valores médios de massa de colmo e folha, diferindo significativamente do híbrido BM 1201, porém como já foi ressaltado anteriormente, para essas variáveis não houve diferença estatística quanto às estratégias de manejo de irrigação.

Tabela 3. Efeito principal do Fator D para massa média de colmo e folhas de dois híbridos de milho.

Fator D	Massa Média Colmo (g)	Massa Média Folha (g)
BRS 3150	60,113 a ¹	58,531 a
BM 1201	42,971 b	51,465 b

¹Médias não ligadas pela mesma letra, na coluna, diferem pelo teste Tukey.

A superioridade entre cultivares híbridas já foi verificada em outras ocasiões por Gomes (1990), Ribeiro et al. (1999), Allard & Bradshaw, (1964), uma vez que o desempenho de uma cultivar pode se dar em função da homeostase individual, que predomina no caso dos híbridos. Ainda Souza (2002), avaliando 37 cultivares comerciais e pré-comerciais de milho no estado do Paraná encontrou diferença estatisticamente significativa para os mesmos componentes de produção, entre as cultivares analisadas.

Para os componentes de massa de pendão, massa de palha, massa de sabugo e massa de grãos espiga⁻¹, não ocorreram diferenças estatisticamente significativa nos fatores testados e nas interações entre eles. Os coeficientes de variação mostraram-se altos, com exceção da massa de grãos espiga⁻¹ que foi de 9.36% (Gomes, 2000). Para esses componentes, os diferentes manejos de irrigação adotados, não apresentaram diferença. Estes resultados discordam dos encontrados por Lopes, (2004) e Lopes, (2006), que testando dois métodos de manejo de irrigação na cultura do feijoeiro, observaram que os melhores resultados de componentes de produtividade foram encontrados com manejo de irrigação pelo método de tensiometria, via solo, diferindo significativamente do manejo via clima, utilizando tanque classe A.

Para os componentes de massa de mil grãos e número de grãos por espiga, observou-se valores de $F_c > F_{5\%}$ para o Fator A e para a interação A x D, portanto, ocorreu heterogeneidade entre os híbridos de milho e na interação estratégias de irrigação x híbridos, para essas variáveis.

Porém para o fator D observou-se diferença em nível $\alpha \leq 5\%$, uma vez que para a massa média de mil grãos $F_{5\%(9;72)} = 6,61$ foi menor que o $F_c = 97,01$, e para número de grãos por espiga $F_{5\%(9;72)} = 6,61$ menor que o $F_c = 20,88$, rejeitando-se H_0 . Para identificar a diferença estatística entre os híbridos, aplicou-se em nível de 5% de probabilidade o teste de Tukey, o que pode ser visualizado na Tabela 4.

Tabela 4. Efeito principal do Fator D para o peso de mil grãos.

Fator D	Média do peso de mil grãos	Número de grãos por espiga
BRS 3150	112,87 a ¹	406,465 b
BM 1201	99,38 b	473,375 a ¹

¹Médias não ligadas pela mesma letra diferem pelo teste Tukey.

Resultados semelhantes foram obtidos por Camará (2007) que obteve diferença estatisticamente significativa no peso médio de mil grãos e número de grãos por espiga, entre 13 cultivares de milho, cultivados no município de Mossoró, RN, na safra 99/00. Ainda, Silva et al., (2001) em experimento realizado em Ipangaçu, RN, com o objetivo de avaliar o rendimento das espigas de 22 cultivares de híbridos milho, obteve diferença estatisticamente entre quase todas as cultivares para os parâmetros peso de mil sementes e número de grãos por espiga. Estas diferenças entre os híbridos segundo Hallauer & Sears (1973) é devido a variabilidade genética das cultivares.

Porém, estes resultados encontrados, discordam de Silva & Silva (1991), que avaliando 10 cultivares de milho, não observaram diferenças entre os parâmetros peso de mil grãos e número de grãos por espiga, estes autores encontraram uma variação na produção final de grãos de 22%.

Para os componentes de massa de mil grãos e número de grãos por espiga, somente foi observada diferença significativa na interação entre os fatores, estratégias de irrigação (fator A) e híbridos de milho (fator D), pois para massa média de mil grãos $F_{5\%(9;72)} = 5,79$ é menor que o $F_c = 7,02$, e para número de grãos por espiga $F_{5\%(9;72)} = 5,79$ é menor que o $F_c = 13,79$, rejeitando-se H_0 . Para identificar a diferença estatística entre as interações, aplicou-se em nível de 5% de probabilidade o teste de Tukey, o que pode ser visualizado nas Tabelas 5 e 6.

Tabela 5. Efeito da interação AxD para o peso de mil grãos.

Níveis do Fator D			
BM 1201		BRS 3150	
Fator A	Média	Fator A	Média
T1	100,722 a ¹	80% rep. Tanq. Classe A	118,489 a
T2	99,256 ab	Sensores dielétricos	112,889 b
T3	98,167 ab	100% rep. Tanq. Classe A	107,222 b

¹Médias não ligadas pela mesma letra, na coluna, diferem pelo teste Tukey.

Observa-se que para o híbrido BM 1201, o maior valor de peso de mil grãos (100,72 g) foi observado no manejo de irrigação com sensores dielétricos de umidade do solo, porém não diferiu estatisticamente dos demais manejos. Para o híbrido BRS 3150 o maior valor, para essa variável foi observada com a estratégia de manejo de irrigação com 80% de reposição da evaporação do Tanque Classe “A”, diferindo estatisticamente dos demais manejos de irrigação.

Tabela 6. Efeito da interação AxD para no número de grãos por espiga.

Níveis do Fator D			
BM 1201		BRS 3150	
Fator A	Média	Fator A	Média
T1	498,063 a ¹	T1	460,500 a
T2	476,938 ab	T2	430,438 ab
T3	445,125 ab	T3	328,458 b

¹Médias não ligadas pela mesma letra, na coluna, diferem pelo teste Tukey.

Observa-se que para o híbrido BM 1201, a estratégia de irrigação que apresentou o maior número de grãos por espiga (9.498,06) foi com 80% da reposição da evaporação de Tanque Classe “A”, no entanto esta não diferiu estatisticamente das demais estratégias de irrigação. Já na cultivar BRS 3150 a melhor estratégia de manejo de irrigação foi com 100%

da reposição da evaporação de Tanque Classe “A”, com uma média de 460,5 grãos por espiga, diferindo estaticamente apenas do manejo com 80 % de reposição do tanque classe A. Os coeficientes de variação para estes parâmetros foram baixos, 2.23% e 5.76%, para massa de mil grãos e número médio de mil grãos, respectivamente.

Os valores encontrados estão de acordo com Parizi (2007), porém esta autora quando testando diferentes lâminas de irrigação, em cultivar híbrida de milho, não encontrou diferença estatisticamente significada entre os tratamentos de irrigação, com manejo desta da irrigação via clima. Ainda, nas mesmas condições de manejo da irrigação, Bernardon (2005) em experimento com milho irrigado, cultivar AG 9020, obteve resultados semelhantes, com valores médios de 497 grãos.espiga⁻¹ aos 144 dias após emergência (DAE), encontrando diferença estatística entre estes parâmetros,.

Estes resultados também concordam com os obtidos por Bergonci et.al (2001) que encontrou 426,38 grãos.espiga⁻¹ em condições com suplementação hídrica para a cultura do milho. Argenta et.al (2001) obtiveram 501 e 524 grãos.espiga⁻¹ para os híbridos Cargill 901 e Braskalb XL 212 respectivamente, com uma população média de 50.000 plantas.m⁻², para um experimento conduzido no município de Eldorado do Sul, na região da Depressão Central do Estado do Rio Grande do Sul, no ano agrícola de 1997/1998.

A Figura 2 mostra os índices de colheita (IC) obtidos para os dois híbridos de milho em três estratégias de irrigação.

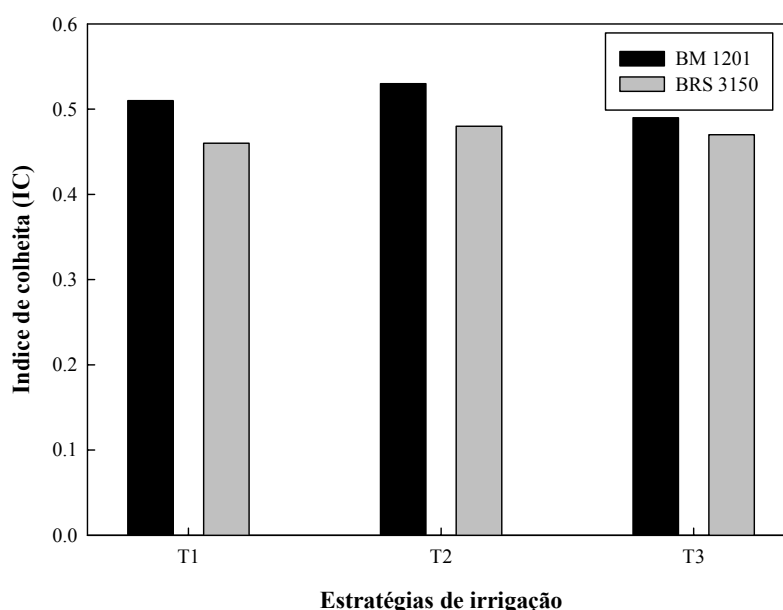


Figura 2. Índices de colheita (IC) obtidos para os híbridos de milho em três estratégias de irrigação.

Os índices de colheita variaram de 0.49 a 0.53% para o híbrido BM 1201 e de 0.46 a 0.48% para o híbrido BRS 3150. O maior valor de índice de colheita ocorreu na estratégia de irrigação de 100% de reposição da evaporação do Tanque Classe "A".

Casagrande & Filho (2002) trabalhando com adubação nitrogenada em híbridos de milho C333B e C444, obtiveram índices de colheita de 44% e de 42%. Estes mesmos autores citam Ulloa et al. (1982) que obtiveram valores para o índice de colheita ao redor de 43%,

trabalhando com os híbridos C111x (precoce) e C511 (tardio) e Osaki (1995) obteve entre híbridos tropicais e temperados índices de colheita que variaram de 38 a 52%.

A tabela 7 apresenta os valores obtidos de produtividade final em kg ha⁻¹ para os dois híbridos estudados.

Tabela 7. Produção de grãos (kg ha⁻¹) para dois híbridos de milho em três estratégias de irrigação.

Estratégia de Irrigação	Produção de grãos (kg ha ⁻¹)	
	BM 1201	BRS 3150
T1	8054,165a ¹	8236,278a
T2	7671,430a	8370,603a
T3	8330,254a	6583,751a

¹Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade de erro.

Através desta tabela pode-se observar que para o híbrido BM 1201 a maior produtividade foi obtida na estratégia de irrigação com 100% de reposição do Tanque Classe “A”, enquanto que para o híbrido BRS 3150 a maior produtividade foi observada na estratégia de 80% de reposição o Tanque Classe “A”. Porém, em ambos os híbridos não foi observada diferença significativa entre as distintas estratégias de irrigação testadas. Estes resultados estão de acordo com Pavani et al., (2008), uma vez que estes descreveram, que métodos de manejo de irrigação que utilizam tensiômetros ou o tanque Classe A possibilitam a adoção da irrigação como técnica para o aumento da rentabilidade do sistema agrícola. Estes mesmos autores observaram que o manejo de irrigação utilizando o Tanque Classe A, apresentou maior produtividade e eficiência do uso da água, para a cultura do feijoeiro, quando comparado com o manejo de irrigação por tensiometria.

Porém Lopes et al. (2004) ressaltam que o método de tensiometria possibilita melhor entendimento das reais condições hídricas do solo na região do sistema radicular da cultura por monitorar as variações diárias do potencial mátrico do solo e, indiretamente, a variação do armazenamento de água na zona radicular da cultura.

6 CONCLUSÃO

De acordo com a metodologia e nas condições em que o experimento foi conduzido pode concluir que:

Os manejos de irrigação influenciaram nos componentes de produção e no rendimento final dos dois híbridos testados;

O híbrido BRS 3150 apresentou maior produtividade, comparado ao híbrido BM 1201 para as estratégias com manejo de irrigação com os sensores dielétricos de umidade de água no solo e reposição de 80% da evaporação do Tanque Classe “A”, sendo que para a estratégia de 100% da evaporação do Tanque Classe “A”, o híbrido BM 1201 apresentou maior produção.

Para ambos os híbridos as diferentes estratégias de irrigação não apresentaram diferença significativa na produtividade final de grãos.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLARD, R.W.; BRADSHAW, A. D. Implications of genotype-environmental interaction in applied plant breeding. **Crop Science**, Madison, v. 4, n.2, p. 503-508, 1964.
- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. ETc - single crop coefficient (Kc) In: _____. **Crop evapotranspiration**. Roma: FAO, 1998b, p. 103-134.
- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. Pan evaporation method. In: _____. **Crop evapotranspiration**. Roma: FAO, 1998a, p. 78-85.
- ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F. da.; SANGOI, L. Arranjos de plantas em milho: análise do estado – da – arte. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 6, p. 1075–1084, 2001.
- BEGG, J. E.; TURNER, N. C. Crop water deficits. In: BRADY, N.C. **Advances in Agronomy**. New York, Academic Press, v.28, n. 1, p.161-217, 1976.
- BERGONCI, J. I., et al. Eficiência da irrigação em rendimento de grãos e matéria seca de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 7, p.949-956, 2001.
- BERNARDO, S. **Manual de Irrigação**. 8. ed. Viçosa: UFV. 1989. 596 p.
- BERNARDO, S. **Manual de Irrigação**. 8. ed. Viçosa: UFV, 2006. 625 p.
- BERNARDON, T. **Componentes de produtividade de grãos de milho (Zea mays L.), visando obter parâmetros para agricultura de precisão**. 2005. 95 f. Dissertação (Mestrado em Geomática) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.
- BLANEY, H. F.; CRIDDLE, W. D. Determining water requirements in irrigated areas from climatological and irrigation data. **Soil Conservation Service**. Tech. Publ, v. 96, n.17, p. 135-139, 1950.
- CÂMARA, T. M. M. Rendimento de grãos verdes e secos de cultivares de milho. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 54, n. 331, p.87–92, 2007.
- CASAGRANDE, J. R. R.; FILHO, D. F. Adubação nitrogenada na cultura de milho safrinha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 1, p. 33-40, 2002.
- CLYMA, W. Irrigation Scheduling Revisited Historical Evaluation and Reformulation of the Concept. In: PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL CONFERENCE IN EVAPORATION AND IRRIGATION SCHEDULING, 1996, San Antonio. **Anais...** San Antonio, ASAE, 1996. 626-631 p.
- COSTA, S. V. **Desenvolvimento e calibração de um mini-tanque evaporimétrico**. 2004. 80 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola)–Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2004.

DOORENBOS, J.; PRUITT, W. O. **Guidelines for predicting crop water requirements**. Roma, FAO, 1977, 194 p.

ESPINDULA NETO, D. **Uso racional de água e de energia elétrica na cafeicultura irrigada por pivô central e gotejamento**. 2002. 126 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) -Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.

FANCELLI, A. L. Ecofisiologia de plantas de lavouras. In: CARLESSO, R. (ed.). **Irrigação por aspersão no Rio Grande do Sul**. Santa Maria, 2001, p. 59-73.

GARDNER, W. H. A historical perspective on measurement of soil and plant water status. **Irrigation Science**, v. 4, n.2, p. 255-264, 1988.

GOMES, L. S. **Interação genótipo x época de plantio em milho (*Zea mays* L.) em dois locais do oeste do Paraná**. 1990. 148 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/Universidade de São Paulo. Piracicaba, 1990.

GOMES, P. F. **Curso de Estatística Experimental**. 14. ed. Piracicaba: Degaspari, 2000. 477p.

HALLAUER, A. R.; SEARS, J. H. Changes in quantitative traits associated with inbreeding in a synthetic variety of maize. **Crop Science**, Madison, v.13, n. 2, p.327-330, 1973.

HENRIQUE, F. A. N. **Estimativa da Evapotranspiração de Referência em Campina Grande-Pb**. 2006. 107 f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2006.

ITIER, B.; BRUNET, Y. Recent developments and present trends in evaporation research: a partial survey. In: Camp, C.R.; Sadler, E. J., Yoder, R. E. (eds). **Evapotranspiration and irrigation scheduling**, 1996. p 1-20.

ITIER, N.B.; KATERJI, D.; FERREIRA, I. Relative evapotranspiration in relation to soil water deficit and predawn leaf water potential - Application to tomato crop. **Acta Horticulturae**. Leuven v. 278, n. 2, p.101-112, 1990.

JAMES, L. G. **Principles of farm irrigation system design**. New York: John Wiley & Sons, Krieger Publishing Company, 1988. 543 p.

JENSEN, M. E. Summary and challengers. In: **Irrigation Scheduling Conference**, Chicago, 1981. Irrigation Scheduling for a water energy conservation in the 80's; proceedings. St. Joseph, ASAE, 1981. 225p.

JENSEN, M. E.; HAISE, H. R. Estimating evapotranspiration from solar radiation. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, New York, v. 89, n. 2, p. 15-41, 1963.

LOPES, A. S. **Manejo do solo e da irrigação na cultura do feijoeiro sob pivô central**. 2006. 155 f. Tese (Doutorado em agronomia). Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2006.

LOPES, A. S. et al. Manejo da irrigação (tensiometria e balanço hídrico climatológico) para a cultura do feijoeiro em sistemas de cultivo direto e convencional. **Engenharia Agrícola**, v. 24, n. 1, p.89-100, 2004.

MIRANDA, J. H.; GONÇALVES, A.C.; CARVALHO, D. F. Água e solo In: MIRANDA, J. H.; PIRES, R. C. M. **Irrigação**. Piracicaba: SBEA, 2001. p.1-62.

OLIVEIRA, L. F. C.; NASCIMENTO, J. L.; STONE, L. F. Demanda total de água do feijoeiro nos sistemas de plantio convencional e direto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 29, 2000, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBEA, 2000. p. 12-16.

OSAKI, M. Comparison of productivity between tropical and temperate maize. **Soil Science and Plant Nutrition**, Tokyo, v. 41, n. 3, p. 439-450, 1995.

PARIZI, A. R. C. **Efeito de diferentes estratégias de irrigação sob as culturas de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) e milho (*Zea mays* L.) na região de Santiago, RS**. 2007. 124 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

PAVANI, L. C.; LOPES, A. S.; GALBEIRO, R. B. Manejo da Irrigação na Cultura do Feijoeiro em Sistemas Plantio Direto e Convencional. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.28, n.1, p.12-21, 2008.

PENMAN, H. L. Natural evaporation from open water, bare soil and grass. **Royal Society of Edinburgh**. London, v.3, n.193, p.120-146, 1948.

PHENE, C. J. et al. Sensing irrigation needs. In: HOFFMAN, G.J.; HOWELL, T.A.; SOLOMON, K. H. **Farm irrigation systems**. St. Joseph, MI, ASAE. Cap.8, p.207-261. 1992.

PRIESTLEY, C. H. B.; TAYLOR, R. J. On the assessment of surface heat flux and evaporation using large-scale parameters. **Month. Weather Rev**, v.100, n.2, p.81-92, 1972.

REICHARDT, K. **A água em sistemas agrícolas**. 1. Ed. Piracicaba: Manole, 1990. 188p.

RIBEIRO, P. H. E.; SANTOS, M. X.; RAMALHO, M. A. P. Interação cultivares de milho x épocas de semeadura em diferentes ambientes do Estado de Minas Gerais. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 46, n. 267, p. 531-542, 1999.

RODRIGUES, L. N.; MANTOVANI, E. C.; RAMOS, M. M.; SEDIYAMA, G. C. O modelo de Ritchie na determinação da evapotranspiração do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) irrigado. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 44, n. 252, p.191-204, 1997.

SILVA, K. M. B.; SILVA P. S. L. Produtividade de grãos verdes e secos de milho e de caupi. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 9, n. 2, p. 87-89, 1991.

SILVA, P. S. L.; SILVA, E. S.; ROCHA, E. L.; CAMACHO, R. G. V. Rendimento de espigas verdes de cultivares de milho avaliados com práticas culturais de um agricultor de Ipanguaçu-RN. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 14, n. 2, p.65-70, 2001.

SINGH, B.; BOIVIN, J.; KIRKPATRICK, G.; HUM, B. Automatic Irrigation Scheduling System (AISSUM): Principles and Applications. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, v.121, n.1, p.43-56, 1955.

SOUZA, F. R. S.; RIBEIRO, P. H. E.; VELOSO, C. A. C.; CORRÊA, L. A. Produtividade e estabilidade fenotípica de cultivares de milho em três municípios do Estado do Pará. **Pesquisa Agropecuária brasileira**, Brasília, v. 37, n. 9, p. 1269-1274, 2002.

ULLOA, A. M. C.; LIBARDI, P. L.; REICHARDT, K. **Utilização do nitrogênio fertilizante por dois híbridos de milho**. Campinas: Fundação Cargill, p.66, 1982.

VAN BAVEL, C.H.M. Potential evaporation: the combination concept and its experimental verification. **Water Resources Research**, v.2, n.2, p.455-467, 1966.