

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA – UDESC
CENTRO DE CIÊNCIAS AGROVETERINÁRIAS – CAV
PROGRAMA DE POS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
MESTRADO EM PRODUÇÃO VEGETAL – MPV**

DANIÉLLE GIRARDI

**BASES MORFOLÓGICAS, FISIOLÓGICAS E ECOLÓGICAS PARA AS
DIFERENÇAS DE PRODUTIVIDADE REGISTRADAS EM DUAS
REGIÕES PRODUTORAS DE ARROZ IRRIGADO DO ESTADO DE
SANTA CATARINA.**

LAGES – SC

2012

DANIÉLLE GIRARDI

**BASES MORFOLÓGICAS, FISIOLÓGICAS E ECOLÓGICAS PARA AS
DIFERENÇAS DE PRODUTIVIDADE REGISTRADAS EM DUAS
REGIÕES PRODUTORAS DE ARROZ IRRIGADO DO ESTADO DE
SANTA CATARINA.**

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências
Agroveterinárias da Universidade do Estado de
Santa Catarina, como requisito parcial para
obtenção do título de Mestre em Produção
Vegetal.

Orientador: Prof. Ph.D. Luís Sangoi
Co-orientador: Dr. Moacir Antônio Schiocchet
Prof. Dr. Clovis Arruda de Souza
Dr. Ronaldir Knoblauch

LAGES – SC

2012

Girardi, Daniéle

Bases morfológicas, fisiológicas e ecológicas para as diferenças de produtividade registradas em duas regiões produtoras de arroz irrigado do Estado de Santa Catarina. / Daniéle Girardi; orientador: Luís Sangoi. – Lages, 2012.
65f.

Inclui referências.

Dissertação (mestrado) – Centro de Ciências Agroveterinárias / UDESC.

1. *Oriza sativa*. 2. Rendimento de grãos. 3. Morfologia. 4. Fisiologia.
I. Título.

CDD – 633.18

DANIÉLLE GIRARDI

**BASES MORFOLÓGICAS, FISIOLÓGICAS E ECOLÓGICAS PARA AS
DIFERENÇAS DE PRODUTIVIDADE REGISTRADAS EM DUAS
REGIÕES PRODUTORAS DE ARROZ IRRIGADO DO ESTADO DE
SANTA CATARINA.**

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal do Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias da Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC.

Aprovado em:

Banca Examinadora:

Homologada em:

Orientador/presidente: Ph.D. Luis Sangoi
(UDESC /Lages)

Dr. Leo Rufato
Coordenador Técnico do Curso de Mestrado
em Produção Vegetal e Coordenador do
Programa de Pós-Graduação em Ciências
Agrárias – UDESC/Lages – SC

Co-orientador/membro: Dr. Moacir
Antônio Schiochet
(EPAGRI/Itajaí)

Dr. Cleimon Eduardo do Amaral Dias
Diretor Geral do Centro de Ciências
Agroveterinárias – UDESC/Lages - SC

Membro: Dr. Clovis Arruda de Souza
(UDESC /Lages)

Membro: Dr. Ronaldir Knoblauch
(EPAGRI/Itajaí)

Lages, março de 2012

*Dedico às pessoas que foram fundamentais
nesta conquista, meus pais, Valdir e Maria
Helena A. Girardi; meus irmãos, Franciélle,
Graziélle, Junior e Neto; meu sobrinho,
Mawan e meu noivo, André Heck.*

AGRADECIMENTOS

A Deus que permitiu estes momentos de lutas e vitórias.

Aos meus pais, pela dedicação incondicional à minha educação e por acreditarem que os meus sonhos são seus sonhos. Meus eternos agradecimentos.

Aos meus irmãos Franciélle, Graziélle, Junior e Neto e meu sobrinho Mawan pelo carinho, apoio e incentivo.

A meu noivo André Heck, pelo incentivo e paciência nos momentos que lhe privei da minha companhia.

Ao professor Luis Sangoi, que além de oferecer orientação, é um ombro amigo, um exemplo de profissional e um “pai adotivo”.

Ao pesquisador da Epagri Moacir Schiocchet, co-orientador deste trabalho, que sempre esteve disposto a me auxiliar.

Aos bolsistas da graduação e pós-graduação, Mariana, Paula, Jeferson, Amauri, Gilmar, Francisco, Diego, Willian e Gustavo pelo fundamental apoio no trabalho de campo e laboratório.

Aos amigos, Camila, Luiz, Ariane e Sabrina, pelas palavras de conforto, pelas risadas e momentos compartilhados. Obrigada por sempre estarem a meu lado!

As amigas, Daiana, Eliana e Andréia, pelas horas de estudo e pela convivência,

A Capes pela bolsa concedida.

A Epagri por disponibilizar as sementes e o espaço para o experimento.

A UDESC, por proporcionar, mais uma vez, um estudo gratuito e de qualidade.

A todos que de alguma forma contribuíram para que esse sonho se tornasse realidade.

Muito obrigada!

“Há momentos de calma... E há momentos agitados, decisivos, em que a boa intenção não basta. É quando a vida nos cobra coragem, arrojo, criatividade e um inabalável espírito de luta”.

RESUMO

GIRARDI, Daniéle. BASES MORFOLÓGICAS, FISIOLÓGICAS E ECOLÓGICAS PARA AS DIFERANÇAS DE PRODUTIVIDADE REGISTRADAS EM DUAS REGIÕES PRODUTORAS DE ARROZ IRRIGADO DO ESTADO DE SANTA CATARINA. 2012. 65 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal – Área: Fisiologia e Manejo de Plantas) – Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Lages, 2012.

Os experimentos de competição de cultivares conduzidos pela Epagri têm demonstrado diferenças significativas nas produtividades obtidas nas três principais macro regiões orizícolas do estado de Santa Catarina: Alto Vale do Itajaí, Baixo Vale/Litoral Norte e região Sul. Consistentemente, os rendimentos de grãos têm sido mais altos no Alto Vale do Itajaí do que nas demais regiões produtoras. Este trabalho teve por objetivo avaliar as características agrônômicas que se correlacionam com a produtividade do arroz irrigado em duas regiões de Santa Catarina, identificando as bases ecológicas, morfológicas e fisiológicas para as diferenças de produtividade. Dois experimentos foram implantados nos municípios de Pouso Redondo (Alto Vale do Itajaí) e Itajaí (Litoral Norte). Em cada local cinco genótipos foram avaliados: as cultivares Epagri 108 e Epagri 106 e as linhagens SC 471, SC 536 e SC 637. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso com quatro repetições. Cada parcela foi constituída de 15 m de comprimento e 4 m de largura. A semeadura foi feita com sementes pré-germinadas, nos dias 6 de outubro de 2010 em Pouso Redondo e 13 de outubro de 2010 em Itajaí. A densidade de semeadura foi de 400 sementes aptas por metro quadrado. Avaliaram-se o número de folhas verdes e senescidas, número de perfilhos e incidência de doenças nas fases de perfilhamento e florescimento. Na fase de florescimento avaliaram-se também a área foliar do colmo principal, teor de clorofila e de nitrogênio da folha bandeira e estatura de planta. Após a colheita determinaram-se o rendimento de grãos e os componentes do rendimento. As informações climáticas referentes à temperatura, radiação solar e umidade relativa do ar foram coletadas utilizando-se estações meteorológicas localizadas próximas aos locais experimentais. Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Duncan ($P < 0,05$). A produtividade média do arroz irrigado em Pouso Redondo foi 18% maior do que em Itajaí. O principal componente do rendimento responsável pelas diferenças de produtividade registradas entre locais foi o número de grãos produzidos por panícula. A maior área foliar do colmo principal, o maior teor de N e de clorofila da folha bandeira e a menor incidência de doenças na floração foram características que contribuíram para o maior rendimento de grãos do arroz em Pouso Redondo. A maior disponibilidade de radiação, as menores temperaturas médias na fase reprodutiva e a menor umidade relativa do ar foram fatores ambientais que contribuíram para a obtenção rendimentos de grãos elevados no Alto Vale do Itajaí.

Palavras-chave: *Oriza sativa*. Rendimento de Grãos. Morfologia. Fisiologia.

ABSTRACT

GIRARDI, Daniéle. MORPHOLOGICAL, PHYSIOLOGICAL AND ECOLOGICAL BASES FOR THE PRODUCTIVITY DIFFERENCES BETWEEN TWO PADDY RICE PRODUCTION REGIONS IN SANTA CATARINA STATE. Product Registration in major producing regions of irrigated rice in Santa Catarina. 2012. 65 f. Dissertation (MSc in Plant Production - Area: Plant Physiology and Management) - Santa Catarina State University. Graduate Program in Plant Production, Lages, 2012.

The experiments of competing cultivars carried out by Epagri have shown differences in grain yield among the three main paddy rice production regions of Santa Catarina State: High Itajai Valley, Low Itajaí Valley/North Coast and South Coast. Consistently, grain yield has been higher in High Itajai Valley than in the other production regions. This work was conducted aiming to evaluate agronomic traits that are correlated with paddy rice productivity at two regions of Santa Catarina State, identifying ecological, morphological and physiological characteristics that help to explain grain yield differences between production regions. Two experiments were set in Pouso Redondo (representing High Itajai Valley) and Itajai (representing the North Coast). At each site, five genotypes were assessed: the cultivars Epagri 106 and Epagri 108 and the experimental lines SC471, SC 536 and SC 637. A randomized block design with four replications was used. Each plot was 15m long and 4m wide. Rice sowing was performed with pre-germinated seeds on 10/06/2010 and 10/13/2010 in Itajai and Pouso Redondo, respectively. A sowing density of 400 seeds m⁻² was used. Number of green and senesced leaves, number of tillers and foliar disease incidence were evaluated at tillering. Main stem leaf area, flag leaf chlorophyll and N content and plant height were also assessed at flowering. Grain yield and its yield components were determined after harvesting. Climatic data related to air temperature, solar radiation and air relative humidity were collected at weather experimental stations located close to the two experimental sites. Results were submitted to variance analysis through the F test. Significant means were compared by the Duncan's test (P<0.05). Average grain yield was 18% higher in Pouso Redondo than in Itajai. The main yield component responsible for differences in grain yield between experimental sites was the number of grains per panicle. The higher main stem leaf area, the greater chlorophyll and nitrogen content of flag leaf and the lower incidence of foliar diseases at flowering were traits that contributed to the larger values of grain yield in Pouso Redondo. The greater solar radiation availability, the lower average air temperatures and the smaller air relative humidity at the crop reproductive stage were environmental factors that favored high grain yield in the High Itajai Valley of Santa Catarina.

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

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Análise química dos solos dos experimentos de arroz irrigado de Itajaí e Pouso Redondo, 2010.....	31
Tabela 2 -	Número de plantas emergidas por 0,25 m ² , número de perfilhos, de folhas, e incidência de doenças por planta no perfilhamento de cultivares/linhagens de arroz irrigado em Itajaí e Pouso Redondo. 2010/2011.....	33
Tabela 3 -	Número de perfilhos, de folhas, e incidência de doenças por planta no florescimento de cultivares/linhagens de arroz irrigado em Itajaí e Pouso Redondo. 2010/2011.....	34
Tabela 4 -	Parâmetros morfológicos e fisiológicos de planta na floração de arroz irrigado em Itajaí e Pouso Redondo. 2010/2011.....	37
Tabela 5 -	Estádio fenológico e estatura na colheita de arroz irrigado em Itajaí e Pouso Redondo. 2010/2011.....	38
Tabela 6 -	Rendimento de grãos e componentes do rendimento de arroz irrigado em Itajaí e Pouso Redondo. 2010/2011.....	39
Tabela 7 -	Rendimento de grãos de cultivares/linhagens de arroz irrigado registrado pelas pesquisas da Epagri em Itajaí e Pouso Redondo, em três anos agrícolas.....	40
Tabela 8 -	Renda base de cultivares/linhagens de arroz irrigado em Itajaí e Pouso Redondo. 2010/2011.....	42
Tabela 9 -	Número médio de dias da emergência ao início da floração (R4) da escala de Counce et al. (2000) de arroz irrigado em Itajaí e Pouso Redondo. 2010/2011.....	48

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Vista de uma planta de arroz na fase de florescimento. Itajaí, SC, 2010/11.....	35
Figura 2 -	Vista de uma panícula de arroz da linhagem SC 637. Lages, SC, 2010/11.....	40
Figura 3 -	Temperaturas mínimas registradas em Ituporanga e Itajaí de julho de 2010 a abril de 2011.....	44
Figura 4 -	Média das temperaturas mínimas registradas em Ituporanga e Itajaí dos anos 1985 a 2009.....	45
Figura 5 -	Temperaturas máximas registradas em Ituporanga e Itajaí de julho de 2010 a abril de 2011.....	46
Figura 6 -	Média das temperaturas máximas registradas em Ituporanga e Itajaí dos anos 1985 a 2009.....	47
Figura 7 -	Radiação solar registrada em Ituporanga e Itajaí entre julho de 2010 e abril de 2011.....	49
Figura 8 -	Média da radiação solar registrada em Ituporanga entre 1985 a 1997 e em Itajaí, entre 1985 a 2001.....	50
Figura 9 -	Insolação (horas/dia) registrada em Ituporanga e Itajaí entre julho de 2010 e abril de 2011.....	51
Figura 10 -	Média de insolação registrada em Ituporanga e Itajaí dos anos 1985 a 2009.....	52
Figura 11 -	Umidade relativa do ar registrada em Ituporanga e Itajaí entre julho de 2010 e abril de 2011.....	53
Figura 12 -	Média de umidade relativa do ar registrada em Ituporanga e Itajaí entre 1985 a 2009.....	53

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	13
1.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS	13
1.2 TEMPERATURA.....	15
1.3 RADIAÇÃO SOLAR.....	16
1.4 NITROGÊNIO.....	17
1.5 FERTILIDADE DO SOLO.....	18
1.6 ÁGUA.....	19
1.7 ÉPOCA DE SEMEADURA.....	20
1.8 ZONEAMENTO AGROECOLÓGICO.....	21
1.9 DIFERENÇAS DE PRODUTIVIDADE ENTRE REGIÕES ORIZÍCOLAS CATARINENSES.....	22
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	24
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
3.1 PARÂMETROS DO SOLO.....	31
3.2 PARAMETROS MORFOLÓGICOS DA PARTE AÉREA.....	32
3.3 RENDIMENTO E SEUS COMPONENTES.....	38
3.4 PARÂMETRO DE ENGENHO.....	42
3.5 PARÂMETROS AMBIENTAIS.....	43
4. CONCLUSÕES	54

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	55
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	57
ANEXO	65

1. INTRODUÇÃO

1.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

O arroz é um dos mais importantes grãos em termos de valor econômico. É considerado o cultivo alimentar de maior importância em muitos países em desenvolvimento, principalmente na Ásia e Oceania, onde vive 70% da população total dos países em desenvolvimento e cerca de dois terços da população subnutrida mundial. É alimento básico para cerca de 2,4 bilhões de pessoas. Estima-se que até 2050 haverá uma demanda para atender ao dobro desta população (WIKI, 2010).

O Brasil se destaca como o maior produtor de arroz fora do continente asiático. A produção brasileira de arroz representa aproximadamente 2% do total mundial e cerca de 50% da América Latina. Como o 9º maior país produtor de arroz do mundo, o Brasil produziu na safra 2010/2011 cerca de 13,5 milhões de toneladas deste grão (CONAB, 2011).

Difundido largamente no país, o arroz é consumido por todas as classes sociais, principalmente pelas de mais baixa renda. O arroz ocupa posição de destaque do ponto de vista econômico e social, sendo responsável por suprir a população brasileira com um considerável aporte de calorias e proteínas na sua dieta básica. Em cada 100 gramas de arroz parboilizado tem-se 122,8 calorias (NEPA, 2011).

O arroz é uma espécie anual da família *Poaceae*, classificada no grupo de plantas com sistema fotossintético C3, e adaptada ao ambiente aquático. Esta adaptação é devida a presença de aerênquima no colmo e nas raízes da planta, que possibilita a passagem de oxigênio do ar para a camada da rizosfera (SOSBAI, 2010). Em regiões tropicais, o arroz

pode rebrotar, produzindo novos perfilhos após a colheita. Tal característica é parcialmente explorada em algumas regiões, onde se obtém nova colheita, denominada de “soca”, através de práticas adequadas de manejo.

O sistema de várzeas tradicionalmente praticado no Brasil caracteriza-se pelo cultivo irrigado por inundação permanente da lavoura, o que assegura produções altas e estáveis (GOMES, 2004). Em Santa Catarina, a produtividade média do arroz irrigado é de aproximadamente 7.000 kg ha⁻¹, enquanto as variedades de arroz de sequeiro adaptadas ao Brasil Central podem atingir 4.000 kg ha⁻¹. A orizicultura irrigada é responsável por 77,0% da produção nacional deste cereal, sendo considerada um estabilizador da safra nacional, uma vez que não é muito dependente das condições climáticas, como no caso dos cultivos de terras altas (GUIMARÃES et al., 2006).

O arroz irrigado em Santa Catarina é cultivado em aproximadamente 149.000 ha, distribuídos em cinco regiões distintas por suas condições geográficas e edafoclimáticas: Alto, Médio e Baixo Vale do Itajaí, Litoral Norte e região Sul de Santa Catarina. A orizicultura de várzea catarinense é conduzida em 90% da área no sistema conhecido como pré-germinado, no qual a semeadura é efetuada em lâmina de água, com sementes pré-germinadas (EPAGRI, 2010). O sistema pré-germinado propicia algumas vantagens, como o aumento na disponibilidade dos nutrientes, redução da ocorrência de plantas daninhas não aquáticas, redução da incidência de brusone e redução da ocorrência de algumas pragas (SOSBAI, 2010). O arroz irrigado catarinense caracteriza-se como uma cultura típica de pequena propriedade rural, com utilização de mão-de-obra familiar. Atualmente, mais de 30 mil pessoas dependem economicamente desta atividade no Estado (SOSBAI, 2010).

Existem vários fatores que influenciam a produtividade de uma cultura. É através do estudo dos componentes do rendimento que se pode identificar e estabelecer os caminhos para aumento da produtividade. Além dos fatores intrínsecos à planta e das condições

edafoclimáticas da região de cultivo, o manejo da cultura interfere no rendimento de fitomassa, na interceptação da radiação solar, no acúmulo de fotoassimilados e, conseqüentemente, na produtividade de grãos (ARGENTA et al., 2003).

A produtividade de grãos do arroz irrigado pode ser expressa como o produto de quatro componentes principais: número de panículas por unidade de área, número de grãos por panícula, esterilidade de espiguetas e peso de grãos. A magnitude de cada um destes componentes é determinada em diferentes períodos de desenvolvimento da cultura e depende das condições ambientais, principalmente da radiação solar, da temperatura do ar, da água e da disponibilidade de nutrientes (CARMONA et al, 2002).

O otimização da produtividade de grãos de arroz é determinada pelo potencial da cultivar e pelas condições ambientais. Assim sendo, sabe-se que cada componente do rendimento é determinado numa fase fenológica específica, o que de forma resumida é influenciado pelas condições atmosféricas, manejo cultural e suprimento de nutrientes.

A seguir serão descritos alguns fatores que interferem na produtividade da cultura. Ao final da introdução, far-se-á uma ligação entre estes fatores e o objetivo do trabalho, que foi comparar as produtividades obtidas nos dois locais estudados (Itajaí e Pouso Redondo), sob condições similares de manejo, identificando as causas para as diferenças encontradas.

1.2 TEMPERATURA

Segundo Steinmetz e Meireles (1999), os dois fatores ambientais mais importantes para a cultura do arroz são a temperatura e a radiação solar. A temperatura é um dos elementos climáticos de maior importância para o crescimento, o desenvolvimento e a produtividade da cultura do arroz. O frio influencia negativamente a germinação de sementes e o desempenho inicial de plântulas de arroz (MERTZ et al., 2009).

A ocorrência de baixas temperaturas durante o período reprodutivo pode contribuir para a redução da produtividade de grãos. O efeito prejudicial de temperaturas baixas é maior quando ocorre no período que antecede imediatamente a floração (estádio R₂), na microsporogênese, quando se formam os grãos de pólen (CRUZ e MILACH, 2000). A segunda fase mais sensível é a floração. A faixa crítica de temperatura para induzir esterilidade no arroz é de 15 a 17 °C, para os genótipos tolerantes, e de 17 °C a 19 °C para os mais sensíveis ao frio (EMBRAPA, 2005).

A ocorrência de altas temperaturas diurnas (superiores a 35 °C) também pode causar esterilidade das espiguetas. A fase mais sensível do arroz a altas temperaturas é a floração. A segunda fase de maior sensibilidade é a pré-floração, na microsporogênese, cerca de nove dias antes da emissão das panículas (EMBRAPA, 2010). Além de favorecerem a esterilidade, altas temperaturas também aumentam a respiração, reduzindo a disponibilidade de carboidratos à produção de grãos. Este efeito é mais nocivo principalmente à noite, quando a cultura não está realizando fotossíntese. No município de Itajaí, as médias das temperaturas máximas nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro são 27,4°C, 28,8°C e 29,8°C, respectivamente. A média das temperaturas mínimas atinge valores de 20°C em dezembro, 22,1 °C em janeiro e 21,8°C em fevereiro (ARAÚJO et al, 2006). Já em Pouso Redondo, a relação entre as médias das temperaturas máxima e mínima chega a 25,4°C/14,9°C em dezembro, 26,6°C/15,6°C em janeiro e 25,4 °C/16,5 °C em fevereiro (TEMPO AGORA, 2010).

1.3 RADIAÇÃO SOLAR

Em regiões onde a temperatura do ar não é limitante para o crescimento e desenvolvimento do arroz irrigado, a radiação solar é um dos principais fatores que influenciam na produção de grãos. O decréscimo na produtividade do arroz pode atingir 70%,

caso as plantas sejam submetidas a baixos níveis de radiação solar, principalmente nos períodos reprodutivo e de enchimento de grãos (CARMONA et al, 2008).

A exigência de radiação solar pela cultura do arroz varia de uma fase fenológica para a outra. Durante a fase vegetativa, ela tem relativamente pouca influência sobre a produtividade e os seus componentes. Entretanto, a produtividade é muito influenciada pela radiação solar durante as fases reprodutiva e de enchimento de grãos. Durante essas fases de desenvolvimento da planta, a disponibilidade de radiação solar é o principal determinante da formação de grãos de pólen e da fertilização de espiguetas de arroz (VIJAYALAKSHMI et al., 1991). A quantidade de radiação solar disponível passa a ter grande importância quando o potencial de produtividade da cultura é superior a $5t\ ha^{-1}$ (STEINMETZ e MEIRELES, 1999). O conteúdo de carboidratos de uma planta é diretamente dependente da radiação solar. Sua deficiência causa redução na quantidade de espiguetas.

Em Itajaí, a média da radiação solar nos meses de janeiro e fevereiro é de 250 cal/cm²/dia. O município de Ituporanga, representando o Alto Vale do Itajaí, possui uma média de radiação solar nos períodos reprodutivo e de maturação de 350 cal/cm²/dia (KNOBLAUCH e SCHIOCCHET, 2001).

1.4 NITROGÊNIO

Por ocasião do florescimento, a planta do arroz atinge sua máxima estatura e área foliar. Boas condições de luminosidade no período compreendido entre 20 dias antes a 20 dias após o florescimento aumentam a eficiência de uso de nitrogênio e, conseqüentemente, contribuem para ao maior rendimento de grão (SOSBAI, 2007). O nitrogênio (N) é essencial para as plantas, porque faz parte das moléculas de clorofila, citocromos e de todas as enzimas e coenzimas. Também participa na formação da panícula e dos grãos de arroz (BARBOSA FILHO, 1987), além de ser o elemento encontrado em maior quantidade nas plantas, depois

do H, C e O, e ser constituinte de proteínas e ácidos nucleicos responsáveis pela transferência da informação genética (ARIMA, 1995).

O nitrogênio é o nutriente de maior demanda metabólica pelas plantas. Sua carência normalmente é um fator limitante do crescimento das culturas. O N promove a rápida expansão foliar e aumenta os componentes da produtividade (SANTOS et al., 2011). Steinmetz e Mota (1974) e Gomes et al. (1979) observaram que, nos anos em que a radiação solar é alta no período compreendido entre 15 dias antes e 15 dias após o florescimento da cultura, são esperados rendimentos elevados, sendo alta a probabilidade de ocorrência de resposta do arroz à aplicação de níveis elevados de nitrogênio. Quando a radiação solar diminui nesse período, os rendimentos e a resposta da cultura à adubação nitrogenada também decrescem.

O nitrogênio é de fundamental importância na cultura do arroz irrigado, pois promove um melhor desenvolvimento da planta, aumentando a produção de palha, número de panículas por unidade de área e desempenhando papel importante na formação de órgãos reprodutivos e dos grãos (REIS et al., 2005). A “eficiência agrônômica” significa a produção obtida por unidade de nutriente aplicado (FAGERIA, 1998). Freitas et al. (2008) observaram que a eficiência agrônômica do nitrogênio aplicado em arroz irrigado é menor na época tardia de semeadura (9 de dezembro), em relação à época preferencial (2 de outubro), chegando a 70 e 85%, respectivamente, com as doses de 60 e 120 kg ha⁻¹.

1.5 FERTILIDADE DO SOLO

Os solos cultivados com arroz irrigado em SC apresentam drenagem naturalmente deficiente, decorrente de densidade elevada, baixa porosidade total, alta relação micro/macroporos, presença de camada subsuperficial com baixa permeabilidade e do relevo plano a suave ondulado. Parte destas condições são acentuadas pelo preparo do solo realizado

em condições de umidade excessiva (EMBRAPA, 2010). Solos situados em patamares mais elevados ou em terras adjacentes às várzeas, de relevo suave ondulado a plano, também são usados com a cultura de arroz irrigado.

O manejo dos solos cultivados com arroz irrigado em SC pode parecer simples em função da facilidade do uso de máquinas, da baixa suscetibilidade à erosão e das condições favoráveis à irrigação, pois as áreas são planas, amplas e contínuas. Entretanto, em função de suas características peculiares, seu manejo torna-se de extrema complexidade, requerendo que se tenha conhecimento sobre eles para melhor explorá-las.

As transformações que ocorrem quando os solos são submersos, como no cultivo do arroz irrigado, favorecem a disponibilidade de nutrientes no solo, tanto os nativos deste, quanto os contidos nos adubos, principalmente P, K e Ca. Também concorrem para elevar o pH dos solos ácidos para valores entre 6,0 e 6,5 e diminuir o Al trocável (EMBRAPA, 2010). Apesar da melhoria em sua qualidade pela inundação, os solos cultivados com arroz irrigado em SC apresentam, de modo geral, fertilidade natural de moderada à baixa, tornando a prática da adubação necessária para que se alcancem rendimentos que viabilizem economicamente a cultura.

Os solos encontrados na bacia do Itajaí são considerados de fertilidade baixa, mas a incorporação dos insumos utilizados nas lavouras ao longo do tempo pode alterar os dados de fertilidade (PELLIZZETTI et al., 2009).

1.6 ÁGUA

A interação de vários fatores que atuam no sistema produtivo é que determinará o rendimento e a qualidade de grãos e o retorno econômico da cultura. O manejo adequado e racional da água constitui-se em fator decisivo para o aumento de rendimento, a estabilidade de produção, a redução de custos de produção e de impacto ambiental (IRGA, 2010).

A inundação, além de suprir a necessidade de água para as plantas, interfere na germina o de plantas daninhas. O solo inundado antes da sementeira evita o contato das sementes de plantas daninhas com o oxig nio, impedindo a germina o (PEDROSO, 1982). A inunda o do solo antes da sementeira proporciona algumas mudanças físicas, biológicas e químicas no solo, que contribuem para aumentar a disponibilidade de nutrientes.

A lavoura de arroz apresenta um elevado uso de água, entre 7.000 e 10.000 m⁻³ ha⁻¹ safra⁻¹, dependendo do manejo (EBERHARDT, 1993). No entanto, aproximadamente 40% da água utilizada nas lavouras   proveniente da precipita o pluviométrica (NOLDIN e EBERHARDT, 2005).

Na fase reprodutiva das plantas de arroz, independentemente de sistema de cultivo, a altura da lâmina de água pode ser elevada até 15 cm, por um período de 15 a 20 dias, em regiões onde possam ocorrer temperaturas abaixo de 15 C, agindo a água como um termorregulador (EMBRAPA, 2010).

1.7 ÉPOCA DE SEMEADURA

Para a obten o de produtividades elevadas e estáveis na cultura do arroz irrigado, a escolha da melhor época de sementeira   uma das principais práticas de manejo, por aumentar a probabilidade da planta escapar de condi es climáticas adversas em fases críticas do seu ciclo (SOSBAI, 2007). As sementeiras realizadas fora do período recomendado expõem as plantas a menor radia o solar e a baixas temperaturas do ar durante a fase reprodutiva, o que se reflete em menores produtividades de grãos (MENEZES et al., 2004).

A época de sementeira pode trazer benefícios em termos de redu o da quantidade e aumento da eficiência do uso de água da lavoura, pois em sementeiras realizadas no início do período recomendado normalmente há maior ocorrência de chuvas e menores perdas de água por evapora o, pois a radia o solar e a temperatura do ar são mais baixas quando

comparado com semeaduras realizadas no final da época recomendada (dezembro) (SARTORI et al., 2011).

Na região sul do Brasil, quando a semeadura é efetuada entre a segunda quinzena de outubro e a primeira de novembro, o ciclo da cultura ocorre dentro das melhores condições climáticas e a probabilidade de obtenção de altos rendimentos de grãos é grande, conforme observou Infeld (1987), estudando o comportamento de 16 cultivares na região de Pelotas, RS. Semeaduras mais tardias proporcionam decréscimos sensíveis no rendimento, especialmente quando realizadas após o início de dezembro (GOMES, 2004).

Quanto mais cedo à época de semeadura, menos perfilhos a planta produzirá devido à baixa temperatura. Já as semeaduras tardias diminuem o perfilhamento pelo menor período vegetativo.

1.8 ZONEAMENTO AGROCLIMÁTICO

O zoneamento agroclimático de SC mostra que as regiões recomendadas para o cultivo de arroz restringem-se à faixa litorânea e o Vale do Rio Itajaí. A região do Baixo e Médio Vale do Itajaí e Litoral Norte apresenta maior amplitude no período recomendado para todos os ciclos de cultivo estudados, iniciando em 11 de agosto e estendendo-se até 10 de janeiro. A região Litoral Sul e região Sul apresenta um período recomendado menos amplo que a região Baixo e Médio Vale do Itajaí e Litoral Norte, variando de 1º de setembro a 20 de dezembro. Assim, no sul do estado o início da época recomendada se dará somente 20 dias depois e terminará 20 dias antes. Já na região do Alto Vale do Itajaí, o período recomendado vai de 11 de outubro a 10 dezembro, com uma amplitude de apenas 60 dias. A menor amplitude dessa região em relação às demais se deve a sua maior altitude, que aumenta os riscos de incidência de frio nas fases críticas da cultura (EMBRAPA, 2010).

Devido ao sistema de plantio com sementes pré-germinadas, considerou-se que a semeadura pode ser iniciada no decêndio em que a temperatura média do ar seja superior a 15°C. Após a definição do início da época preferencial de semeadura, adotou-se como a fase mais crítica às baixas temperaturas o período de 20 dias, que abrange as fases de pré-floração e floração. Desta forma, adotou-se a média das temperaturas mínimas maiores que 17,6°C, ou seja, risco de frio médio no período reprodutivo como índice determinante dos períodos favoráveis de semeadura. (SOSBAI, 2007).

1.9 DIFERENÇAS DE PRODUTIVIDADE ENTRE REGIÕES ORIZÍCOLAS CATARINENSES

A orizicultura catarinense é caracterizada por ser desenvolvida em propriedades de pequeno porte, com área média de 13,3 ha, onde a mão de obra utilizada é familiar (SOSBAI, 2010). A exigência do mercado cresce a cada safra, mas o preço do produto não acompanha este aumento. Os produtores de arroz necessitam incorporar qualidade na produção de grãos na lavoura e a ter boa aceitação do produto final no mercado consumidor. O aumento da produtividade de grãos é fundamental para a obtenção de lucros que permitam ao produtor permanecer na atividade, principalmente quando esse aumento é oriundo de melhorias nas práticas de manejo que têm pouco ou nenhum custo (SANGOI et al., 2003).

Os experimentos conduzidos pela Epagri têm demonstrado, ao longo dos anos, que as maiores produtividades são obtidas no Alto Vale do Itajaí. Nesta região destaca-se o município de Agrônômica, considerado recordista mundial em produtividade de arroz, com média superior a 11.000 kg ha⁻¹ por safra e atinge patamares de até 15.000 kg ha⁻¹ em algumas lavouras. Diversas causas têm sido arroladas para explicar as maiores produtividades registradas no Alto Vale do Itajaí. Dentre estas, destacam-se o clima mais favorável à formação dos componentes do rendimento, devido à maior disponibilidade de radiação na fase

reprodutiva, à menor temperatura noturna nos meses de verão, à maior amplitude térmica, à maior fertilidade do solo e o maior investimento dos produtores em práticas de manejo que favoreçam o crescimento e desenvolvimento da cultura (KNOBLAUCH et al., 2005; BIANCHET, 2006).

Os orizicultores das regiões litorâneas, do Baixo e Médio Vale do Itajaí questionam freqüentemente as razões pelas quais as propriedades do Alto Vale do Itajaí alcançam maiores produtividades de grãos, para que eles possam utilizar esta tecnologia em suas lavouras e, assim, atingir uma maior produtividade na mesma área.

Para identificar estas causas, tornam-se necessários os estudos das afinidades e inter-relacionamento dos componentes do rendimento, associados às características edafo-climáticas dos diferentes locais e tempos de cultivo. Com base nisto, conduziu-se um trabalho com o objetivo de identificar as bases morfológicas, fisiológicas e ecológicas que contribuíram para as diferenças de produtividade registradas em duas das principais regiões produtoras de arroz irrigado em Santa Catarina. Este conhecimento poderá ser útil para elevar a produtividade no litoral, baixo e médio vale do Itajaí, trazendo satisfação dos agricultores que buscam alta produtividade num ambiente controlado e equilibrado. Além disto, ele poderá ser empregado para elevar ainda mais os tetos de rendimento registrados no Alto Vale do Itajaí, racionalizando as práticas de manejo utilizadas na cultura.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a campo, no ano agrícola de 2010/11, em parceria com a Estação Experimental da Epagri de Itajaí. Aproveitou-se a rede de ensaios regionais que a Epagri conduz todos os anos com as cultivares recomendadas e linhagens em fase final de avaliação para este estudo. Foram escolhidos dois ensaios, localizados nos municípios de Pouso Redondo (representativo da região do Alto Vale) e Itajaí (representativo da região do Baixo Vale/Litoral Norte).

O município de Itajaí está localizado a 5 metros de altitude. Suas coordenadas geográficas são 26° 54' 28" de latitude Sul e 48° 39' 43" de longitude Oeste. O clima da região é do tipo Cfa, de acordo com a classificação de Köppen. Ele é mesotérmico, úmido no inverno e seco no verão, com temperatura média anual entre 18°C e 30°C. No verão, as temperaturas podem chegar à 40°C e no inverno chegam a 4°C. A precipitação pluvial varia entre 1400 a 2000 mm anuais. O solo da área experimental é do tipo GLEISSOLO HÁPLICO Tb distrófico (EMBRAPA, 2010). A temperatura média durante a estação de crescimento do arroz irrigado em Itajaí (setembro a fevereiro) é de 21,5 °C (TEMPO AGORA, 2010).

Pouso Redondo localiza-se a uma latitude 27° 15' 29" sul e a uma longitude 49° 56' 02" oeste, estando a uma altitude de 354 metros. O clima é do tipo Cfa, segundo a classificação de Köppen. Ele é mesotérmico úmido, com verões quentes e temperatura média de 18,4°C, com máxima de 36°C e mínima de 6°C e precipitação total anual de aproximadamente 1.300 mm. O solo da área experimental é um CAMBISSOLO HÁPLICO Tb distrófico e apresenta textura média (EMBRAPA, 2010). A temperatura média durante a

estação de crescimento do arroz em Pouso Redondo (outubro a março) é de 19,7 °C (TEMPO AGORA, 2010).

Em cada local, avaliou-se as cultivares Epagri 106, de ciclo precoce (inferior a 120 dias), e Epagri 108, de ciclo tardio (superior a 140 dias), 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 por 15 m de comprimento e 4 m de largura. Dentro da parcela foram demarcadas quatro áreas de 0,5 x 0,5m para avaliações morfológicas e fenológicas das plantas.

O preparo do solo foi feito utilizando-se uma enxada rotativa, por duas vezes, com o solo inundado, objetivando a formação da lama. Foram utilizadas rodas de ferro vazadas para auxiliar no destorroamento, formação do lameiro, além da incorporação da palha. Após o preparo, os quadros foram renivelados com um pranchão de madeira e irrigados formando uma lâmina de água de aproximadamente 10 cm quatro semanas antes da semeadura do arroz. A semeadura dos ensaios foi realizada nos dias 6 de outubro de 2010 em Pouso Redondo e 13 de outubro de 2010 em Itajaí.

A semeadura foi realizada com sementes pré-germinadas. A pré-germinação ocorreu em duas etapas, hidratação e incubação. Na hidratação, a semente ficou submersa em água por 48h, para atingir umidade adequada à germinação. Para incubação retirou-se as sementes da água para ficarem expostas ao O₂ e temperatura adequada para a germinação, mantidas cobertas com lona em local arejado por igual período até a semeadura. A densidade de semeadura foi de 400 sementes aptas por metro quadrado nos dois locais.

No dia da semeadura, coletaram-se amostras de solo para avaliação da fertilidade das áreas experimentais. Foram coletadas três amostras de solo em cada área experimental. As amostras foram coletadas manualmente em três profundidades (0-10, 10-20, 20-30 cm). Elas

foram enviadas ao Laboratório de Análise de Solos do Departamento de Solos e Recursos Naturais - UDESC, Lages. A adubação utilizada seguiu a necessidade definida pela análise de solo. Aplicaram-se quantidades equivalentes a 40 kg de P_2O_5 ha^{-1} , 60 kg K_2O ha^{-1} e 120 kg N ha^{-1} com expectativa de rendimento acima de 9 t. ha^{-1} . O fósforo e o potássio foram incorporados ao solo no dia da semeadura. A adubação nitrogenada foi feita em cobertura fracionada em 3 aplicações: 40 kg N ha^{-1} no início do perfilhamento, 40 kg N ha^{-1} no perfilhamento pleno e 40 kg N ha^{-1} na diferenciação da panícula. A fonte de N utilizada foi a uréia.

O manejo da cultura durante todo o ciclo seguiu as recomendações técnicas da pesquisa para o sul do Brasil (SOSBAI, 2010). O controle de plantas daninhas foi efetuado em duas épocas: na pré-semeadura da cultura, depois do preparo do solo, utilizando oxadiazon (500 g de i.a. por hectare); e em pós-emergência da cultura e das plantas daninhas, quando o arroz apresentava de duas a três folhas, aplicando-se bentazon (960 g de i.a. por hectare) e penoxsulam (60 g de i. a. por hectare).

Para o controle de pragas, as parcelas foram vistoriadas a partir do início do perfilhamento das plantas, em intervalos semanais. Quando houve a presença de dois ou mais percevejos do colmo (*Tibraca limbativentris*) por metro quadrado, foi feito o controle com inseticida carbaril (850 g i.a. por hectare) nos dois locais.

A semeadura foi realizada com uma lâmina de 10 cm, que permaneceu sem circular por cinco dias. Vencido este período, os quadros foram drenados para facilitar a fixação das plantas, deixando-se um nível mínimo de água para evitar que o solo secasse e propiciasse condições favoráveis à germinação de plantas daninhas. Com o desenvolvimento das plantas, aumentou-se o nível da água gradativamente até alcançar 10 cm na fase de perfilhamento, mantendo a lâmina durante o restante do ciclo da cultura.

Um mês após a semeadura, avaliou-se o número de plântulas emergidas, contando-se o

número de plântulas em quatro amostras de 0,25 m² por parcela.

Na fase de perfilhamento, 60 dias após a semeadura, procedeu as seguintes avaliações:

- Estatura de plantas: foi estimada em dez plantas, escolhidas aleatoriamente, medindo a distância da base do colmo até a ponta da última folha totalmente expandida nas amostras de 0,25 m² por parcela;

- Número de perfilhos por planta: contado em vinte plantas escolhidas aleatoriamente de cada parcela;

- Estádio de desenvolvimento das plantas de arroz, conforme escala desenvolvida por Counce et al. (2000);

- Número de folhas verdes: considerando as folhas totalmente expandidas das mesmas plantas usadas para a aferição do número de perfilhos e com menos de 50% da área senescida;

- Número de folhas senescidas, considerando as folhas com mais 50% da área senescida;

- Número de folhas totais: obtido através da soma do número de folhas senescidas e do número de folhas verdes.

- Incidência de doenças: existência ou não de doenças nas folhas verdes das mesmas 20 plantas.

Na fase de florescimento, onde se obtém o máximo de crescimento em estatura da cultura, procederam-se as seguintes avaliações:

- Estatura de plantas: estimada em dez plantas, escolhidas aleatoriamente, medindo a distância da base do colmo até a ponta da inflorescência nas amostras de 0,25 m² por parcela;

- Área foliar do colmo principal: comprimento e largura de todas as folhas do colmo principal de dez plantas nas amostras de 0,25 m² por parcela;

- Área foliar da folha bandeira: estimada nas mesmas plantas usadas para a aferição da

área foliar do colmo principal;

- Teor de clorofila: leitura efetuada pelo medidor portátil de clorofila em dez plantas por amostra;

- Número de perfilhos por planta: contado em vinte plantas escolhidas aleatoriamente de cada parcela;

- Estádio de desenvolvimento das plantas de arroz, conforme escala desenvolvida por Counce et al. (2000);

- Número de folhas verdes: considerando as folhas totalmente expandidas das mesmas plantas usadas para a aferição do número de perfilhos e com menos de 50% da área senescida;

- Número de folhas senescidas: considerando as folhas com mais 50% da área senescida;

- Número de folhas totais: obtido através da soma do número de folhas senescidas e do número de folhas verdes.

- Incidência de doenças: existência ou não de doenças nas folhas verdes das mesmas 20 plantas.

- Teor de nitrogênio: utilizaram-se as folhas bandeiras das vinte plantas colhidas em cada parcela. As folhas foram secas em estufa a 65° C e moídas. Para a extração e determinação do teor de nitrogênio, seguiu-se a metodologia descrita por Tedesco et al. (1995).

- Soma térmica foi obtida pelo cálculo dos graus-dia foi feito através do somatório da diferença entre a temperatura média diária (Tm) e a temperatura base (Tb) de 11°C (INFELD et al., 1998), da emergência (50%) até o estágio R4 ou início da floração. A temperatura média diária do ar foi obtida pela soma das temperaturas máxima e mínima, dividido por dois.

No dia da colheita, avaliou-se a estatura em 10 plantas, através da medição da distância da base do colmo até a ponta da inflorescência nas amostras de 0,25 m² por parcela.

A colheita da 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. A cultivar Epagri 108 e as linhagens SC 637, SC 536 e SC 471 foram colhidas no dia 3 de março de 2011 em Itajaí e no dia 11 de março em Pouso Redondo.

Para análise do rendimento de grãos e componentes, foram colhidas as quatro amostras de 0,25 m² de cada parcela, cortadas rente ao solo e levadas ao laboratório, onde foram avaliados:

- Número de panículas por metro quadrado,
- Número de grãos por panícula;
- Número de grãos cheios;
- Número de grãos chochos;
- Peso de 1000 grãos: as amostras foram debulhadas manualmente, secas até a obtenção de massa constante e pesados mil grãos (expresso na umidade de 13%);
- Rendimento de grãos, estimado desdobrando o rendimento em seus componentes e expressando-se os valores finais a 13% de umidade.

Posteriormente a colheita das amostras de 0,25 m², a equipe da Epagri colheu três repetições de 6 m² por cultivar/linhagem para nova aferição do rendimento de grãos.

Os grãos obtidos das amostras de 0,25 m² para a determinação dos componentes do rendimento foram separados e secos a umidade de 13% para a determinação dos componentes do rendimento de engenho. Quando os grãos estavam com umidade adequada, separou-se uma amostra de 300 gramas e realizou-se a operação de limpeza com o aparelho de pré-

limpeza marca INTECNIAL modelo Sintel. Após pesou-se a quantidade de impurezas e transformou-se os dados em percentagem.

Coletaram-se as informações climáticas referentes a temperatura, radiação, insolação e umidade relativa do ar utilizando-se as estações meteorológicas da Epagri nos municípios de Itajaí e Ituporanga (representativo do Alto Vale, visto não haver estação meteorológica em Pouso Redondo).

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.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 PARÂMETROS DE SOLO

O solo do município de Itajaí apresentou maiores teores de argila, fósforo e potássio do que o solo de Pouso Redondo (Tabela 1). Em função da inundação do solo ocorrer de 20 a 30 dias antes da semeadura, solos com maior teor de argila tem potencial de fornecer mais nutrientes que aqueles com menor teor.

O teor de alumínio foi maior em Itajaí, o que caracteriza o tipo de solo GLEISSOLO HÁPLICO Tb distrófico daquela região e poderia proporcionar um ambiente desfavorável ao desenvolvimento das plantas de arroz com a redução do pH do solo. Entretanto, em solo inundado, a elevação do pH ocorre naturalmente como consequência do processo de redução do solo. As novas condições de pH e de disponibilidade de alguns nutrientes, decorrentes da redução do solo, atingem níveis estáveis num período variável de quatro a seis semanas após a inundação (SOSBAI, 2010). As características de fertilidade do solo foram semelhantes para os demais nutrientes nas duas regiões.

Tabela 1 - Análise química dos solos dos experimentos de arroz irrigado em Itajaí e Pouso Redondo, 2010.

Município	pH água	P mg L ⁻¹	K mg L ⁻¹	MO (%)	Argila (%)	Al Cmol _c L ⁻¹	Ca Cmol _c L ⁻¹	Mg Cmol _c L ⁻¹
Itajaí	4,8	20	117	1,7	38	1,54	1,47	0,22
Pouso Redondo	4,7	6,8	82	2	26	1,22	2	0,29

Dados médios de três profundidades de coleta: 0-10, 10-20 e 20-30 cm.

3.2 PARÂMETROS MORFOLÓGICOS DE PARTE AÉREA

Houve diferenças significativas entre locais para as características número de plantas emergidas, número de folhas por planta e incidência de doenças. Em Itajaí houve maior percentagem de emergência e maior incidência de doenças foliares no perfilhamento do que em Pouso Redondo (Tabela 2).

A maior temperatura do ar no litoral pode ter influenciado a maior percentagem de emergência nas cultivares/linhagens em Itajaí, sabendo que a cultura exige temperaturas relativamente elevadas na germinação, em torno de 20-35 °C. Na germinação, os danos causados pelo frio são o atraso, desuniformidade e diminuição na percentagem de germinação. Kwon et al. (1996) mostraram que 12,3 °C foi o limite inferior de temperatura para que ocorresse a emergência das plântulas e que a percentagem de emergência aumentou consideravelmente até 20 °C.

A linhagem SC 471 e a cultivar Epagri 108 apresentaram 64% e 75,7% de incidência de doença em Itajaí, respectivamente (Tabela 2). Schiocchet et al. (2011) encontraram alta suscetibilidade às doenças das linhagens SC 471 e SC 637 e da cultivar Epagri 108 na competição regional de linhagens de arroz irrigado em Santa Catarina na safra 2010/11. A proximidade do mar e a alta umidade relativa do ar em Itajaí podem ter estimulado o aparecimento de doenças foliares.

O número de folhas senescidas foi menor em Pouso Redondo do que em Itajaí. O número de perfilhos e o número de folhas verdes na fase de perfilhamento não apresentaram diferença estatística entre os locais. O aumento da densidade de plantas por área favorece a competição por fotoassimilados, sombreamento das folhas e aumento da respiração de manutenção, resultando no aumento do número de folhas senescidas. Neste sentido, a maior percentagem de plantas emergidas em Itajaí pode ter estimulado a senescência foliar no perfilhamento neste local.

Tabela 2 - Número de plantas emergidas por 0,25 m², número de perfilhos, de folhas, e incidência de doenças por planta no perfilhamento de cultivares/linhagens de arroz irrigado em Itajaí e Pouso Redondo, 2010/2011.

Local	Cultivar/linh.	Plantas Emergidas (n ^o) ^{1/}	Perfilhamento			Incidência de doença (%)
			Perfilhos (n ^o)	Folhas verdes (n ^o)	Folhas senescidas (n ^o)	
Itajaí	SC 471	57 ^{ns}	3	12	8 abc	64 a
	SC 536	53	3	14	10 a	10,5 c
	SC 637	45	4	14	7 abc	39 b
	Epagri 106	35	3	14	7 bc	1 d
	Epagri 108	50	3	11	9 ab	75,7 a
Pouso						
Redondo	SC 471	45	3	13	3 e	2,8 d
	SC 536	38	4	15	4 de	2,1 d
	SC 637	44	3	11	4 de	1,3 c
	Epagri 106	29	4	16	5 cd	0 d
	Epagri 109	41	3	12	5 cd	0,4 d
Média	SC 471	51 a*	3	13	6	33,4
	SC 536	46 ab	4	15	7	6,3
	SC 637	44 ab	4	13	6	20,2
	Epagri 106	32 b	4	15	6	0,5
	Epagri 109	45 a	3	12	7	38,1
Itajaí		48 A	3	13	8 A	38,0 A
Pouso						
Redondo		39 B	3	13	4 B	1,3 B

^{ns} Médias sem letra mostram diferenças não significativas na coluna.

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan (P<0,05).

^{1/} Avaliação feita numa área de 0,25m²

Houve diferenças significativas entre os locais para todas as características avaliadas na fase de florescimento. Embora o número de plantas emergidas tenha sido maior na média dos genótipos em Itajaí (Tabela 2), o número de perfilhos foi superior em Pouso Redondo no estágio de florescimento (Tabela 3). Essa capacidade de perfilhamento faz com que o arroz tenha uma resposta elástica à densidade de plantas, podendo compensar baixas populações pela maior emissão de perfilhos (SOSBAI, 2010). Segundo Pedroso e Reginatto (1981), altas densidades de plântulas em lavouras de arroz causam maior competição entre elas, interferindo na participação do colmo principal e dos perfilhos.

Tabela 3 - Número de perfilhos, de folhas, e incidência de doenças por planta no florescimento de cultivares/linhagens de arroz irrigado em Itajaí e Pouso Redondo. 2010/2011.

Local	Cultivar/linh.	Florescimento			
		Perfilhos (n°)	Folhas verdes (n°)	Folhas senescidas (n°)	Incidência de doença (%)
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

^{ns} Médias sem letra mostram diferenças não significativas na coluna.

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan (P<0,05).

A produção de folhas verdes e senescidas foi maior em Pouso Redondo do que em Itajaí. As menores temperaturas e o ciclo mais longo apresentado pela cultura no Alto Vale possivelmente fomentaram o perfilhamento e a maior produção de folhas em Pouso Redondo. Segundo Neto (2002), a velocidade de perfilhamento das plantas de arroz aumenta, quando além de preenchidas as demais condições, a temperatura ambiente situa-se entre 15°C a 30°C, sendo reduzida na presença de temperaturas mais altas do que 30°C.

A incidência de doenças foliares também diferiu entre genótipos nos dois locais. Tanto em Itajaí quanto em Pouso Redondo, a cultivar Epagri 106 foi a que apresentou menor quantidade de folhas com sintomas de doenças na floração (Tabela 3). A cultivar Epagri 106 é muito pouco cultivada em Santa Catarina há vários anos. Assim, é possível que as principais

raças do fungo causador da brusone prevalentes no estado sejam pouco virulentas a esta cultivar.

A linhagem SC 637 e a cultivar Epagri 108 apresentaram maior percentual de incidência de doenças em Itajaí, concordando com os resultados encontrados por Schiocchet et al. (2011) para os mesmos genótipos com relação à suscetibilidade a brusone em cinco locais do Estado de Santa Catarina.

Em Pouso Redondo, o percentual de incidência de doença da cultivar Epagri 106 não diferiu estatisticamente da linhagem SC 536 e da Epagri 108. Bianchet (2006) encontrou o mesmo resultado com a Epagri 106 e uma cultivar tardia no município do Alto Vale do Itajaí na fase de florescimento. Na Figura 1 pode-se visualizar uma panícula de arroz na fase de florescimento em Itajaí.



Figura 1 - Vista de uma panícula de arroz na fase de florescimento. Itajaí, SC, 2010/11.

Em Itajaí as plantas cresceram mais e apresentaram menor área foliar no colmo principal, menor teor de clorofila e teor de N na folha bandeira do que em Pouso Redondo (Tabela 4). A linhagem SC 637 foi a de maior estatura, atingindo 121 cm em Itajaí. A Epagri 106 teve menor estatura nos dois locais. Esta cultivar é caracterizada por mostrar estatura inferior a 100 cm (TERRES et al., 2006). Isto provavelmente se deve a sua maior precocidade, característica que diminui o número de entre-nós e a estatura da planta. A maior temperatura do ar de Itajaí possivelmente estimulou a alongação dos entre-nós do colmo, resultando em plantas mais altas. Por outro lado, o maior número de folhas verdes contribuiu para a maior área foliar do colmo principal em Pouso Redondo (Tabelas 3 e 4).

Como mais de 50% do nitrogênio (N) nas folhas está na clorofila, o maior teor de clorofila na folha bandeira foi responsável também pela sua maior percentagem de N em Pouso Redondo. A cultivar Epagri 106 apresentou maior teor de clorofila e maior teor de nitrogênio na folha bandeira em ambos locais. Murata e Matsushima (1975) destacaram que as taxas fotossintéticas nos estágios iniciais do crescimento apresentam uma correlação positiva com o conteúdo de N por unidade de área foliar, indicando que um aumento na espessura foliar, associado a um aumento do conteúdo de N foliar, propiciaria aumento nas taxas fotossintéticas. Norman et al. (1992) destacaram que o acúmulo de N nas folhas, e a posterior distribuição para as porções reprodutivas, representam processos determinantes na produção de grãos em arroz, pois as folhas são a principal estrutura de estoque de N. Adicionalmente, na metade do período de perfilhamento e 10 dias antes da formação da panícula, período de máxima absorção de N, 65% do N total da parte aérea, localiza-se em lâminas foliares (NTANOS e KOUTROUBAS, 2002).

Além disto, a maior incidência de doença nas cultivares de Itajaí pode ter propiciado uma redução do teor de nitrogênio nas folhas bandeira do arroz. Segundo Zanão Junior et al. (2010) e França et al. (2008), ocorre redução dos teores foliares de N em plantas de arroz

infectadas com o fungo *Bipolaris oryzae*.

Tabela 4 - Parâmetros morfológicos e fisiológicos de planta na floração de cultivares/linhagens de arroz irrigado em Itajaí e Pouso Redondo. 2010/2011.

Local	Cultivar/linh.	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 sem letra mostram diferenças não significativas na coluna.

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan (P<0,05).

Verifica-se na Tabela 5 que as cultivares/linhagens apresentam um desenvolvimento fenológico mais lento em Pouso Redondo do que Itajaí, na avaliação feita aos 66 dias após a semeadura. Isso ocorreu porque a temperatura do ar no Litoral é mais alta, acelerando o crescimento das plantas. A Epagri 108 e as linhagens apresentavam-se no estágio de desenvolvimento vegetativo V8 em Pouso Redondo, que corresponde, segundo a escala de Counce et al. (2000), a presença visual do colar formado na oitava folha do colmo principal.

Na avaliação feita no florescimento, as cultivares/linhagens apresentavam-se no mesmo estágio fenológico nos dois locais, correspondente ao estágio R4 (antese) da escala de Counce et al. (2000). A antese é a abertura da espiguetas e posterior saída das anteras de coloração esbranquiçada para fora da lema e da pálea. Nesta ocasião, a planta atinge sua máxima estatura e área foliar (SOSBAI, 2010).

As plantas da cultivar precoce Epagri 106 apresentaram menor estatura do que os demais genótipos no momento da colheita em cada região (Tabela 5).

Tabela 5 - Estádio fenológico e estatura na colheita das cultivares/linhagens de arroz irrigado em Itajaí e Pouso Redondo. 2010/2011.

Local	Cultivares/linh.	66 dias após a		Colheita
		semeadura	Florescimento	
		Estádio fenológico ^{1/}	Estádio fenológico	Estatura (cm)
Itajaí	SC 471	R1	R4	108
	SC 536	V9	R4	108
	SC 637	R1	R4	106
	Epagri 106	R1	R4	94
	Epagri 108	R1	R4	106
Pouso Redondo	SC 471	V8	R4	99
	SC 536	V8	R4	108
	SC 637	V8	R4	100
	Epagri 106	R1	R4	86
	Epagri 108	V8	R4	102
Itajaí				104
Pouso Redondo				98

^{1/} Conforme escala proposta por Counce et al. (2000).

3.3 RENDIMENTO DE GRÃOS E SEUS COMPONENTES:

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 conduzidos anualmente pela Epagri no estado (Tabelas 6 e 7). Schiocchet et al. (2011) observaram que a cultivar Epagri 108 e as linhagens SC 471, SC 536 e SC 637

apresentaram maiores produtividades em Pouso Redondo do que em Itajaí. Dentre os componentes do rendimento avaliados, o número de grãos por panícula foi aquele que melhor explicou a diferença de produtividade registrada entre os dois locais estudados. O número de panículas, o peso de 1000 grãos e a esterilidade não diferiram estatisticamente entre as regiões. O número de panículas, o número de grãos por panícula e o peso de 1000 grãos também não apresentaram interação entre local e cultivar/linhagem.

Tabela 6 - Rendimento de grãos e componentes do rendimento de cultivares/linhagens de arroz irrigado em Itajaí e Pouso Redondo, 2010/2011.

Local	Cultivar/linh.	Panículas por m ² (n ^o)	Grãos por panícula (n ^o)	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 ab	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 sem letra mostram diferenças não significativas na coluna.

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan (P<0,05).

Tabela 7 - Rendimento de grãos de cultivares/linhagens de arroz irrigado registrados pelas pesquisas da Epagri em Itajaí e Pouso Redondo, em três anos agrícolas.

Local	Ano agrícola	SC 471	SC 536	SC 637	Epagri 106	Epagri 108
Itajaí	2008/09	10,3	9,6			9,3
	2009/10	6,8	7,1			8,3
	2010/11	7,9	9,3	6,9	9,0	8,1
Pouso Redondo	2008/09	9,9	9,7			10,7
	2009/10	10,9	9,7			9,5
	2010/11	11,7	10,3	11,1	9,3	11,5
Itajaí		8,3	8,7	6,9	9,0	8,6
Pouso Redondo		10,8	9,9	11,1	9,3	10,6

Fonte: Dados fornecidos pela Estação Experimental da Epagri de Itajaí, 2011.

Em Pouso Redondo, a linhagem SC 637 (Figura 2) e a cultivar Epagri 108, de ciclo tardio, foram mais produtivas do que a cultivar Epagri 106, de ciclo precoce. Os resultados dos ensaios de avaliação de cultivares conduzidos pela Epagri (SOSBAI, 2005) têm mostrado que cultivares de ciclo tardio alcançam maior potencial produtivo do que as cultivares de ciclo precoce, o que foi confirmado no ensaio de Pouso Redondo. Em Itajaí, a linhagem SC 536 destacou-se em produtividade dos demais materiais (Tabela 6).



Figura 2 – Vista de uma panícula de arroz da linhagem SC 637. Itajaí, SC, 2010/11.

Associando as características morfo-fisiológicas mensuradas no trabalho com as diferenças de produtividade registradas entre as regiões, pode-se inferir que as maiores produtividades detectadas em Pouso Redondo foram favorecidas pela maior área foliar do colmo principal, maior teor de clorofila da folha bandeira e menor incidência de doenças. Estas três características possivelmente aumentaram a atividade fotossintética das folhas, contribuindo para a diferenciação de espiguetas, para a sua fertilização e para a obtenção de maior número de grãos por panícula na colheita.

Além do genótipo, condições ambientais que ocorrem da diferenciação do primórdio floral até a fecundação, como temperatura e radiação solar têm influência significativa sobre o número de grãos por panícula e a produtividade da cultura.

O número de grãos por panícula é determinado durante o período de cerca de 10 dias após ter atingido o número máximo de perfilhos. O que define o número de grãos por panícula são as ramificações na ráquis e a fertilidade das espiguetas. O número de espiguetas é influenciado por fatores genéticos e por condições externas vigentes durante a fase reprodutiva, mais precisamente da diferenciação do primórdio floral até cerca de cinco dias antes do início do florescimento (meiose do grão de pólen, segundo YOSHIDA, 1981). Segundo Nedel et al. (1995), o número de espiguetas diferenciadas é afetado pela quantidade de nitrogênio absorvido ou acumulado nas folhas, até o estádio de sua diferenciação.

Dentre o grupo de linhagens avaliadas pela Epagri, todas se destacaram pelo alto rendimento de grãos (Tabela 7). A diferente classificação das linhagens entre os locais evidencia a possibilidade de recomendação de linhagens específicas para algumas regiões particulares do Estado.

De um modo geral, as cultivares e linhagens de ciclo tardio mantiveram maiores produtividades em Pouso Redondo do que em Itajaí, nos três anos agrícolas avaliados pela Epagri (Tabela 7). Por outro lado, tanto nas avaliações realizadas no presente trabalho quanto

naquelas feitas pela Epagri, constatou-se que as menores diferenças de produtividade entre os dois locais foram registradas para a cultivar de ciclo precoce Epagri 106, de menor potencial produtivo. Isto demonstra que as diferenças de produtividade entre locais tendem a se estreitar quando os tetos de produtividade são baixos.

3.4 PARÂMETRO DE ENGENHO

A cultivar Epagri 106 apresentou maior renda base do que a cultivar Epagri 108 e as linhagens em Itajaí (Tabela 8). Em Pouso Redondo, a cultivar Epagri 108 e a linhagem SC 536 apresentaram maior renda base que os demais materiais. Os parâmetros de engenho são afetados principalmente pelas características climáticas e de manejo na fase do florescimento e enchimento de grãos (BIANCHET, 2006).

Tabela 8 - Renda base de cultivares/linhagens de arroz irrigado em Itajaí e Pouso Redondo. 2010/2011.

Local	Cultivar/linh.	Renda Base (%)
Itajaí	SC 471	60,5
	SC 536	67
	SC 637	60,5
	Epagri 106	71,3
	Epagri 108	65,5
Pouso Redondo	SC 471	65,8
	SC 536	69,5
	SC 637	66,3
	Epagri 106	69
	Epagri 108	69,7
Itajaí		65 B
Pouso Redondo		68 A

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan ($P < 0,05$).

3.5 PARÂMETROS AMBIENTAIS

As temperaturas mínimas registradas no Alto Vale foram menores do que aquelas registradas em Itajaí durante toda a estação de crescimento da cultura (Figura 3). A temperatura mínima no mês da semeadura (outubro) no Alto Vale do Itajaí foi de 4,8 °C, enquanto que em Itajaí foi de 11,5 °C. Essa condição climática influenciou o estabelecimento das plantas de arroz, resultando em menor densidade de plântulas em Pouso Redondo (Tabela 2). Yoshida (1981) afirma que a temperatura mínima para que ocorra a germinação é de 10°C.

Em janeiro, por ocasião do florescimento da cultivar Epagri 106, foi registrado uma temperatura mínima de 18,2°C em Itajaí e 14,6°C, no Alto Vale. A temperatura mínima do ar crítica à fecundação das flores de arroz está na faixa de 15°C a 17°C. Plantas com primórdio floral em iniciação, submetidas a 17°C durante 5 dias tornam-se completamente estéreis, enquanto que a 15°C durante apenas uma hora, ocorre o cessamento da formação de pólen. Com o abaixamento da temperatura e o incremento na duração de ocorrência das baixas temperaturas, a percentagem de esterilidade também aumenta (TELLES e GALLI, 1985). Essa afirmação discorda do resultado encontrado no presente trabalho, pois a cultivar Epagri 106 apresentou os menores percentuais numéricos de esterilidade, apesar de não apresentar diferença estatística da Epagri 108 (Tabela 6). Isso pode ser explicado pelo fato da cultivar Epagri 106 ser de ciclo precoce com uma maior tolerância a baixas temperaturas.

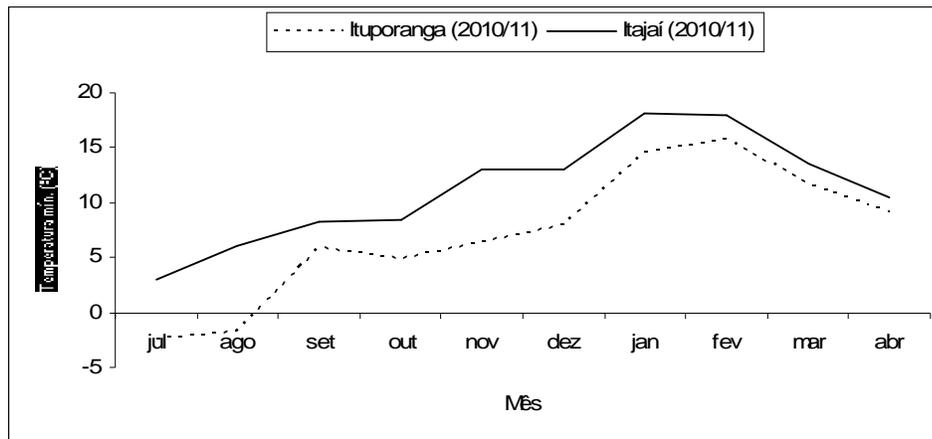


Figura 3 - Temperaturas mínimas registradas em Ituporanga e Itajaí de julho de 2010 a abril de 2011. Fonte: Epagri/CIRAM.

A ocorrência de menores valores de temperatura mínima do ar em Ituporanga do que Itajaí é um fator ambiental constante. Isto pode ser verificado na Figura 4, que mostra a média das temperaturas mínimas nos anos 1985 a 2009 nestes dois locais, confirmando a tendência da menor temperatura mínima ocorrer na região do Alto Vale do Itajaí. Carmona et al. (2002) afirmam que as maiores correlações entre rendimento de grãos e temperatura mínima do ar ocorrem nos meses de janeiro, fevereiro e março, indicando que quanto maior o número de dias com temperatura mínima do ar diária igual ou menor do que 15°C neste trimestre, que cobre todo período de floração e enchimento de grãos da cultura, menor é o rendimento de grãos. Isso pode explicar parcialmente os rendimentos iguais ou superiores a 9 t. ha⁻¹ registrados nos dois locais (Tabela 6), pois as cultivares e linhagens utilizadas no trabalho não foram submetidas à temperaturas mínimas inferiores a 15°C nos meses de janeiro e fevereiro durante a safra 2010/2011.

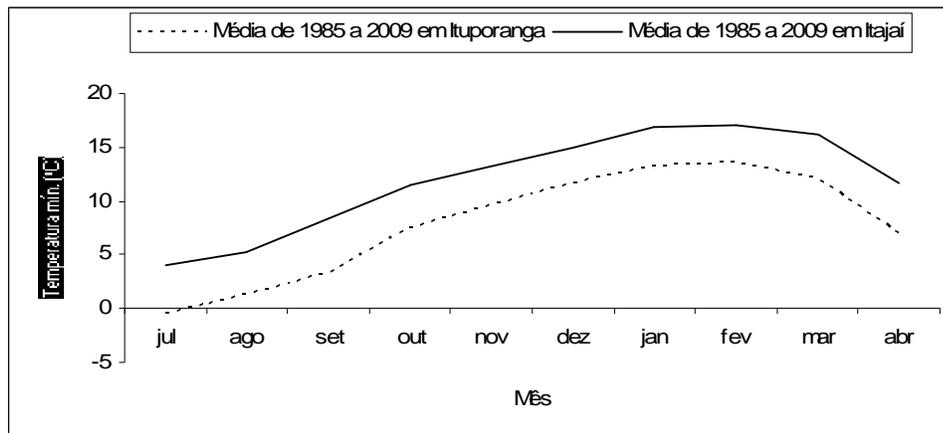


Figura 4 - Média das temperaturas mínimas registradas em Ituporanga e Itajaí dos anos 1985 a 2009. Fonte: Epagri/CIRAM.

As temperaturas máximas no Alto Vale sempre estiveram abaixo das temperaturas máximas em Itajaí a partir de dezembro até abril (Figura 5). Isto pode explicar parcialmente o melhor desempenho do arroz na região de Pouso Redondo. Altas temperaturas aumentam a respiração, reduzindo a disponibilidade de carboidratos à produção de grãos. Este efeito é mais nocivo principalmente à noite, quando a cultura não está realizando fotossíntese. Tanto as temperaturas baixas (16°C) como as altas (34°C) afetam o número de espiguetas produtivas por panícula do arroz (EMBRAPA, 2010).

O florescimento ocorreu no início de fevereiro para a cultivar Epagri 108 e as linhagens nos dois locais, onde a temperatura máxima para este período foi de 34,2°C em Itajaí e 32,4°C em Ituporanga (Figura 5). O número de grãos por panícula pode ter sido afetado pela alta temperatura que alcançou nível crítico em Itajaí, resultando em menor produtividade deste local. A fase mais sensível do arroz a altas temperaturas é a floração. A segunda fase de maior sensibilidade é a pré-floração ou, mais especificamente, cerca de nove dias antes da emissão das panículas (YOSHIDA, 1981). Nedel et al. (1995) afirmam que a diferenciação das espiguetas não é afetada por temperaturas de 32°C, porém é inibida a temperaturas de 37°C, enquanto que o desenvolvimento das espiguetas é reduzido em ambas.

Os órgãos reprodutores masculinos da flor são mais sensíveis às altas temperaturas do que os femininos. Neste caso duas causas principais são relatadas: a redução da deiscência de pólen das anteras e da germinação do grão de pólen sobre o estigma.

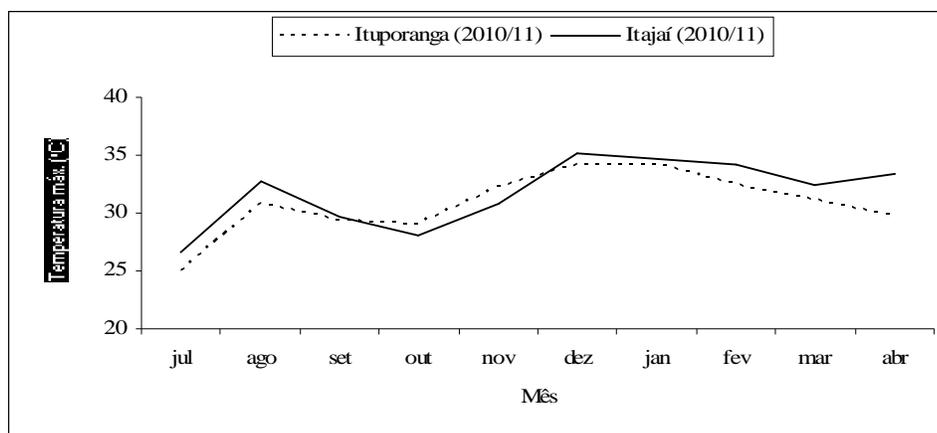


Figura 5 - Temperaturas máximas registradas em Ituporanga e Itajaí de julho de 2010 a abril de 2011. Fonte: Epagri/CIRAM.

Pode ser verificado na Figura 6 que as médias das temperaturas máximas registradas no período de 1985 a 2009 correspondem ao comportamento das médias das temperaturas máximas registradas na safra de 2010/11. Isso indica que o ano agrícola 2010/2011 apresentou características térmicas similares à normal do período para as duas regiões em que se conduziu o estudo.

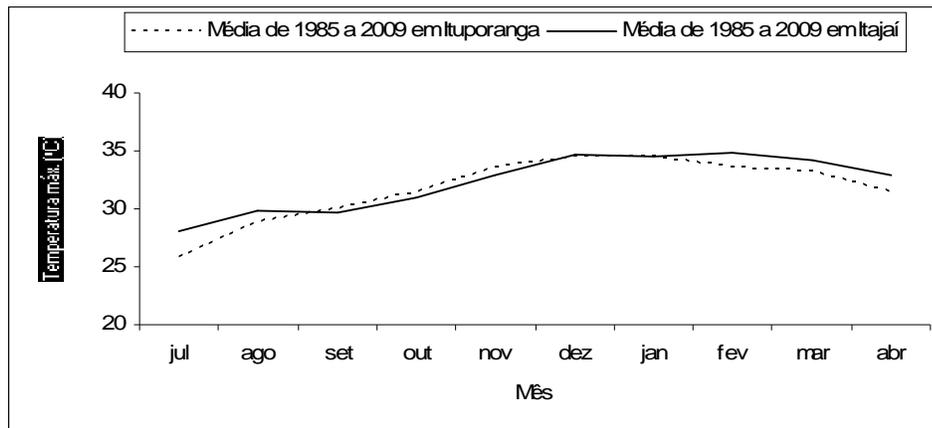


Figura 6 - Média das temperaturas máximas registradas em Ituporanga e Itajaí dos anos 1985 a 2009. Fonte: Epagri/CIRAM.

Os genótipos de ciclo tardio apresentaram maior número médio de dias da emergência a floração nos dois locais (tabela 9). Isso ocorreu porque a cultivar Epagri 108 e as linhagem apresentam maior exigência térmica para concluir a fase vegetativa. Para cultivares insensíveis ao fotoperíodo, assumindo-se um suprimento adequado de água, a duração do período da emergência à floração é determinada, fundamentalmente, pela temperatura do ar. Um dos conceitos mais importantes para caracterizar o desenvolvimento da cultura do arroz é a soma térmica ou graus-dia (EMBRAPA, 2004). Esse conceito expressa a disponibilidade energética do meio e pode ser caracterizado como o acúmulo diário de temperaturas que se situam acima da condição mínima e abaixo da máxima exigida pela planta (OMETTO, 1981).

A temperatura do ar em Itajaí é maior e por isso as cultivares/linhagens neste local município alcançaram mais rapidamente a fase de florescimento com uma maior soma térmica. A duração da fase vegetativa do arroz irrigado, estimada pelo método de graus-dia, é influenciada pelas épocas de semeadura e pelas diferenças regionais de temperatura, sendo maior nas semeaduras antecipadas e nas regiões mais frias e menor nas semeaduras tardias e nas regiões mais quentes (STEINMETZ et al., 2011). Para cultivares de arroz irrigado de ciclos super precoce, precoce e médio, na região de Capão do Leão, RS, Steinmetz et al.

(2009) encontraram, para o período compreendido entre a emergência e o estágio R4, a soma térmica de 862 °C dia, 1056 °C dia e 1135°C dia, respectivamente.

Tabela 9 - Número médio de dias da emergência ao início da floração (R4) da escala de Counce et al (2000) das cultivares/linhagens de arroz irrigado em Itajaí e Pouso Redondo. 2010/2011.

Local	Cultivar/linh.	Ciclo	Dias da emergência à floração (n°)	Temperatura média (°C)	Soma térmica
Itajaí	SC 471	tardio	109	23	1308
	SC 536	tardio	109	23	1308
	SC 637	tardio	109	23	1308
	Epagri 106	precoce	79	22	869
	Epagri 108	tardio	109	23	1308
Pouso Redondo	SC 471	tardio	121	21	1210
	SC 536	tardio	121	21	1210
	SC 637	tardio	121	21	1210
	Epagri 106	precoce	86	20	774
	Epagri 108	tardio	121	21	1210

A Figura 7 evidencia que a disponibilidade de radiação no Alto Vale do Itajaí foi maior do que em Itajaí. Isto contribuiu para as maiores produtividades em Pouso Redondo. A produtividade é muito influenciada pela radiação solar durante as fases reprodutiva e de maturação. Vários estudos mostram que, nessas fases, há uma relação linear positiva entre essa variável e a produção de grãos (EMBRAPA, 2010). O conteúdo de carboidratos de uma planta é diretamente dependente da radiação solar, afetando o número de grãos por panícula e o peso de grãos.

O sombreamento durante a fase vegetativa tem pouca influência sobre a produtividade e os seus componentes. Contudo, a produtividade é muito influenciada quando o sombreamento ocorre durante as fases reprodutiva e de maturação, reduzindo, respectivamente, o número de espiguetas e a percentagem de grãos obtida (YOSHIDA e PARAO, 1976). Isto corrobora os dados do presente estudo, onde o componente do rendimento que influenciou em maior grau na produtividade foi o número de grãos por

panícula, como resultado da maior disponibilidade de radiação solar em Pouso Redondo.

O nível de radiação solar disponível em Ituporanga, durante os meses de janeiro e fevereiro, cuja média foi de 455 cal/cm²/dia, é superior aquele disponível em Itajaí, cuja média foi de 369 cal/cm²/dia. Esta diferença de radiação entre as duas regiões também foi constatada por Knoblauch e Schiocchet (2001). De acordo com Steinmetz e Meireles (1999), a produtividade do arroz está diretamente relacionada a disponibilidade de radiação solar. Oldeman et al. (1986) demonstraram que o arroz cultivado em áreas inundadas, onde a disponibilidade de água não restringe o crescimento e o desenvolvimento da cultura, e onde os estresses biológicos e as condições adversas do solo são mínimos, tem o seu rendimento potencial relacionado, principalmente, à temperatura do ar e à radiação solar.

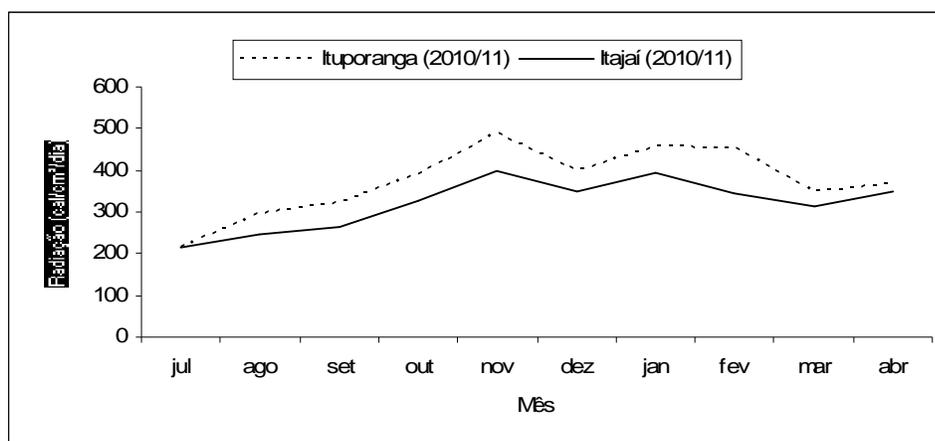


Figura 7 - Radiação solar registrada em Ituporanga e Itajaí entre julho de 2010 e abril de 2011. Fonte: Epagri/CIRAM.

Verifica-se na Figura 8 que o comportamento da radiação solar de 1985 a 2001 foi semelhante ao ocorrido na safra 2010/11, ano de interesse do estudo. Ela comprova que a radiação solar na região do Alto Vale do Itajaí é superior a de Itajaí. Resultados obtidos por Mota (1994) mostram que a variação do rendimento de arroz, caracterizada através dos coeficientes de correlação parcial, depende em 93% da radiação solar, 83% das horas de frio

em março e 42% das horas de frio em fevereiro. Na série de dados analisados, os rendimentos mais altos foram obtidos quando a disponibilidade de radiação solar, nos meses de fevereiro e março, foi superior a 550 cal/cm²/dia (EMBRAPA, 2004). A média de radiação solar no mês de fevereiro em Ituporanga foi de 525 cal/cm²/dia e em Itajaí foi de 469 cal/cm²/dia (Figura 8), contribuindo para as diferenças de rendimento encontradas neste trabalho.

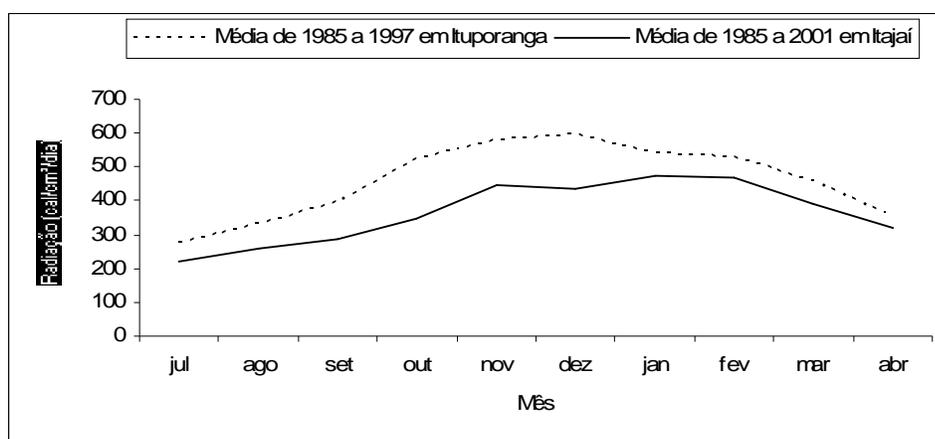


Figura 8 - Média da radiação solar registrada em Ituporanga entre 1985 a 1997 e em Itajaí, entre 1985 a 2001. Fonte: Epagri/CIRAM.

Tanto em Ituporanga como Itajaí, a média de insolação foi de 4,9 horas durante o ciclo de cultivo (Figura 9). Nos dias de maior insolação, geralmente as noites são de céu limpo, intensificando a radiação de onda longa para a atmosfera, diminuindo assim a temperatura do ar, que atinge seu pico de mínima ao amanhecer (VIANELLO e ALVES, 1991). Cordeiro et al. (2006) constataram que há uma tendência de aumento no rendimento da cultura do arroz irrigado à medida que a insolação é maior. Ao analisar os municípios individualmente constatou-se também que quanto maior a insolação no período de floração e enchimento de grãos houve um acréscimo de rendimento.

Cordeiro et al. (2006) também encontraram uma correlação não significativa entre a temperatura mínima do ar e o rendimento. Tal resultado levou os autores a concluir que

quando a temperatura do ar não é um fator limitante ao crescimento e desenvolvimento do arroz, a insolação e a disponibilidade de radiação solar tem maior influência sobre a produção de grãos. Neste sentido, durante o período mais crítico à definição do rendimento de grãos da cultura, compreendido entre meados de dezembro e meados de fevereiro, houve maior insolação no Alto Vale do que em Itajaí na safra 2010/2011 (Figura 9).

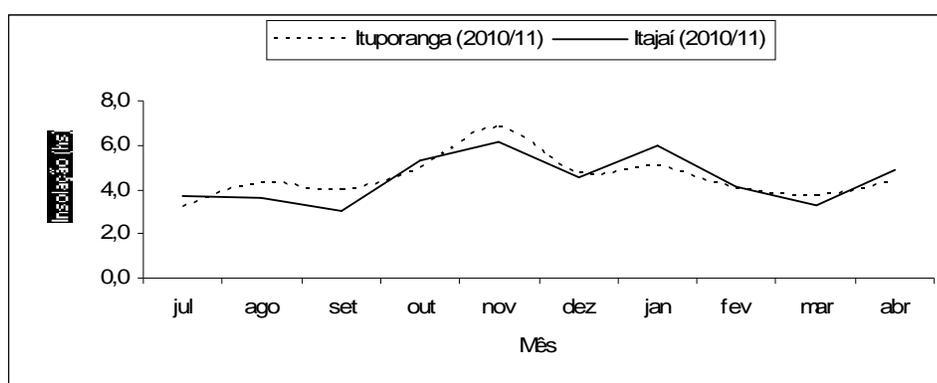


Figura 9 - Insolação (horas/dia) registrada em Ituporanga e Itajaí entre julho de 2010 e abril de 2011. Fonte: Epagri/CIRAM.

A média de insolação dos anos de 1985 a 2009 registrada em Itajaí foi maior que a de Ituporanga a partir do mês de dezembro, diferindo dos dados registrados na safra 2010/11 (Figura 10). Portanto, a insolação não pode explicar isoladamente o maior potencial de rendimento observado nas lavouras orizícolas do Alto Vale, pois Itajaí externou maior insolação e menor produtividade.

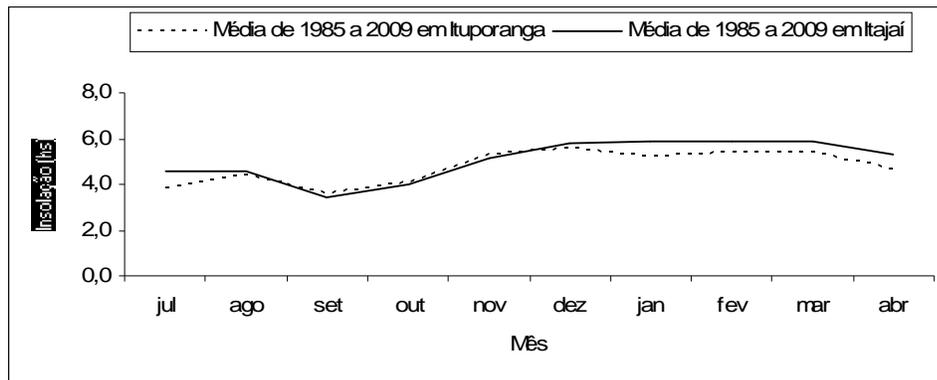


Figura 10 - Média de insolação registrada em Ituporanga e Itajaí dos anos 1985 a 2009. Fonte: Epagri/CIRAM.

A partir do mês de novembro, a umidade relativa do ar em Ituporanga foi menor do que em Itajaí na safra 2010/2011 (Figura 11). O maior percentual de umidade relativa do ar em Itajaí favorece o aumento da incidência de doenças foliares. Os maiores valores da umidade relativa do ar podem levar a condições mais favoráveis ao aparecimento de doenças (SENTELHAS et al., 2004). Os sintomas das doenças são observados nas folhas, colmos e panículas, com maior intensidade nas fases de perfilhamento e emborrachamento (FILIPPI e PRABHU, 1998). Tanto na fase de perfilhamento como na fase de florescimento do arroz, o município de Itajaí apresentou maior incidência de doença (Tabelas 2 e 3). A escaudadura é uma doença comum nas regiões de cultivo de arroz e tem sido observada frequentemente nas regiões Centro-Oeste, Norte brasileiro e litoral paranaense, sob condições de alta temperatura e alta umidade relativa do ar (PRABHU e FILIPPI, 1997; BALARDIN e BORIN, 2001). Estes resultados corroboram com os encontrados no presente trabalho.

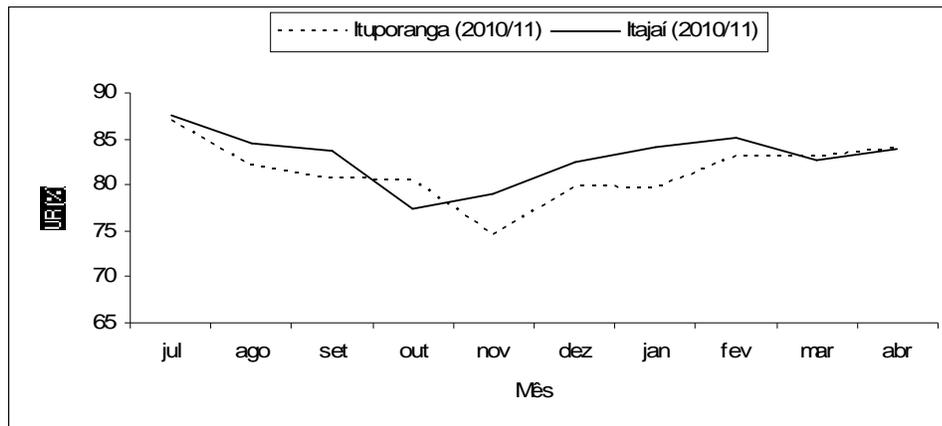


Figura 11 - Umidade relativa do ar registrada em Itaporanga e Itajaí entre julho de 2010 e abril de 2011. Fonte: Epagri/CIRAM.

A média da umidade relativa do ar observada nos anos 1985 a 2009 nas duas regiões de interesse do estudo, mostra uma tendência a maior UR (%) em Itajaí em todos os meses do ciclo da cultura do arroz irrigado (Figura 12). O mês de outubro em Itajaí apresentou uma umidade do ar menor, comparado com a média dos anos anteriores (Figuras 11 e 12). Já na região do Alto Vale do Itajaí, a média dos anos anteriores corrobora com os valores encontrados na safra 2010/11.

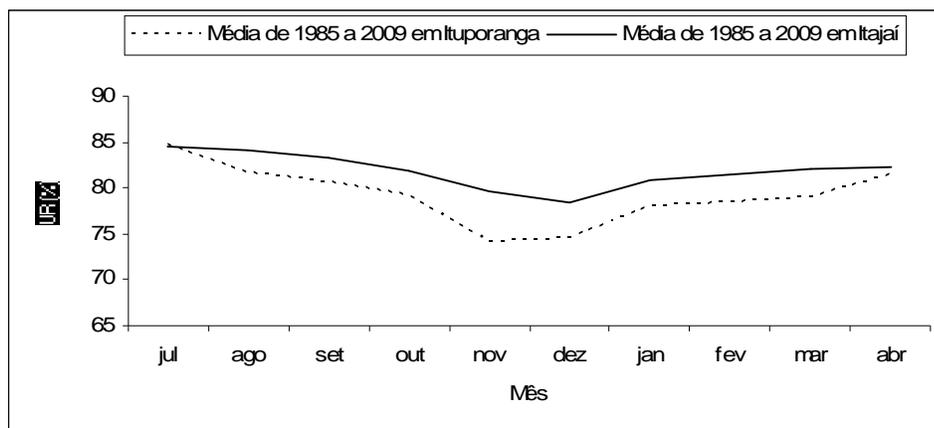


Figura 12 - Média de umidade relativa do ar registrada em Itaporanga e Itajaí entre 1985 a 2009. Fonte: Epagri/CIRAM.

4. CONCLUSÕES

O rendimento de grãos do arroz irrigado em Pouso Redondo é maior do que em Itajaí quando se utilizam cultivares e linhagens de ciclo tardio e alto potencial produtivo.

O componente do rendimento que mais contribui para a maior produtividade em Pouso Redondo é o número de grãos por panícula.

A maior área foliar do colmo principal, o maior teor de nitrogênio e de clorofila da folha bandeira e a menor incidência de doenças na floração são características morfo-fisiológicas que contribuem para o maior rendimento de grãos do arroz em Pouso Redondo.

A maior disponibilidade de radiação, as menores temperaturas médias na fase reprodutiva e de enchimento de grãos e a menor umidade relativa do ar são fatores do ambiente que contribuem para as maiores produtividades em Pouso Redondo.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os tetos de rendimento de grãos de arroz são pré-determinados pelo potencial da cultivar e pelas condições ambientais. Cada componente do rendimento é definido numa dada etapa e fase da planta de arroz, sendo influenciado pelas condições atmosféricas, manejos culturais e suprimento de nutrientes.

O presente trabalho objetivou identificar e avaliar as características agronômicas que se correlacionam com a produtividade do arroz irrigado nas diferentes regiões do Estado, identificando as bases ecológicas, morfológicas e fisiológicas para as diferenças de produtividade. Esse conhecimento permitiu identificar elementos fomentadores e restritivos do rendimento de grãos deste importante cereal no estado de Santa Catarina.

Nossa principal meta era caracterizar os fatores responsáveis pela diferença de produtividade entre as principais regiões orizícolas de Santa Catarina. A escolha desta pesquisa se baseou no questionamento comum entre os produtores de arroz catarinenses e os profissionais sobre altos tetos produtivos alcançados no Alto Vale do Itajaí.

Os resultados obtidos no presente trabalho demonstraram que o nível de fertilidade do solo não foi um fator determinante para as diferenças de produtividade registradas entre os locais, pois as condições edáficas, principalmente quanto disponibilidade de fósforo e potássio, eram melhores em Itajaí do que em Pouso Redondo. Como as práticas culturais adotadas foram as mesmas nos dois locais, também não se pode atribuir ao sistema de manejo as diferenças observadas no rendimento de grãos.

Assim, este trabalho de pesquisa nos permitiu inferir que as condições climáticas mais favoráveis do Alto Vale do Itajaí foram as principais responsáveis pela maior produtividade da cultura em Pouso Redondo. Três elementos climáticos merecem ser destacados: temperatura atmosférica mais baixa, maior disponibilidade de radiação solar e menor umidade relativa do ar.

As menores temperaturas atmosféricas, principalmente à noite, são importantes para restringir a atividade respiratória da planta, aumentando a disponibilidade de fotoassimilados para a formação das espiguetas. Além disto, com temperaturas mais baixas a planta acumula menor número de unidades de calor por dia, cresce e se desenvolve mais lentamente. Conseqüentemente, a cultura tem mais tempo para absorver nutrientes, principalmente nitrogênio, o que aumenta a área foliar do colmo principal, o teor de N da folha bandeira, retarda a senescência e permite a fixação de maior número de grãos por panícula.

A maior disponibilidade de radiação solar contribui para aumentar a atividade fotossintética da planta, disponibilizando maior quantidade de carboidratos para o seu crescimento e desenvolvimento e para a definição do seu potencial produtivo.

A menor umidade relativa do ar é importante para reduzir o período de deposição de orvalho sobre as folhas. Isto restringe a incidência de doenças foliares, retardando a senescência e mantendo as folhas fisiologicamente ativas por mais tempo.

Portanto, pode-se concluir que temperaturas noturnas mais baixas, maior disponibilidade de radiação solar na fase reprodutiva e baixa umidade relativa do ar são fatores que potencializam o rendimento de grãos do arroz no Alto Vale do Itajaí, principalmente quando se utilizam práticas adequadas de manejo, solos sem restrições de fertilidade e cultivares ou linhagens de ciclo tardio e alto potencial produtivo.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, S. A. et al. **Caracterização climatológica do município de Penha, SC**. Univali: Itajaí, 2006. Cap. 1, 11-28 p.

ARIMA, Y. Uptake and accumulation of nitrogen. In. MATSUO, T.; KUMAZAWA, K.; ISHII, R.; ISHIHARA, K.; HIRATA, H. (Ed.). **Science the rice plant**. Tokyo: Food and Agriculture Policy Research Center, 1995. v. 2, p. 327-343.

ARGENTA, G.; SANGOI, L.; SILVA, P.R.F. da; RAMPAZZO, C.; GRACIETTI, L.C.; STRIEDER, M.L.; FORSTHOFER, E.L.; SUHRE, E. Potencial de rendimento de grãos de milho em dois ambientes e cinco sistemas de produção. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.4, p.27-34, 2003.

BALARDIN, R.S.; BORIN, R.C. **Doenças na cultura do arroz irrigado**. Santa Maria: [s.n], 2001. 48p.

BARBOSA FILHO, M. P. **Nutrição e adubação de arroz: sequeiro e irrigado**. Piracicaba: Potafos, 1987. 129 p. (Boletim técnico, 9).

BIANCHET, P.; **Períodos de drenagem do solo no perfilhamento em arroz irrigado cultivado no sistema pré-germinado**. 2006. 39-70 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2006.

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, 2002.

CARMONA, R. de C. et al. Influência de cultivares, densidades de semeadura e doses de nitrogênio na produção integrada de arroz e peixes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, p.811-814, 2008.

CONAB. Acompanhamento de safra brasileira: grãos, décimo levantamento, julho 2010. Brasília, DF, 2010. 43 p. Disponível em <www.conab.gov.br>. Acesso em: 3 mar. 2011.

CORDEIRO, A. P. A.; KLERING, E. V.; FONTANA, D. C.; BERLATO, M. A. relação entre o rendimento da cultura do arroz irrigado e a insolação e temperatura mínima do ar nas

regiões orizícolas do Rio Grande do Sul. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 14, 2006, Florianópolis. *Anais... do XIV CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA*, 2006. v. único.

COUNCE, P. A.; KEISLING, T. C.; MITCHELL, A. J. A uniform, objective, and adaptive system for expressing rice development. **Crop Science**, Madison, v. 40, n. 2, p. 436- 43, 2000.

CRUZ, R. P. da; MILACH, S. C. K. Melhoramento genético para tolerância ao frio em arroz irrigado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.30, p.909-917, 2000.

EBERHARDT, D. S.; Consumo da água em lavouras de arroz irrigado sob diversos métodos de preparo do solo. In: XX Reunião da Cultura do Arroz, Pelotas, RS. *Anais... EMBRAPA CPACT*, 1993.

EMBRAPA. Adubação e calagem para a cultura do arroz irrigado. **Arroz Irrigado no Sul do Brasil**. Brasília, DF: 2004. p.259-265. Informações Técnicas, 2004.

EMBRAPA. Aspectos socioeconômicos da produção de arroz. **Arroz Irrigado no Sul do Brasil**. Brasília, DF: 2004. p.23-33. Informações Técnicas, 2004.

EMBRAPA. Influência do clima na cultura do arroz irrigado no Rio Grande do Sul. **Arroz Irrigado no Sul do Brasil**. Brasília, DF: 2004. p.45-59. Informações Técnicas, 2004.

EMBRAPA. Solos de várzea do sul do Brasil cultivados com arroz irrigado. **Arroz Irrigado no Sul do Brasil**. Brasília, DF: 2004. p.75-83. Informações Técnicas, 2004.

EMBRAPA. Solos Cultivados com Arroz Irrigado na Região Subtropical do RS e SC. Sistemas de produção. Versão Eletrônica Nov./2005. Disponível em <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/>>. Acesso em: 16 mar. 2010.

EPAGRI. Histórico da produção de arroz irrigado. Disponível em <<http://www.epagri.sc.gov.br>>. Acesso em: 8 abr. 2010.

FAGERIA, N. K. Otimização da eficiência nutricional na produção das culturas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 2, p. 6-16, 1998.

FILIPPI, M.C.; PRABHU, A.S. Doenças do arroz e seu controle. In: BRESEGHELLO, F.; STONE, L.F. **Tecnologias para o arroz de terras altas**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1998. p.139-156.

FRANÇA, M. G. C., ARAÚJO, A. P., ROSSIELO, R. O. P., RAMOS, F.T. Relações entre crescimento vegetativo e acúmulo de nitrogênio em duas cultivares de arroz com arquiteturas contrastantes. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v.22, n.1, p. 43-49. 2008.

FREITAS, T. F. S. de et al. Produtividade de arroz irrigado e eficiência da adubação nitrogenada influenciadas pela época da semeadura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, p.2397-2405, 2008.

GOMES, A. da S.; VAHL, L. C.; PATELLA, J. F. **Respostas da cultura do arroz irrigado à adubação nitrogenada no RS**. Pelotas: UEPAE, 1979. 16p.

GOMES, A. S., MAGALHÃES, A. M. Jr. **Arroz irrigado no Sul do Brasil**. Brasília: Embrapa, 2004. p. 899.

GUIMARÃES, C. M.; SANTOS, A. B.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. M. de M.; STONE, L. F. Sistema de Cultivo. In: SANTOS, A. B.; STONE, L.F.; VIEIRA, N. R. de A. (Ed.). **A cultura do arroz no Brasil**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. p. 53-96.

INFELD, J. A. Influencia da temperatura e da radiação solar no arroz. **Trigo e Soja**. Porto Alegre, v.93, p.9-10, 1987.

INFELD, J. A.; SILVA, J. B. da; ASSIS, F. N. de. Temperatura-base e graus-dia durante o período vegetativo de três grupos de cultivares de arroz irrigado. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.6, n.2, p.187-191, 1998.

IRGA. Dados da safra 2003/04. Disponível em <<http://www.irga.rs.gov.br/dadosde/safra.html>> Acesso em: 17 mar. 2010.

KWON, Y. W.; KIM, D. S.; PARK, S. W. Effect of soil temperature on the emergence-speed of rice and barnyardgrasses under dry direct-seeding conditions. **Korean Journal of Weed Science**, v. 16, n.2, p.81-87, 1996.

KNOBLAUCH, R.; BACHA, R.; STUKER, H. Níveis de nitrogênio e potássio para a adubação do arroz irrigado em sistema pré-germinado. In: Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado, 4, 2005, Santa Maria. *Anais...* Santa Maria: Orium, 2005. p. 443-445.

KNOBLAUCH, R.; SCHIOCCHET, M. A. Componentes de rendimento e produtividade do arroz irrigado, em sistema pré-germinado, em duas regiões de Santa Catarina. In: Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado, 2, 2001, Porto Alegre. *Anais...* Porto Alegre: Irga, 2001. p. 130-133.

MENEZES, V. G.; MACEDO, V. R. M.; ANGHINONI, I. **Projeto 10**: estratégias de manejo para o aumento de produtividade, competitividade e sustentabilidade da lavoura de arroz irrigado no RS. Cachoeirinha: IRGA, 2004. 32p.

MERTZ, L. M. et al. Alterações fisiológicas em sementes de arroz expostas ao frio na fase de germinação. *Revista Brasileira de Sementes*, v.31, n.2, Pelotas, 2009.

MOTA, F. S. da. Influência da radiação solar e do frio no período reprodutivo sobre o rendimento do arroz irrigado em Pelotas e Capão do Leão. **Lavoura Arrozeira**. Porto Alegre, v. 47, n.413, p.22-23, 1994.

MURATA, Y; MATSUSHIMA, S. Rice. In: L.T. Evans (ed.). **Crop physiology, some cases stories**. Cambridge, University Press: p. 73-99, 1975.

NEDEL, J. L.; ASSIS, F. N.; CARMONA, P. S. **A planta de arroz – Morfologia e Fisiologia**. UFPEL: Pelotas, 1995. p. 45 – 51. (Curso de Especialização em Produção de Sementes de Arroz Irrigado – Módulo I).

NEPA- Núcleo de estudos e pesquisa em alimentação. **Tabela brasileira de composição de alimentos**. Campinas: Unicamp, 2011. p. 161.

NETO, J. A. Z. Morfologia e fisiologia da planta de arroz. **Arroz Irrigado: Sistema Pré-germinado**. EPAGRI: Florianópolis, 2002. p.32.

NOLDIN, J. A.; EBERHARDT, Domingos S. A realidade ambiental e a lavoura orizícola brasileira. In: IV Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado, 2005, Santa Maria, RS. *Anais...* Orium, v. II. p. 612-621. 2005.

NORMAN, R.J.; GUINDO, D.; WELLS, B.R.; WILSON, C. E. Seasonal accumulation and partitioning of N-15 in rice. **Soil Science Society of American Journal**, n. 56, p. 1521-1526, 1992.

NTANOS, D. A.; KOUTROUBAS, S. D. Dry matter and N accumulation and translocation for Indica and Japonica rice under Mediterranean conditions. **Field Crops Research** **74**: p. 93-101, 2002.

OLDEMAN, L. R.; SESHU; D. V.; CADY, F. B. Response of rice to weather variables. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON THE IMPACT OF WEATHER PARAMETERS ON GROWTH AND YIELD OF RICE. 1986, Los Baños: IRRI (International Rice Research Center), 1986. p. 5-39.

OMETTO, J. C. **Bioclimatologia vegetal**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 425p.

PELLIZZETTI, M. A.; VIBRANS, A. C.; FRANK, B. Estimativa do percentual de abatimento de erosão para as condições da bacia do Itajaí. In: SERHIDRO, 2, 2009. Taubaté. *Anais...* Taubaté: Ipabhi, 2009. p. 341-350.

PEDROSO, B. A.; REGINATTO, M. P. V. Densidade de semeadura em arroz irrigado. In: Reunião da cultura do arroz irrigado, 11., 1981, Pelotas. *Anais...* Pelotas: Uepae, 1981. p.141-145.

PEDROSO, B. A. **Arroz irrigado: obtenção e manejo de cultivares**. Porto Alegre: Sagra, 1982. 175p.

PRABHU, A. S.; FILIPPI, M. C. Arroz (*Oryza sativa* L.) Controle de doenças. In: VALE, F.X.R.; ZAMBOLIN, L. **Controle de doenças de plantas**: grandes culturas. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1997. v.1. p.51-79.

REIS, M. de S., SOARES, A. A., SOARES, P. C, CORNÉLIO, V. M. de O. Absorção de N, P, K, Ca, Mg e S pelo arroz irrigado influenciada pela adubação nitrogenada. **Ciência Agrotecnológica**, Lavras, v. 29, n. 4, p. 707 -713, 2005.

SANGOI, L.; ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F. da; MINETTO, T. J.; BISOTTO, V. Níveis de manejo na cultura do milho em dois ambientes contrastantes: análise técnico-econômica. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, p.1021-1029, 2003.

SANTOS, A. B. dos; FAGERIA, N. K.; CALDAS, P. P. de C.; BOTELHO, T. H. A. Uso do clorofilômetro como indicador da necessidade de adubação nitrogenada em cobertura em arroz irrigado. In. CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 7, 2011. Balneário Camboriú. *Anais...* Itajaí: Sosbai, 2011. p. 493-496.

SARTORI, G. M. S.; MARCHESAN, E.; AZEVEDO, C. F.; STRECK, N. A.; FERREIRA, R. B.; COELHO, L. L. Época de semeadura: uso de água e produtividade de arroz irrigado. In. CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 7, 2011. Balneário Camboriú. *Anais...* Itajaí: Sosbai, 2011. p. 139-142.

SCHIOCCHET, M. A.; MARSCHALEK, R.; SCHEUERMANN, K. K.; RAIMONDI, J. V. Competição regional de linhagens de arroz irrigado em Santa Catarina, safra 2010/11. In. CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 7, 2011. Balneário Camboriú. *Anais...* Itajaí: Sosbai, 2011. p. 273-276.

SENTELHAS, P. C. 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.

SOSBAI. **Arroz irrigado**: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil. Pelotas: SOSBAI, 2007. 154p.

SOSBAI. Cultivares. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Santa Maria: SOSBAI, p. 77-87. 2005.

SOSBAI. Desenvolvimento da planta. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Porto Alegre: SOSBAI, 2010.

SOSBAI. Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil. Disponível em <<http://www.sosbai.com.br>>. Acesso em: 15 jan. 2010.

STEINMETZ, S. et al. **Soma térmica e número de dias para atingir os principais estádios de desenvolvimento de 16 cultivares de arroz irrigado** (versão on-line). Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009. 32p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 89).

STEINMETZ, S. et al. Uso de graus-dia para estimar a data de diferenciação da panícula (DP) de seis subgrupos de cultivares de arroz irrigado, em 17 localidades do Rio Grande do Sul, visando à adubação nitrogenada em cobertura. In. CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 7, 2011. Balneário Camboriú. *Anais...* Itajaí: Sosbai, 2011. p. 354-357.

STEINMETZ, S.; MEIRELES, E. J. L. Clima. In: Vieira, N. R. de A. **A cultura do arroz no Brasil**, Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. Cap.3, p.58-87.

STEINMETZ, S.; MOTA, F. S. Comportamento de seis cultivares de arroz submetidas a quatro níveis de adubação nitrogenada e sua relação com a radiação solar. In: REUNIÃO GERAL DA CULTURA DO ARROZ, 4, 1974, Pelotas. *Anais...Pelotas*: IRGA/IPEAS, 1974. p.97-105.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. **Análise de Solo, Planta e outros Materiais**. Porto Alegre: Departamento de Solos. Faculdade de Agronomia. UFRGS, 174 p. Boletim Técnico, 5, 1995.

TELLES, A. L.; GALLI, J. **Fundamentos para a cultura do arroz irrigado**. Efeitos do frio em cultivares de arroz irrigado no Rio Grande do Sul. Campinas: Fundação Cargil, p. 83-94. 1985.

TEMPO AGORA. Climatologia para a cidade de Pouso Redondo. Disponível em <<http://tempoagora.uol.com.br>> Acesso em: 15 jun. 2010.

TERRES, A. L. S.; FAGUNDES, P. R. R.; MACHADO, M. O.; MAGALHÃES Jr, A. M. de; NUNES, C. D. M. Melhoramento genético e cultivares de arroz irrigado. **Arroz Irrigado no Sul do Brasil**. Brasília: EMBRAPA, p. 202-204. 2006.

VIANELLO, R. L.; ALVES, A. R. **Meteorologia Básica e Aplicações**. Viçosa: Impr. Univ., 1991. 449 p.

VIJAYALAKSHMI, C.; RADHAKRISHNAN, R.; NAGARAJAN, M.; RAJENDRAN, C. Effect of solar radiation deficit on rice productivity. **Journal of Agronomy and Crop Science**, Coimbatore, n. 167, p.184-187, 1991.

WIKI. A produção de arroz no Brasil. Versão Eletrônica Ago./2009. Disponível em <<http://wiki.advfn.com/>> Acesso em: 20 de maio de 2010.

YOSHIDA, S. **Climatic environment and its influence**: Fundamentals of rice crop science. Los Baños, 1981. cap.2, p.65-110.

YOSHIDA, S.; PARAJO, F. T. Climatic influence on yield and yield components of lowland rice in tropics. In: INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE (Los Baños, Philippines). **Climate and rice**. Los Baños, 1976. p.471-494.

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 Agrária**, Curitiba, v.11, n.1, p.087-090, 2010.

ANEXO

ANEXO A – Escala fenológica para a cultura do arroz proposta por Counce et al. (2000).

Estádios de desenvolvimento de plântula

- S0 – Semente seca de arroz
- S1 – Emergência do coleóptilo ou radícula
- S2 – Emergência do coleóptilo e radícula
- S3 – Emergência do perfilo do coleóptilo

Estádios de desenvolvimento vegetativo

- V1 – Colar formado na 1ª folha do colmo principal
- V2 – Colar formado na 2ª folha do colmo principal
- V3 – Colar formado na 3ª folha do colmo principal
- V4 – Colar formado na 4ª folha do colmo principal
- V5 – Colar formado na 5ª folha do colmo principal
- V6 – Colar formado na 6ª folha do colmo principal
- V7 – Colar formado na 7ª folha do colmo principal
- V8 – Colar formado na 8ª folha do colmo principal
- V9 (VF-4) – Colar formado na 9ª folha do colmo principal, faltando 4 folhas para o surgimento da folha bandeira
- V10 (VF-3) – Colar formado na 10ª folha do colmo principal, faltando 3 folhas para o surgimento da folha bandeira.
- V11 (VF-2) - Colar formado na 11ª folha do colmo principal, faltando 2 folhas para o surgimento da folha bandeira.
- V12 (VF-1) - Colar formado na 12ª folha do colmo principal, faltando 2 folhas para o surgimento da folha bandeira.
- V13 (VF) – Colar formado na folha bandeira.

Estádios de desenvolvimento reprodutivo

- R0 – Iniciação da panícula
- R1 – Diferenciação da panícula
- R2 – Formação do colar na folha bandeira
- R3 – Exserção da panícula
- R4 – Antese
- R5 – Elongação do grão
- R6 – Expansão do grão
- R7 – Ao menos um grão da panícula apresenta casca com coloração típica da cultivar
- R8 – Maturidade de um grão isolado
- R9 – Maturidade completa da panícula