

Bases morfofisiológicas para diferenças de produtividade entre regiões produtoras de arroz irrigado em Santa Catarina

Luís Sangoi¹, Moacir Antonio Schiocchet², Daniéli Girardi³, Paula Bianchet³, Amauri Schmitt³, Jefferson Vieira³, Willian Giordani³ e Diego Eduardo Schenatto³

Resumo – Este trabalho foi conduzido objetivando identificar as bases morfológicas e fisiológicas para as diferenças de produtividade registradas em duas regiões produtoras de arroz irrigado do estado de Santa Catarina (SC). Os experimentos foram conduzidos em campo nos municípios de Itajaí e Pouso Redondo, SC, utilizando o sistema de cultivo pré-germinado. Em cada local foram testados cinco genótipos de arroz irrigado. Avaliaram-se os caracteres área foliar do colmo principal, incidência de doenças, teor de clorofila da folha bandeira, rendimento de grãos e seus componentes. A produtividade média dos cinco genótipos foi de 11,4t.ha⁻¹ em Pouso Redondo e de 9,7t.ha⁻¹ em Itajaí. O número de grãos por panícula foi o componente do rendimento que melhor explicou as diferenças de produtividade registradas entre locais. A maior área foliar do colmo principal, o maior teor de clorofila da folha bandeira e a menor incidência de doenças foram características morfofisiológicas que contribuíram para a maior produtividade. A maior disponibilidade de radiação, os menores valores da temperatura atmosférica máxima e a menor umidade relativa do ar são características ambientais que provavelmente contribuem para o maior rendimento de grãos do arroz irrigado em Pouso Redondo.

Termos para indexação: *Oriza sativa*, rendimento de grãos, morfologia, fisiologia.

Morpho-physiological bases for productivity differences between paddy rice production regions in Santa Catarina

ABSTRACT: This work was carried out aiming to identify morphological and physiological bases that help to explain grain yield differences between two paddy rice production regions in Santa Catarina State (SC). Two field experiments were set, in the cities of Itajaí and Pouso Redondo, SC, using the water-seed production system. Five genotypes were assessed at each place. Main stem leaf area, disease incidence, flag leaf chlorophyll content, grain yield and its components were measured. The five genotypes average productivity of grains was 11.4 t ha⁻¹ in Pouso Redondo and 9.7 t ha⁻¹ in Itajaí. The number of grains per panicle was the yield component that better explained productivity differences between experimental sites. The larger main stem leaf area, the higher flag leaf chlorophyll content and the lower disease incidence were morpho-physiological traits that contributed to the higher productivities in Pouso Redondo. The greater solar radiation availability, the lower values of maximum air temperature and the smaller air relative humidity content are environmental factors that probably contributed to the higher grain yield of paddy rice in Pouso Redondo.

Key words: *Oriza sativa*. Grain yield. Morphology. Physiology.

Introdução

O arroz irrigado é cultivado em aproximadamente 149.000ha no estado de Santa Catarina, distribuídos em cinco regiões com condições geográficas e edafoclimáticas distintas: Alto, Médio e Baixo Vale do Itajaí, Litoral Norte e Região Sul. A lavoura é conduzida predominantemente no sistema pré-germinado (Sosbai, 2010).

Os experimentos conduzidos no Estado de Santa Catarina evidenciam que a maior produtividade é obtida no Alto Vale do Itajaí (Schiocchet et al., 2011). Nessa região se destaca o município de Agronômica, considerado recordista mundial em produtividade de arroz, que colhe média superior a 11.000kg.ha⁻¹ por safra e atinge patamares acima de 13.000kg.ha⁻¹ em algumas lavouras (Bianchet, 2006).

Existem vários fatores que influenciam a produtividade das principais plantas da lavoura. Além dos fatores intrínsecos à planta e das condições edafoclimáticas da região de cultivo, o manejo utilizado interfere na produção de fitomassa, na interceptação da radiação solar, no acúmulo de fotoassimilados e, conseqüentemente, na produtividade de grãos (Argenta et al., 2003).

Recebido em 17/9/2013. Aceito para publicação em 19/12/2013.

¹ Engenheiro-agrônomo, Dr., Professor, Universidade do Estado de Santa Catarina, Av. Luís de Camões, 2090, 88520-000 Lages, SC, e-mail: a2ls@cav.udesc.br.

² Engenheiro-agrônomo, Dr., Pesquisador, Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri), Rod. Antônio Heil, Km 6, 6800, 88318-112 Itajaí, SC, e-mail: mschio@epagri.sc.gov.br.

³ Aluno(a) da Universidade do Estado de Santa Catarina.

A produtividade de grãos de arroz irrigado pode ser expressa como o produto de três componentes principais: número de panículas por unidade de área, número de grãos por panícula e massa de grãos. A magnitude de contribuição desses componentes sobre o rendimento de grãos é determinada em diferentes períodos de desenvolvimento da cultura. Ela depende das condições ambientais, principalmente da radiação solar, da temperatura do ar, da temperatura da água, do manejo cultural e da disponibilidade de nutrientes (Carmona et al., 2002; Fageria & Baligar, 2005; Fageria, 2007).

Diversas causas têm sido arroladas para explicar a maior produtividade registrada no Alto Vale do Itajaí. Entre elas destacam-se o clima mais favorável à formação dos componentes do rendimento, a maior fertilidade do solo e o maior investimento dos produtores em práticas de manejo que favorecem o crescimento e desenvolvimento da cultura (Bianchet, 2006).

Os orizicultores das regiões litorâneas e do Baixo e Médio Vale do Itajaí questionam frequentemente as razões pelas quais as propriedades do Alto Vale do Itajaí alcançam maior produtividade de grãos para que possam utilizar essa tecnologia em suas lavouras e, assim, atingir maior produtividade na área em que plantam. Esse conhecimento poderá ser útil para elevar a produtividade em todo o estado de Santa Catarina, trazendo satisfação dos agricultores que buscam alta produtividade num ambiente controlado e equilibrado.

Para identificar essas causas, são necessários estudos das afinidades e inter-relacionamento dos componentes do rendimento associados às características edafoclimáticas dos diferentes locais e períodos de cultivo. Com base nisso, este trabalho foi conduzido com o objetivo de identificar as bases morfológicas e fisiológicas para as diferenças de produtividade registradas em duas importantes

regiões produtoras de arroz irrigado no estado de Santa Catarina.

Material e métodos

Os experimentos foram conduzidos no campo no ano agrícola de 2010/11, utilizando a rede de ensaios regionais que a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri) conduz todos os anos com os cultivares recomendados e as linhagens em fase final de avaliação. Foram escolhidos dois ensaios, localizados nos municípios de Pouso Redondo (representativo da região do Alto Vale) e Itajaí (representativo da região do Baixo Vale e Litoral Norte).

O município de Itajaí está localizado a 5 metros de altitude. Suas coordenadas geográficas são 26°54'28" latitude sul e 48°39'43" longitude oeste. O solo da área experimental é do tipo Gleissolo Háplico Tb distrófico (Embrapa, 2006). Pouso Redondo localiza-se a uma latitude de 27°15'29" sul e a uma longitude de 49°56'02" oeste, estando a uma altitude de 354 metros. O solo da área experimental é um Cambissolo Háplico Tb distrófico (Embrapa, 2006).

Em cada local, avaliaram-se os cultivares Epagri 106 e Epagri 108, e as linhagens SC 637, SC 536 e SC 471. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso com quatro repetições por tratamento. Cada parcela foi constituída de 15m de comprimento e 4m de largura. Dentro de cada parcela se demarcou uma área de 6m² na qual se procedeu a todas as avaliações feitas no trabalho.

O preparo da área foi realizado utilizando-se uma enxada rotativa por duas vezes, com o solo inundado, objetivando a formação da lama. Após o preparo, os quadros foram nivelados com um pranchão de madeira, formando-se uma lâmina de água de aproximadamente 10cm duas semanas antes da semeadura do arroz. A semeadura dos ensaios foi realizada com sementes pré-germinadas nos dias 6 de outubro de 2010 em Pouso Redondo e 13 de outubro de 2010 em Itajaí.

A quantidade de sementes utilizada para cada genótipo foi equivalente a 120kg.ha⁻¹. Nos dois locais foram aplicados 40kg.ha⁻¹ de P₂O₅, 60kg.ha⁻¹ de K₂O e 120kg.ha⁻¹ de N, de acordo com os resultados das análises de solo realizadas previamente nas áreas experimentais. O fósforo e o potássio foram incorporados ao solo no dia da semeadura. A adubação nitrogenada foi feita em cobertura, sendo fracionada em três aplicações: 40kg.ha⁻¹ de N no início do perfilhamento, 40kg.ha⁻¹ de N no perfilhamento pleno e 40kg.ha⁻¹ de N na diferenciação da panícula. O manejo da cultura foi idêntico nos dois locais e seguiu recomendações técnicas da pesquisa para o sul do Brasil (Sosbai, 2010).

Na fase de florescimento avaliaram-se os seguintes caracteres: número de perfilhos (contando em 20 plantas escolhidas aleatoriamente em cada parcela), número de folhas verdes (contando as folhas totalmente expandidas das mesmas 20 plantas utilizadas para aferição do número de perfilhos com menos de 50% da área foliar senescida) e senescidas (folhas com mais de 50% da área foliar senescida), estatura de planta (estimada em 10 plantas medindo a distância da base do colmo até a extremidade da inflorescência), incidência de doenças (presença ou não de doenças nas folhas verdes das 20 plantas), área foliar do colmo principal (medindo comprimento e largura de todas as folhas verdes do colmo principal de 10 plantas), área foliar da folha bandeira (estimada nas mesmas plantas usadas para aferir a área foliar do colmo principal), teor de clorofila (leitura efetuada pelo medidor portátil de clorofila na folha bandeira de 10 plantas por parcela) e teor de nitrogênio da folha bandeira (estimado conforme metodologia descrita por Tedesco et al., 1995).

A colheita do cultivar Epagri 106 foi realizada no dia 4 de fevereiro de 2011 em Itajaí e no dia 9 de fevereiro de 2011 em Pouso Redondo. Os outros genótipos foram colhidos no dia 3 de março de 2011 em Itajaí e no dia 11 de ▶

março de 2011 em Pouso Redondo. Em cada parcela foi colhida uma área de 6m² para determinação do rendimento de grãos. Dentro dessa área foram separadas amostradas de 0,25m², nas quais foram avaliados os componentes do rendimento, que foram: número de panículas por área, número de grãos por panícula e massa de 1.000 grãos.

Coletaram-se as informações climáticas referentes a temperatura atmosférica, radiação solar e umidade relativa do ar fornecidas pelas estações meteorológicas da Epagri, localizadas nos municípios de Itajaí e Ituporanga (representativo do Alto Vale, visto não haver estação meteorológica em Pouso Redondo). Esses dados foram utilizados para avaliar a possível influência de fatores climáticos nas diferenças de produtividade registradas entre as regiões.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F. Quando alcançada significância estatística, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Duncan, ao nível 5% de probabilidade de erro.

Resultados e discussão

Houve diferenças significativas entre os locais para todos os caracteres avaliados na fase de florescimento. O número de folhas verdes e senescidas foi maior em Pouso Redondo do que em Itajaí (Tabela 1). As menores temperaturas atmosféricas registradas no Alto Vale do Itajaí alongaram a fase de desenvolvimento vegetativo, aumentando o perfilhamento e a produção de folhas em Pouso Redondo (Figura 1, A). A velocidade de perfilhamento das plantas de arroz aumenta quando a temperatura ambiente se situa entre 15°C e 30°C, sendo reduzida na presença de temperaturas maiores do que 30°C (Fageria, 2007).

A incidência de doenças foliares também diferiu entre genótipos nos dois locais. Tanto em Itajaí quanto em Pouso Redondo, o cultivar Epagri 106

Tabela 1. Número de perfilhos e de folhas e incidência de doenças foliares por planta no florescimento de genótipos de arroz irrigado em Itajaí e Pouso Redondo, ano agrícola 2010/2011

Local	Genótipo	Florescimento			Incidência de doença ⁽¹⁾ (%)
		Perfilhos (nº)	Folhas verdes (nº)	Folhas senescidas (nº)	
Itajaí	SC 471	3 ^{ns}	18	11	10 bc
	SC 536	3	16	10	8,2 cd
	SC 637	2	14	8	21 a
	Epagri 106	3	18	9	2 ef
	Epagri 108	2	13	8	17,8 ab
Pouso Redondo	SC 471	5	31	18	2,8 de
	SC 536	4	26	15	0,9 e
	SC 637	3	18	10	5,6 ef
	Epagri 106	4	26	9	0 f
	Epagri 108	3	26	14	1,7 ef
Média	SC 471	4	25 A	15 a	6,4
	SC 536	4	21 ab	13 ab	4,6
	SC 637	3	16 B	9 b	13,3
	Epagri 106	4	22 ab	9 b	1,0
	Epagri 108	3	20 ab	11 ab	9,8
Itajaí		3 B*	16 B	9 B	12 A
Pouso Redondo		4 A	25 A	13 A	2 B

⁽¹⁾ Porcentagem das folhas que apresentavam sintomas de doenças foliares.

ns = Médias que não diferem significativamente na coluna com base no teste F (p < 0,05).

Notas: - Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan (p < 0,05).

- Letras minúsculas na coluna comparam genótipos, e letras maiúsculas comparam locais.

foi o que apresentou menor quantidade de folhas com sintomas de doenças na floração (Tabela 1). Isso possivelmente se deve ao fato de esse cultivar ser pouco cultivado em Santa Catarina há vários anos. Assim, é possível que as principais raças dos fungos causadores de doenças foliares prevalentes no Estado sejam pouco virulentas a esse cultivar (Bogo et al., 2010).

Em Itajaí, as plantas apresentaram estatura mais elevada, menor área foliar no colmo principal, menor teor de clorofila e de N na folha bandeira em relação ao desempenho constatado no município de Pouso Redondo (Tabela 2). A linhagem SC 637 evidenciou a maior estatura, atingindo 121cm em Itajaí. O cv. Epagri 106 apresentou a menor estatura nos dois locais. Isso provavelmente se deve a sua maior precocidade, característica que

diminui o número de entrenós e a estatura da planta (Bianchet, 2006). A maior temperatura do ar constatada em Itajaí possivelmente estimulou o alongamento dos entrenós do colmo, resultando em plantas mais altas (Figura 1, A). Por outro lado, o maior número de folhas verdes contribuiu para a maior área foliar do colmo principal em Pouso Redondo (Tabelas 1 e 2).

Como mais de 50% do nitrogênio (N) nas folhas estão na clorofila, o maior teor de N na folha bandeira foi responsável também por sua maior porcentagem de clorofila em Pouso Redondo. Além disso, a maior incidência de doenças nos cultivares de Itajaí pode ter propiciado uma redução do teor de nitrogênio nas folhas bandeiras do arroz. Esse comportamento foi reportado por Fageria & Prabhu (2004), França et al. (2008) e Zañão Junior et al. (2010), que

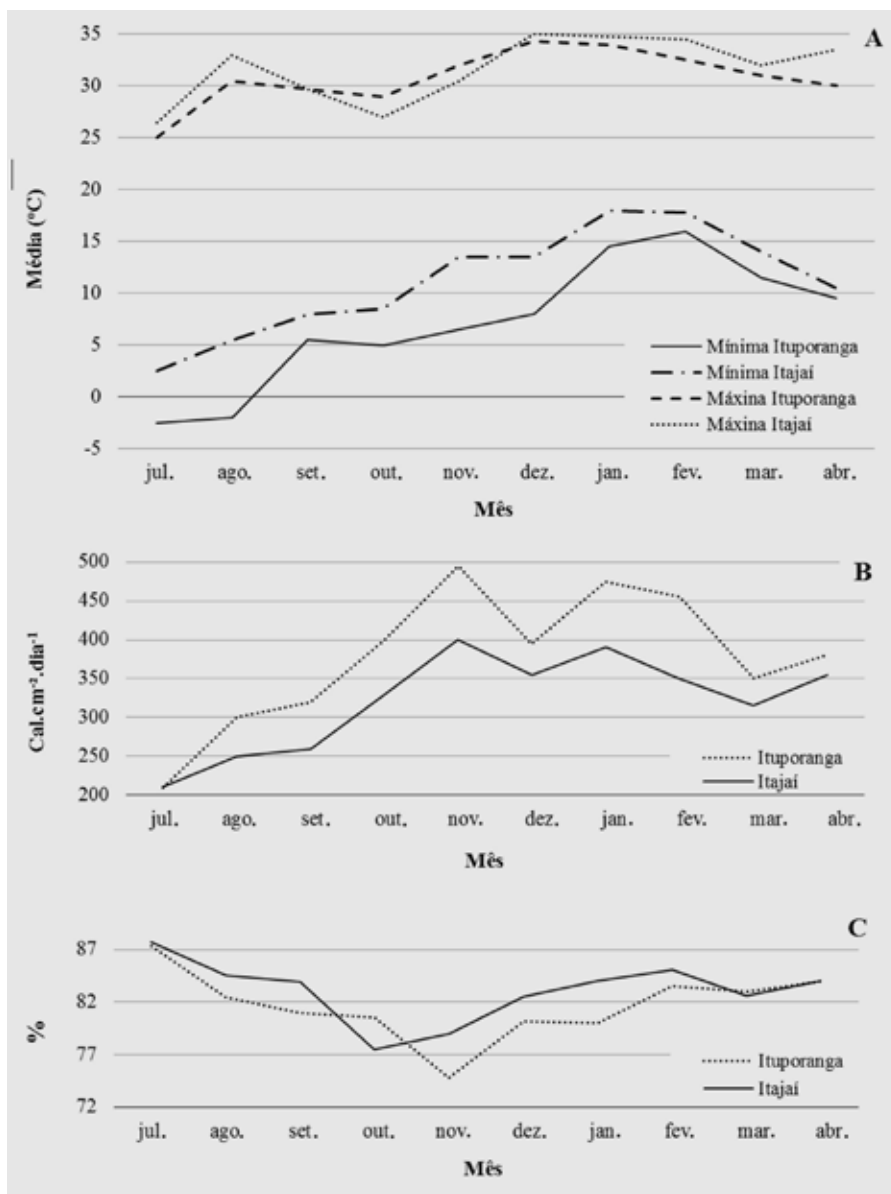


Figura 1. (A) Médias mensais das temperaturas atmosféricas mínimas e máximas, (B) radiação solar e (C) umidade relativa do ar registradas em Ituporanga e Itajaí entre julho de 2010 e abril de 2011

constataram redução dos teores foliares de N em plantas infectadas por doenças fúngicas.

A média de produtividade dos cinco genótipos avaliados foi 18% maior em Pouso Redondo do que em Itajaí, corroborando os resultados dos ensaios regionais de competição de cultivares reportados por Schiocchet et al. (2011) no estado de Santa Catarina (Tabela 3). O número de grãos por panícula foi o componente do rendimento responsável pela diferença de produtividade registrada entre os dois locais estudados. Esse

comportamento também foi observado por Ottis & Talbert (2005), quando avaliaram o rendimento de grãos de cultivares de arroz em diferentes densidades de semeadura. O número de panículas, a massa de 1.000 grãos e a esterilidade de espiguetas não diferiram estatisticamente entre as regiões. Os componentes número de panículas, número de grãos por panícula e massa de 1.000 grãos também não apresentaram interação entre local e genótipo.

Cultivares e linhagens de ciclo tardio evidenciaram maior produtividade em

Pouso Redondo do que em Itajaí (Tabela 3). Por outro lado, constatou-se que as menores diferenças de produtividade entre os dois locais foram registradas para o cultivar de ciclo precoce Epagri 106, de menor potencial produtivo. Isso demonstra que as diferenças de produtividade entre locais tendem a estreitar-se quando os tetos de produtividade são menores.

A maior produtividade detectada em Pouso Redondo foi favorecida por maior área foliar do colmo principal, maior teor de clorofila da folha bandeira e menor incidência de doenças foliares (Tabelas 1, 2 e 3). Essas três características possivelmente aumentaram a atividade fotossintética das folhas, contribuindo para a diferenciação das espiguetas, para sua fertilização e para a obtenção de maior número de grãos por panícula na colheita.

As temperaturas máximas no Alto Vale foram menores do que as temperaturas máximas em Itajaí a partir de dezembro (Figura 1, A). Isso também pode explicar o melhor desempenho do arroz na região de Pouso Redondo. Altas temperaturas aumentam a respiração, reduzindo a disponibilidade de carboidratos para a formação de grãos (Fageria, 2007). Esse efeito é mais nocivo principalmente à noite, quando a cultura não está realizando fotossíntese. O florescimento ocorreu no início de fevereiro para o cultivar Epagri 108 e as linhagens SC 637, SC 536 e SC 471 nos dois locais, onde a temperatura máxima para esse período foi de 34,2°C em Itajaí e 32,4°C em Ituporanga.

A disponibilidade de radiação solar no Alto Vale foi maior do que o verificado em Itajaí (Figura 1, B). Durante os meses de janeiro e fevereiro, nos quais ocorreram o desenvolvimento das espiguetas e o florescimento da cultura, Ituporanga registrou 455cal.cm⁻².dia⁻¹, enquanto em Itajaí a média foi de 369cal.cm⁻².dia⁻¹. De acordo com Carmona et al. (2002), a produtividade do arroz irrigado está diretamente relacionada à disponibilidade de radiação solar. Isso ocorre porque nessas áreas a água não é limitante

Tabela 2. Parâmetros morfológicos e fisiológicos de plantas na floração de genótipos de arroz irrigado em Itajaí e Pouso Redondo no ano agrícola 2010/11

Local	Genótipo	Estatura (cm)	Área foliar do colmo principal (m ²)	Área foliar da folha bandeira (cm ²)	Teor de clorofila (%)	Teor de nitrogênio (%)
Itajaí	SC 471	105 cd*	0,13 Abc	49 ab	31 De	2,9 d
	SC 536	110 bc	0,12 bc	47 b	30 e	3,08 cd
	SC 637	121 a	0,08 de	46 b	32 cd	3,01 d
	Epagri 106	100 de	0,09 cd	43 bc	36 b	3,7 b
	Epagri 108	111 bc	0,07 de	44 bc	29 e	3,08 cd
Pouso Redondo	SC 471	95 e	0,11 bcd	46 b	33 cd	2,9 d
	SC 536	106 cd	0,14 ab	49 ab	33 cd	3,3 c
	SC 637	113 b	0,14 ab	58 a	37 b	3,01 d
	Epagri 106	85 f	0,04 e	34 c	41 a	4,1 a
	Epagri 108	102 d	0,17 a	50 ab	34 c	3,08 cd
Média	SC 471	100 ^{ns}	0,12	48	32	2,9
	SC 536	108	0,13	48	32	3,19
	SC 637	117	0,11	52	35	3,01
	Epagri 106	93	0,07	39	39	3,9
	Epagri 108	107	0,12	47	32	3,08
Itajaí		109,4 A	0,098 B	45,8	31,6 B	3,15 B
Pouso Redondo		100,2 B	0,12 A	47,4	35,6 A	3,28 A

ns = Médias que não diferem significativamente na coluna com base no teste F (p < 0,05).

Notas: - Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan (p < 0,05).

- Letras minúsculas na coluna comparam genótipos, e letras maiúsculas comparam locais.

Tabela 3. Rendimento de grãos, componentes do rendimento e esterilidade de espiguetas de genótipos de arroz irrigado em Itajaí e Pouso Redondo no ano agrícola 2010/11

Local	Genótipo	Panículas por m ² (nº)	Grãos por panícula (nº)	Esterilidade (%)	Massa 1000 grãos (g)	Rendimento de grãos (t ha ⁻¹)
Itajaí	SC 471	703 ^{ns}	83	19,2 ab	28,3	9,0 c
	SC 536	750	71	18,3 ab	29,5	10,8 abc
	SC 637	687	93	25,3 a	28,1	9,0 c
	Epagri 106	559	73	9,2 c	27,5	9,9 bc
	Epagri 108	637	83	14,7 bc	28,5	9,6 bc
Pouso Redondo	SC 471	693	97	21,2 ab	27,4	11,2 abc
	SC 536	573	93	27,5 a	29,4	11,0 abc
	SC 637	591	110	20,3 ab	27,5	12,8 a
	Epagri 106	522	90	8,2 c	27,2	9,7 bc
	Epagri 108	575	101	12,8 bc	28,3	12,3 ab
Média	SC 471	698 a*	90 ab	20,2	27,8 bc	10,1
	SC 536	661,5 a	82 b	22,9	29,4 a	10,9
	SC 637	639 ab	101,5 a	22,8	27,8 bc	10,9
	Epagri 106	540,5 b	81,5 b	8,7	27,4 c	9,8
	Epagri 108	606 ab	92 ab	13,8	28,4 b	10,9
Itajaí		667,2	80,6 B	17,3	28,4	9,7 B
Pouso Redondo		590,8	98,2 A	18,0	28,0	11,4 A

ns = Médias que não diferem significativamente na coluna com base no teste F (P<0,05).

Notas: - Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan (p < 0,05).

- Letras minúsculas na coluna comparam genótipos, e letras maiúsculas comparam locais

ao desenvolvimento da cultura, e os estresses biológicos e as condições adversas do solo são mínimos. Com isso, o rendimento potencial da cultura é condicionado à temperatura do ar e à radiação solar. Essas duas variáveis interferem na atividade fotossintética da planta, disponibilizando maior quantidade de carboidratos para a definição de seu potencial produtivo.

A partir do mês de novembro, a umidade relativa do ar foi menor em Ituporanga em comparação com Itajaí (Figura 1, C). A menor umidade relativa do ar é importante para reduzir o período de deposição de orvalho sobre as folhas, restringindo a incidência de doenças foliares, retardando a senescência e mantendo as folhas fisiologicamente ativas por mais tempo (Sentelhas, 2004; Bogo et al., 2010). Assim, o maior percentual de umidade relativa do ar em Itajaí favoreceu o aumento da incidência de doenças foliares na floração (Tabela 2), contribuindo para reduzir o rendimento de grãos nesse local.

Os resultados obtidos no presente trabalho indicam que as diferenças de produtividade registradas entre locais provavelmente não podem ser atribuídas ao manejo da cultura, pois as práticas culturais utilizadas da semeadura até a colheita foram semelhantes em Itajaí e Pouso Redondo. Portanto, pode-se inferir que características climáticas relacionadas a temperatura, radiação solar e umidade relativa do ar foram mais relevantes para as diferenças de produtividade observadas entre os dois ambientes.

Conclusões

A maior área foliar do colmo principal, o maior teor de nitrogênio e de clorofila da folha bandeira e a menor incidência de doenças foliares na floração são características morfofisiológicas que contribuíram para aumentar o número de grãos por panícula e o rendimento de grãos do arroz irrigado em Pouso Redondo.

A maior disponibilidade de radiação

solar, os menores valores de temperatura máxima e a menor umidade relativa do ar são características climáticas que favorecem a obtenção de maiores rendimentos em Pouso Redondo do que em Itajaí.

Referências

1. ARGENTA, G.; SANGOI, L.; SILVA, P.R.F. da et al. Potencial de rendimento de grãos de milho em dois ambientes e cinco sistemas de produção. *Scientia Agraria*, Curitiba, v.4, n.1-2, p.27-34, 2003.
2. BIANCHET, P.P. **Períodos de drenagem do solo no perfilamento em arroz irrigado cultivado no sistema pré-germinado**. 2006. 90f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, SC, 2006.
3. BOGO, A.; CASA, R.T.; SANGOI, L. et al. Períodos de drenagem do solo no perfilamento, progresso da brusone e rendimento de grãos de cultivares de arroz irrigado no sistema pré-germinado. *Summa Phytopathologica*, Botucatu, v.36, p.233-236, 2010.
4. CARMONA, L.C.; BERLATO, M.A.; BERGONCI, J.I. Relação entre elementos meteorológicos e rendimento de arroz irrigado no Estado do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v.10, n.2, p.289-294, 2002.
5. EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Brasília, 2006. 306p.
6. FAGERIA, N.K. Yield physiology of rice. *Journal of Plant Nutrition*, v.30, p.843-879, 2007.
7. FAGERIA, N.K.; BALIGAR, V.C. Enhancing nitrogen use efficiency in crop plants. *Advances in Agronomy*, v.88, p.97-185, 2005.

8. FAGERIA, N.K.; PRABHU, A.S. Controle de brusone e manejo de nitrogênio em cultivo de arroz irrigado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.39, n.2, p.123-129, 2004.
9. FRANÇA, M.G.C.; ARAÚJO, A.P.; ROSSIELO, R.O. Relações entre crescimento vegetativo e acúmulo de nitrogênio em duas cultivares de arroz com arquiteturas contrastantes. *Acta Botanica Brasílica*, v.22, p.43-49. 2008.
10. OTTIS, B.V.; TALBERT, R.E. Rice yield components as affected by cultivar and seeding rate. *Agronomy Journal*, v.97, p.1622-1625, 2005.
11. SCHIOCCHE, M.A.; MARSCHALEK, R.; SCHEUERMANN, K.K. et al. Competição regional de linhagens de arroz irrigado em Santa Catarina, safra 2010/11. In. CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 7., 2011. Balneário Camboriú, SC. *Anais...* Itajaí: Sosbai, 2011. p.273-276.
12. SENTELHAS, P.C.; GILLESPIRE, T.J.; MONTEIRO, J.E.A. et al. Estimating leaf wetness duration on a cotton crop from meteorological data. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v.12, n.2, p.235-245, 2004.
13. SOSBAI. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o sul do Brasil**. Bento Gonçalves: SOSBAI, 2010. 188p.
14. TEDESCO, M.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A. **Análise de solo, planta e outros materiais**. Porto Alegre: UFRGS/Faculdade de Agronomia, 1995. 174p. (Boletim Técnico, 5).
15. ZANÃO JÚNIOR, L.A.; FONTES, R.L.F.; ÁVILA, V.T. Teores foliares de nutrientes e de silício em plantas de arroz infectadas por *Bipolaris oryzae*. *Scientia Agraria*, Curitiba, v.11, n.1, p.87-90, 2010. ■