

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel”
Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial
Curso de Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de
Alimentos



Dissertação

**Qualidade de grãos de arroz em função da época de supressão
da água de irrigação**

Marília Rösler Vinhas
Engenheira Agrônoma

Pelotas, 2018

Marília Rösler Vinhas

**Qualidade de grãos de arroz em função da época de supressão
da água de irrigação**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Comitê de orientação: Prof. Dr. Nathan Levien Vanier
Prof. Dr. Maurício de Oliveira
Dra. Rosana Colussi

Pelotas, 2018

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

V766q Vinhas, Marília Rösler

Qualidade de grãos de arroz em função da época de supressão da água de irrigação / Marília Rösler Vinhas ; Nathan Levien Vanier, orientador ; Mauricio de Oliveira, Rosana Colussi, coorientadores. — Pelotas, 2018.

45 f. : il.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2018.

1. Arroz irrigado. 2. Arroz híbrido. 3. XP115. 4. XP113. 5. Rendimento de inteiros. I. Vanier, Nathan Levien, orient. II. Oliveira, Mauricio de, coorient. III. Colussi, Rosana, coorient. IV. Título.

CDD : 633.18

Banca examinadora:

Prof. Dr. Nathan Levien Vanier (Orientador). Professor Adjunto da Universidade Federal de Pelotas. Doutor em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Pelotas.

Prof. Dr. Cesar Valmor Rombaldi. Professor Titular da Universidade Federal de Pelotas. Doutor em Biologia Molecular Vegetal pela *Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Toulouse*, França.

Prof. Dr. Moacir Cardoso Elias. Professor Titular da Universidade Federal de Pelotas. Doutor em Agronomia pela Universidade Federal de Pelotas.

Dr. Cristiano Dietrich Ferreira. Pós-Doutorando na Universidade Federal de Pelotas. Doutor em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Pelotas.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela minha família e amigos e por me dar força para seguir adiante em meus objetivos.

Aos meus pais, avó, irmãos e ao meu noivo Rafael pelo amor e apoio incondicional em todos os momentos da minha vida.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Nathan Levien Vanier, que tenho como exemplo de profissional. Muito obrigada pela amizade, pelo incentivo, pela paciência, pelos ensinamentos profissionais e contribuições neste trabalho.

Ao comitê de orientação composto pelo Prof. Dr. Mauricio de Oliveira e a Dra. Rosana Colussi, agradeço pelo apoio e pela atenção prestada no desenvolvimento do trabalho.

Ao Prof. Dr. Moacir Cardoso Elias, pela serenidade em seus ensinamentos ao longo do curso de graduação e de pós-graduação.

Ao Prof. Dr. Cesar Valmor Rombaldi, por ter oportunizado ensinamentos durante as aulas de Metodologia da Pesquisa, que foram de grande valia durante a caminhada do mestrado.

Ao Dr. Cristiano Ferreira, por aceitar estar contribuindo na realização deste trabalho.

A empresa RiceTec Sementes, por dispor do meu tempo de trabalho e de toda infraestrutura necessária a implantação e desenvolvimento do ensaio.

Ao Eng. Agrônomo, Coordenador de Pesquisa da RiceTec, Rodrigo Soares, pelo apoio, pela dedicação na condução do “nosso” ensaio e por ser um grande incentivador.

Ao Eng. Agrônomo, Coordenador da Estação de Pesquisa da RiceTec, Paulo Vitor Campos pelo apoio a implantação do ensaio.

Aos colegas de trabalho do Laboratório de Grãos da RiceTec Diogo Braz, Maicon Martins, Mariângela Gil e Sabrina Giordano, que não mediram esforços para auxiliar na realização das análises. Obrigada pela amizade e pelo apoio. Não tenho palavras para expressar a satisfação de trabalhar junto a vocês, profissionais competentes e extremamente comprometidos com o trabalho. Tenho orgulho de pertencer ao “Riceteam”!

RESUMO

VINHAS, Marília Rösler. **Qualidade de grãos de arroz em função da época de supressão da água de irrigação**. 2018. 45 páginas. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Curso de Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel”, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2018.

A eficiência do uso de água na lavoura de arroz irrigado é um dos grandes desafios na sustentabilidade da cultura. A irrigação é fator fundamental para o bom desenvolvimento das plantas e a disponibilidade e o custo deste recurso requerem alternativas para otimização dos sistemas de irrigação. Nesse sentido, a época de supressão de irrigação pode contribuir para redução do uso de água. Entretanto, tal prática pode comprometer a produtividade e qualidade de grãos da lavoura. Tais atributos podem ser dependentes da cultivar em utilização, como por exemplo no caso de cultivares híbridas, em que o tamanho da panícula é maior que cultivares convencionais. O experimento foi conduzido a campo em Santa Maria, na Estação de Pesquisa da RiceTec Sementes, durante a safra de 2016/17, com o objetivo de verificar a influência da época de supressão da irrigação na qualidade de grãos de arroz das cultivares híbridas XP115 e XP113 e das cultivares não híbridas Puitá Inta CL e Guri Inta CL. Foram utilizadas três épocas de supressão de irrigação: 7, 14 e 21 dias após a floração. O último manejo utilizado foi sem supressão de irrigação, sendo mantida a água até o momento da colheita. As análises foram realizadas no Laboratório de Grãos da RiceTec Sementes. O delineamento experimental foi o completamente casualizado em três repetições. De forma geral, grãos do genótipo Puitá Inta CL apresentaram menor renda de benefício do que os demais genótipos estudados. O rendimento de inteiros foi alto quando a água foi retirada aos 21 dias após floração. As cultivares não híbridas Puitá Inta CL e Guri Inta CL mostraram maior suscetibilidade a quebra dos grãos no polimento quando a supressão da água ocorreu cedo, com 7 e 14 dias após a floração. Neste sentido, os genótipos XP115 e XP113 podem colaborar para um manejo mais sustentável da água no cultivo de arroz, sem redução no rendimento de inteiros. De forma geral, grãos dos híbridos XP115 e XP113 apresentaram maior grau de brancura do que os cultivares convencionais estudados. Houve efeito da época de supressão no grau de brancura apenas para o genótipo Guri Inta CL. Maiores valores de área gessada foram registrados nas cultivares híbridas, exceto quando grãos do genótipo Guri Inta CL foram obtidos do manejo de colheita com água. Grãos do genótipo XP113 apresentaram menor teor de amilose do que os demais genótipos estudados. Porém, diferenças no teor de amilose não se refletiram em alterações na temperatura de gelatinização. Não houve efeito da época de supressão da água de irrigação no teor de amilose e na temperatura de gelatinização.

Palavras-Chave: arroz irrigado, arroz híbrido, XP115, XP113, rendimento de inteiros.

ABSTRACT

VINHAS, Marília Rösler. **Rice quality as a function of the period of irrigation suppression**. 2018. 45 pages. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Curso de Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel”, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2018.

The efficiency of the use of water in irrigated lowland rice production is one of the major challenges for rice crops worldwide. Irrigation is fundamental for the proper plant development and the availability and the costs of water worldwide requires urgent crop management alternatives for optimizing irrigation systems. Thus, the period of water suppression may help for reducing water use in lowland rice production. However, this practice may compromise rice productivity and the grain quality. Results of the water suppression period may vary as a function of genotype. Hybrid rice cultivars exhibit greater panicle size than conventional rice cultivars, which may impact on grain quality as the water removal period changes. The present study was conducted in the RiceTec Sementes Research Station located in Santa Maria, Rio Grande do Sul, during the 2016/2017 crop season, aiming to verify the influence of water suppression period on the quality of rice from XP115 and XP113 hybrid cultivars as well as on the quality of rice from Puitá Inta CL and Guri Inta CL pure line cultivars. Water suppression periods were 7, 14, and 21 days after flowering and harvesting under flooding (no water removal). Analyzes were carried out in Laboratório de Grãos of RiceTec Sementes, Santa Maria, RS. Experimental design was completely randomized, with three repetitions. In general, grains from Puitá Inta CL genotype presented lower milling yield than the other studied genotypes. The head rice yield was high for all genotypes when water suppression was performed 21 days after flowering. The conventional rice cultivars Puitá Inta CL and Guri Inta CL exhibited greater susceptibility to grain breakage during polishing when the water suppression was conducted at earlier stages after flowering (7 and 14 days). Thus, genotypes XP115 and XP113 are more indicated for a sustainable water use in rice cultivation, with no loss on head rice yield. In general, rice from XP115 and XP113 cultivars showed greater whiteness. There was effect of water suppression period on whiteness just for Guri Inta CL genotype. Greater chalky area values were determined for hybrid rice cultivars, except when Guri Inta CL rice was obtained from harvesting under flooding. Rice from XP113 genotype exhibited lower amylose content than the other studied genotypes. However, differences in amylose content did not reflect on gelatinization temperature. There was no effect of water suppression period on amylose content and gelatinization temperature.

Keywords: irrigated lowland rice, hybrid rice, XP115, XP113, head rice yield.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fases fenológicas do arroz.....	16
Figura 2 - Estrutura molecular da amilose (a) e da amilopectina (b).....	21
Figura 3 - Duplas hélices de amilopectina organizadas e após gelatinização.....	22
Figura 4 - Colhedora de parcelas utilizada no experimento.....	26
Figura 5 - Grau de dispersão alcalina.....	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Delineamento experimental para avaliar a qualidade de grãos de diferentes genótipos de arroz em função da época de supressão da água de irrigação.....	25
Tabela 2. Classificação da temperatura de gelatinização conforme grau de dispersão alcalina.....	28
Tabela 3. Renda do benefício de grãos de diferentes genótipos de arroz produzidos em Santa Maria - RS, na safra 2016/2017.....	30
Tabela 4. Rendimento de grãos inteiros de grãos de diferentes genótipos de arroz produzidos em Santa Maria - RS, na safra 2016/2017.....	31
Tabela 5. Grau de brancura de grãos de diferentes genótipos de arroz produzidos em Santa Maria - RS, na safra 2016/2017.....	32
Tabela 6. Área gessada de grãos de diferentes genótipos de arroz produzidos em Santa Maria - RS, na safra 2016/2017.....	34
Tabela 7. Teor de gessados em grãos de diferentes genótipos de arroz produzidos em Santa Maria - RS, na safra 2016/2017.....	35
Tabela 8. Temperatura de gelatinização de grãos de diferentes genótipos de arroz produzidos em Santa Maria - RS, na safra 2016/2017.....	36
Tabela 9. Teor de amilose de grãos de diferentes genótipos de arroz produzidos em Santa Maria - RS, na safra 2016/2017.....	37

SUMÁRIO

1. Introdução.....	10
1.1. Hipóteses.....	11
1.2. Objetivos gerais.....	11
1.3. Objetivos específicos.....	11
2. Revisão bibliográfica.....	13
2.1. Produção de arroz no Brasil.....	13
2.2. Manejo da irrigação no cultivo do arroz em terras baixas.....	15
2.3. Parâmetros de qualidade de grãos.....	17
2.3.1 Renda do benefício e rendimento de grãos inteiros.....	18
2.3.2 Grau de brancura.....	20
2.3.3 Teor de amilose.....	20
2.3.4 Temperatura de gelatinização.....	22
3. Material e métodos.....	24
3.1. Materiais.....	24
3.2. Delineamento experimental.....	24
3.3. Preparo de amostra.....	25
3.4. Métodos.....	26
3.4.1. Renda do benefício.....	26
3.4.2. Rendimento de grãos inteiros.....	26
3.4.3. Grau de brancura.....	27
3.4.4. Teor de amilose.....	27
3.4.5. Temperatura de gelatinização.....	28
3.5. Análise estatística.....	29
4. Resultados e discussão.....	30
5. Conclusões.....	39
6. Referências bibliográficas.....	40

1. INTRODUÇÃO

O Brasil está entre os dez maiores países produtores de arroz (*Oryza sativa* L.) do mundo, com produção em torno de 10,6 milhões de toneladas na safra 2015/16. O arroz desempenha importante papel cultural, social e econômico, constituindo juntamente com o feijão a base da dieta alimentar dos brasileiros.

O cultivo desse cereal se dá, principalmente, em topografia plana, onde os solos são hidromórficos, no sistema irrigado. Por estas características que o cultivo de arroz no Brasil se dá, na maior parte, no estado do Rio Grande do Sul. Além das adaptações de clima e solo necessárias para o bom desenvolvimento das plantas, também se destacam as condições de manejo empregadas, a utilização de genótipos adaptados para altas produtividades, além de tecnologias existentes para alcançar bons rendimentos, tais como a tecnologia Clearfield® (CL) e o surgimento de cultivares híbridas.

A tecnologia CL objetiva auxiliar o produtor no controle de plantas daninhas, uma vez que cultivares com esta tecnologia são resistentes a herbicidas do grupo químico das imidazolinonas. As cultivares híbridas apresentam como característica a heterose ou vigor híbrido, que proporciona à planta maior capacidade de aproveitamento dos recursos e maior taxa de crescimento.

As principais cultivares híbridas no mercado são Inov CL, Titan CL, Lexus CL, XP113 e XP115. As duas últimas cultivares não dispõem da tecnologia CL para controle de arroz vermelho. Consideradas, respectivamente, de ciclo precoce e médio, as cultivares XP113 e XP115 possuem alto potencial produtivo e rendimento de grãos inteiros, tolerância ao acamamento e alta tolerância a brusone. Ambas cultivares podem ser utilizadas pela indústria de beneficiamento de arroz natural e parboilizado.

O arroz é considerado uma “commodity” desde 2008, possui os preços regulados pela oferta e procura do mercado internacional, o que confere ao produtor orizícola instabilidade na rentabilidade desta cultura. O custo total de produção de arroz no Estado do Rio Grande do Sul para a safra 2015/2016 teve, em média, um incremento de 17,4% em relação ao observado na safra

anterior, sendo assim um dos principais fatores limitantes para o cultivo do arroz.

Outro fator limitante é a disponibilidade de água para o cultivo do arroz, por estar entre as espécies classificadas como muito exigente quanto ao uso de água durante o ciclo de desenvolvimento. Desta forma, existem opções para melhorar a eficiência do uso de água na lavoura do arroz, como o uso de diferentes sistemas de cultivo, a utilização de cultivares com ciclos precoces, o ajuste de métodos de irrigação e a antecipação da época de supressão da irrigação. No entanto, estas práticas podem afetar a rentabilidade e a qualidade de grãos.

Para empresas de desenvolvimento de genótipos, a principal demanda é o desenvolvimento de materiais com alta qualidade industrial de grãos e com boa produtividade no campo, além da associação com manejo que privilegie a redução do uso de água para o cultivo. Associar estes fatores é um grande desafio. Além disso, considerando a produtividade média histórica da cultura no Estado, o custo de produção por sacco produzido e o preço de venda final do produto, a redução do custo de produção torna-se fator fundamental para a rentabilidade no setor arroseiro.

1.1. Hipóteses

A época de supressão de irrigação interfere diretamente na qualidade dos grãos de cultivares convencionais e de cultivares híbridas.

As cultivares híbridas XP113 e XP115 necessitam de época de supressão de irrigação mais tardia para uma melhor qualidade dos grãos.

1.2. Objetivos gerais

Avaliar efeitos da época de supressão da irrigação sobre a qualidade de grãos de cultivares convencionais e de cultivares híbridas.

1.3. Objetivos específicos

Comparar a qualidade dos grãos das cultivares convencionais Puitá Inta CL e Guri Inta CL e das cultivares híbridas XP113 e XP115 em função da época de supressão da água de irrigação.

Identificar a época ideal de supressão da irrigação para cada cultivar híbrida em estudo, que propicie grãos com a melhor qualidade tecnológica possível.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Produção de arroz no Brasil

A safra brasileira de arroz em 2016/17 atingiu aproximadamente 12,3 milhões toneladas, sendo 16,3% superior à safra 2015/16. Essa diferença em produção ocorreu em razão de condições climáticas favoráveis durante o período de desenvolvimento da cultura. A média nacional da produção de arroz anual dos últimos seis anos está em torno de 12,2 milhões de toneladas, o que mantém o cenário do estoque de passagem ajustado (CONAB, 2017).

Com um consumo estimado de 11,5 milhões de toneladas (base casca), o Brasil destaca-se como o maior mercado consumidor de arroz no Mercosul, com consumo per capita anual estimado em 55,8 Kg (MAPA, 2017). Os outros países integrantes não possuem uma forte cultura de consumo do produto, sendo as suas produções, em grande parte, não destinadas ao consumo interno, mas sim ao mercado internacional.

O arroz maior é majoritariamente consumido na forma de grãos descascados e polidos. Apenas um pequeno percentual da produção é destinado à produção de farinhas e outros produtos. Considerado uma excelente fonte de energia, devido ao alto teor de amido, o arroz também apresenta importância na dieta da população por contribuir com proteínas, vitaminas e minerais fundamentais para a saúde dos consumidores (WALTER et al., 2008).

Pela enorme extensão territorial do Brasil, o cultivo do arroz se dá em dois grandes ecossistemas: o de várzeas, que ocupa 58% da área cultivada, onde predomina o cultivo irrigado; e o de terras altas, com 42% da área, englobando o cultivo em sequeiro (BORÉM et al., 2015). O principal estado produtor é o Rio Grande do Sul, correspondendo a 71% da produção nacional, seguido de Santa Catarina (9,2%), Tocantins (5,6%), Mato Grosso (3,9%) e Maranhão (1,8%) (MAPA, 2017).

A região sul do país apresenta uma área de 6,8 milhões de hectares constituída de solos hidromórficos. Destes, 80% estão localizados no Rio Grande do Sul e são cultivados, predominantemente, com arroz irrigado (GOMES et al., 2004). As áreas de arroz irrigado que apresentam potencial para uso mais intensivo estão, principalmente, neste estado (SOSBAI, 2014).

A quase totalidade do arroz produzido no Rio Grande do Sul e Santa Catarina apresenta grãos do tipo longo fino, chamado comumente de “arroz agulhinha”. As características qualitativas desta classe de arroz são: (a) alta qualidade de cocção, (b) alto rendimento de grãos inteiros, (c) baixos teores de defeitos físicos, e (d) características de soltabilidade e maciez dos grãos cozidos que atendem o mercado brasileiro.

Para cada classe de arroz existem cultivares convencionais ou híbridas disponíveis no mercado. As cultivares híbridas apresentam maior potencial produtivo do que as cultivares convencionais devido a uma característica genética denominada “vigor híbrido” ou “heterose”, que proporciona a planta um maior tamanho da panícula e maior número de grãos por panícula durante a fase reprodutiva (COIMBRA, 2016). No entanto, atualmente, apenas 5% do total da área semeada no Brasil é com cultivares híbridas (RICETEC, 2015).

A adoção de uma cultivar está vinculada a questões agronômicas e de qualidade dos grãos. Quanto à primeira, são levados em consideração itens como o ciclo, a produtividade, a tolerância a doenças, a resistência ao degrane, à rusticidade e à disponibilidade de sementes, dentre outros fatores. Quanto à qualidade, são observados a classe do grão, os defeitos físicos e o rendimento de grãos de inteiros que a cultivar apresenta no beneficiamento, além dos atributos culinários. O conjunto desses fatores determina a aceitação ou rejeição de uma cultivar, tanto pelos produtores, quanto pela indústria e os consumidores.

De fato, a base genética das primeiras cultivares híbridas lançadas no Brasil era de materiais americanos, onde a qualidade estava muito distante dos anseios do mercado brasileiro. Entretanto, com a mudança no foco dos programas de melhoramento para o mercado brasileiro, atualmente as cultivares estão com qualidade mais próxima das exigências do mercado nacional.

Para que os produtores alcancem elevada produção são indispensáveis a escolha por genótipos com elevado potencial produtivo e o uso do manejo adequado, sendo estes fatores primordiais para o aperfeiçoamento do sistema de produção de arroz irrigado.

2.2. Manejo da irrigação no cultivo do arroz em terras baixas

O sistema de irrigação mais utilizado na cultura do arroz na região Sul do Brasil é o de inundação, independentemente do sistema de cultivo de arroz empregado, o convencional, o direto, o mínimo ou o pré-germinado (SOSBAI, 2016). Nesse sistema, são considerados o início e o término da irrigação, a altura da lâmina de água e a época de drenagem. Esses aspectos podem se tornar estratégias importantes na definição do potencial produtivo da lavoura e, em consequência, na otimização de sua relação custo/benefício (GOMES, 1999).

O manejo da irrigação de arroz por inundação é fator fundamental para o bom desenvolvimento da cultura e o atingimento de altas produtividades. A água na lavoura de arroz é responsável por controlar as plantas daninhas, a disponibilidade de nutrientes e o controle de pragas (SOSBAI, 2014).

O momento de entrada de água na lavoura relaciona-se com a otimização do uso de água, ao impacto ambiental, ao custo de energia, ao controle de plantas daninhas e à ecofisiologia da cultura (AGOSTINETTO et al., 2007). É dependente do ciclo, da cultivar e do herbicida a ser aplicado, seu atraso pode acarretar prejuízos quanto ao desenvolvimento das plantas pois a competição com plantas daninhas por água e nutrientes podem reduzir o potencial produtivo da cultura.

Conforme recomendações técnicas da SOSBAI (2014) para o cultivo de arroz, cultivares de ciclo muito precoce e precoce, por serem mais sensíveis a estresses, requerem que a irrigação inicie mais cedo, nos estádios de três a quatro folhas (V3/V4), enquanto que para cultivares de ciclo médio e tardio, o início da submersão do solo pode ser postergado para os estádios de quatro a cinco folhas (V4/V5). Os estádios fenológicos do arroz estão ilustrados na Figura 1.

Por ser de suma importância para a cultura do arroz, alguns aspectos além do momento de entrada da água precisam ser considerados, como a altura da lâmina d'água, a qualidade da mesma e a época de sua supressão.

A supressão da irrigação é discutida em relação a melhor época a ser realizada quanto aos estádios de desenvolvimento da cultura e a resposta das cultivares a época utilizada. Os riscos que envolvem a escolha da época de supressão estão relacionados ao impacto na produtividade e qualidade de

grãos devido ao que o excesso ou déficit hídrico possa acarretar na cultura. Plantas com maior período de enchimento de grãos, com alto potencial de perfilhamento e tamanho de panícula, como é o caso de cultivares híbridas, podem sofrer mais com o possível efeito da antecipação da interrupção do fornecimento de água (LONDERO, 2014).

A supressão do fornecimento de água à lavoura pode ocorrer 10 dias após a floração de 50% das panículas. Alguns fatores devem ser levados em consideração para adoção desse manejo, como os atributos físicos do solo, as condições climáticas e a propensão da cultivar para o trincamento dos grãos (EMBRAPA,2008).

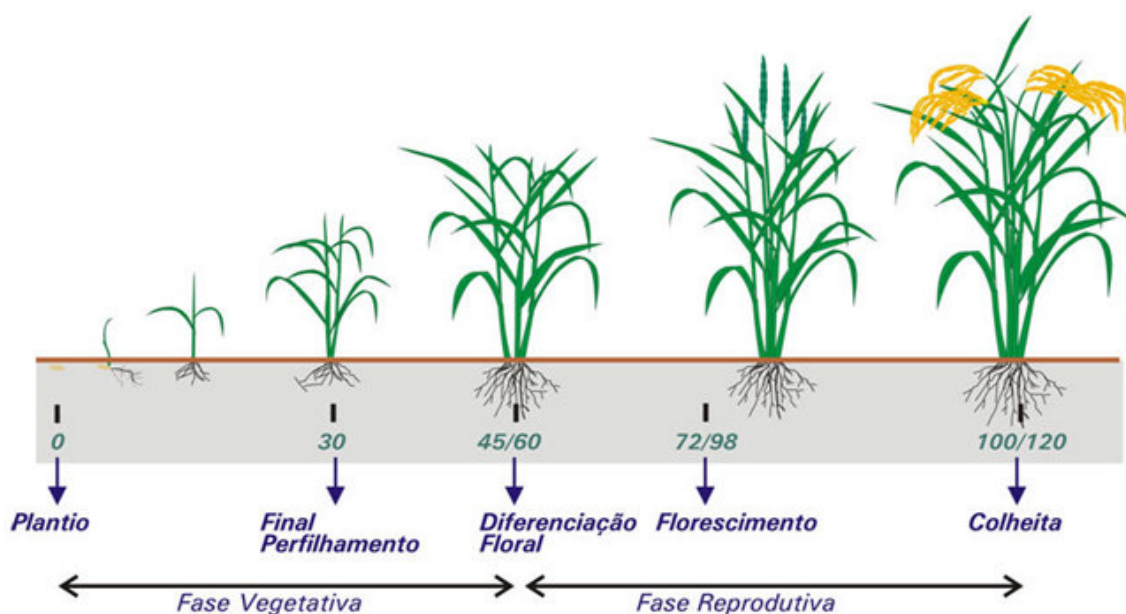


Figura 1 - Fases fenológicas do arroz.

Fonte: adaptada de COUNCE et al. (2000).

Uma alternativa de manejo é a supressão antecipada da irrigação. Para tal prática deve-se levar em consideração a cultivar utilizada e sua eficiência no uso de água. A retirada de água em diferentes momentos após a floração pode comprometer a produtividade em algumas cultivares e em outras pode não haver interferências significativas (CAPURRO et al., 2012).

O estresse hídrico na fase reprodutiva, pode causar diminuição do rendimento da cultura, afetando a esterilidade e o número de grãos por panícula. Entretanto, o efeito do estresse nesta fase pode variar de acordo com as características do genótipo de cada cultivar (LONDERO, 2014).

Segundo CONCENÇO et al. (2009), plantas de arroz híbrido se destacam pela eficiência do uso de água em condições favoráveis de desenvolvimento ou sob alta intensidade competitiva com plantas daninhas ou cultivares de arroz convencional. Isso se deve ao seu crescimento rápido e vigoroso, ocupando a área primeiro que as plantas daninhas, reduzindo assim sua interferência sobre a cultura. Entretanto, cultivares híbridas podem mostrar-se muito sensíveis ao déficit hídrico nos períodos de fase reprodutiva e enchimento de grãos, que pode ocorrer em ocasião da supressão de irrigação, comprometendo assim a produtividade da cultura e a qualidade de grãos (LONDERO, 2014).

O arroz, por ser umas das culturas mais exigentes em água, durante seu ciclo de desenvolvimento, demanda melhorias na eficiência do uso da água, como alternativa de diminuição nos custos de produção e impacto ambiental.

2.3. Parâmetros de qualidade de grãos

No momento da comercialização do arroz a qualidade dos grãos é fator fundamental, já que lotes com alto rendimento de grãos inteiros e sem defeitos apresentam melhor valor de mercado (CANELLAS et al., 1997).

A qualidade de grãos é influenciada por fatores como a genética da cultivar, as condições ambientais em que a planta é cultivada e por processos mecânicos durante a etapa do beneficiamento (JONGKAEWWATTANA & GENG, 2001). Além disso, diferentes manejos, incluindo a época de semeadura, o manejo de irrigação, a fertilidade do solo, e a época de supressão da irrigação, podem interferir no rendimento e na qualidade dos grãos da cultura (LONDERO, 2014).

O conceito de qualidade de grão varia muito em função da cultura da população dos diferentes países e até mesmo entre regiões de um mesmo país. Assim, consumidores do Japão, da China e da Coreia, por exemplo, preferem arroz de grãos curtos, considerados macios e pegajosos após o cozimento. Na Índia, no Paquistão e na Tailândia, mercados tradicionais de arroz, o arroz aromático tem grande valor econômico. No Brasil, a preferência dos consumidores tem sido pelo arroz de grãos longos e finos (popularmente conhecido como agulhinha), que possui alto rendimento de panela, com grãos soltos e macios após o cozimento.

Segundo GAMEIRO & GAMEIRO (2008), as preferências do tipo do arroz variam em função da renda per capita dos países, podendo variar em produtos de alto e baixo padrão. Os produtores, por consequência da demanda desses produtos, acabam sofrendo impactos financeiros quando as cultivares não expressam seus máximos potenciais de produtividade e qualidade. A busca por genótipos que visem a rentabilidade da cultura, ou seja, altas produtividades, nem sempre vai ao encontro com a exigência do mercado consumidor que visa qualidade de produto final.

Parâmetros de qualidade de grãos de arroz são importantes reguladores do mercado brasileiro, pois delimitam os preços pagos a produtores pelo fornecimento da matéria-prima. Estes parâmetros conferem características como tamanho de grãos, rendimento de grãos inteiros após o beneficiamento, translucidez do endosperma, teor de amilose e temperatura de gelatinização. Tais características tendem a assumir cada vez mais relevância nos programas de melhoramento genético do arroz, que visam a descoberta de cultivares que, além de expressarem máximo potencial produtivo, possuam alta qualidade de grãos.

2.3.1 Renda do benefício e rendimento de grãos inteiros

Parâmetros como a renda de benefício e o rendimento de grãos quebrados estão relacionados às características da cultivar, aos métodos de colheita e secagem dos grãos, às condições climáticas após a floração e adubação (ARTIGIANI et al., 2012).

Para os processos de beneficiamento industrial do arroz, a quebra de grãos é um fator importante economicamente, especialmente devido à valorização do produto com alto índice de grãos inteiros, se comparado ao produto com grãos quebrados (OLIVEIRA et al., 2014).

A renda no arroz constitui-se da soma do que restou em grãos inteiros e quebrados após a retirada da casca e do farelo. Durante a operação de beneficiamento agregam-se algumas perdas de processo e chega-se ao conceito oficial de renda, que era formalmente estabelecida em 68% (CIENDEC, 2013). Com o constante lançamento de novas cultivares, este conceito parou de ser utilizado, pois muitas delas podem apresentar como característica maior renda total.

Entre os parâmetros de qualidade já mencionados, os grãos inteiros definem o tipo do mesmo no momento da comercialização. Portanto, a presença de grãos quebrados é uma característica indesejável, pois diminui a qualidade e o valor comercial do produto (ARTIGIANI et al., 2012). O arroz quebrado, pode ser utilizado como subproduto no processo industrial. Nas indústrias, grãos quebrados são comumente misturados ao arroz inteiro, em proporções variáveis, para compor os tipos de arroz regulamentados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

A aparência dos grãos é outra característica importante na qualidade do arroz. Grãos translúcidos, ou seja, livres de gessados, são os mais procurados pelas indústrias de arroz e pelos consumidores. Grãos de arroz que apresentam o defeito gessado não apresentam nenhuma diferença de composição nutricional dos grãos translúcidos (JENNINGS; COFFMAN; KAUFFMAN, 1979).

O gessamento em arroz é caracterizado pela presença de uma área opaca, em todo ou em parte do endosperma do grão. A opacidade ocorre devido ao desordenamento do arranjo dos grânulos de amido e das proteínas nas células do endosperma (SANTOS, 2012). Quando presente em lotes de arroz pode conferir algumas características indesejáveis aos grãos, como redução da resistência do grão às forças aplicadas durante o processo de beneficiamento, predispondo à quebra durante a operação de polimento (VIEIRA; RABELO, 2006).

Segundo a Instrução Normativa Nº 6, de 16 de fevereiro de 2009, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, o grão gessado é definido como o grão descascado e polido, inteiro ou quebrado, que apresenta coloração totalmente opaca e semelhante ao gesso. São considerados gessados os grãos com 100% do endosperma opaco (BRASIL, 2009). Nos grãos gessados, os espaços de ar difratam e difundem a luz, tornando o aspecto visual do grão opaco. Nos grãos translúcidos, que são compactos e sem espaços de ar, a luz que incide atravessa o grão sem ser difratada, resultando em uma visualização vítrea do grão (KIM et al., 2000).

As possíveis causas para o surgimento de grãos gessados são: (a) origem genética: cultivares com características de alto teor de grãos gessados (PATINDOL; WANG, 2003); (b) condições ambientais adversas na fase de

maturação dos grãos; (c) má formação dos grãos pela incidência de doenças; (d) grande quantidade de grãos imaturos; (e) alto grau de umidade; e (f) ataque de insetos antes da colheita (VIEIRA; RABELO, 2006). Dentre essas possíveis causas, algumas delas muitas vezes podem ser manejadas de forma a evitar o impacto na qualidade de grãos, como, por exemplo, a escolha do momento ideal de supressão de água após a floração e de colheita.

2.3.2 Grau de brancura

Entre os parâmetros de qualidade de grãos reconhecidos pelo consumidor brasileiro são considerados aspectos da aparência do produto final, seja na prateleira do supermercado ou no momento do cozimento. A preferência é por grãos longos e finos, translúcidos e de coloração clara (BASSINELLO et al., 2004).

O grau de brancura é um indicativo de coloração da massa de grãos polidos e pode variar de acordo com a intensidade do polimento utilizada durante o beneficiamento. O referencial de brancura para o arroz branco é de aproximadamente 38 a 39 graus Kett. Um referencial para o arroz integral é de 23 a 24 graus Kett (CIENITEC, 2013). Assim, quanto mais alta a leitura, maior é a Brancura.

Polidoro (2018), verificou que o grau de brancura varia entre as cultivares convencionais e híbridas mais produzidas no Rio Grande do Sul, sob mesmas condições de cultivo, de secagem e de intensidade de polimento. Grãos mais opacos tendem a apresentar maiores graus de brancura.

2.3.3 Teor de amilose

A constituição química do grão de arroz é quase que na totalidade formada por amido (STORCK, 2004). O restante é composto por quantidades menores de proteínas, lipídios, fibras e cinzas. Entretanto, a composição do grão e de suas frações está sujeita às diferenças varietais e às variações ambientais, de manejo, de processamento e de armazenamento (ZHOU et al., 2002).

O amido é composto basicamente por dois tipos de macromoléculas: amilose e amilopectina (Figura 2). Muito da funcionalidade do amido se deve a

estas moléculas, assim como à organização física destas dentro da estrutura granular (DENARDIN; SILVA, 2009).

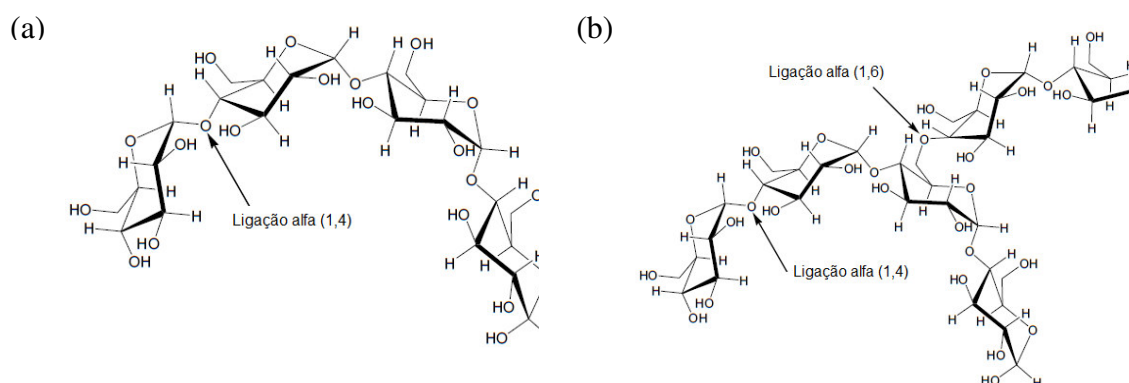


Figura 2 – Estrutura molecular da amilose (a) e da amilopectina (b).

Fonte: Adaptado de WADUGE, 2002.

A proporção entre amilose e amilopectina é variável com a fonte botânica, o que irá conferir características específicas à pasta de amido (FRANCO et al., 2001), podendo influenciar na viscosidade e no poder de retrogradação do amido no arroz. O conteúdo de amilose é considerado uma das variáveis mais importantes para avaliar o seu comportamento de cocção (ITURRIAGA; MISHIMA; AÑON, 2010).

O teor de amilose está relacionado com as propriedades de textura do arroz cozido, como maciez e coesão, e ainda com sua cor, brilho e volume de expansão, fornecendo informações sobre as mudanças que ocorrem durante o processo de cocção. As cultivares convencionais Puitá Inta CL e Guri Inta CL e cultivares híbridas como Inov CL e Lexus CL foram definidas como de alto teor de amilose (acima de 25,0%) por Polidoro (2018).

Segundo Pereira et al. (2009), durante o cozimento, o teor de amilose determina a absorção de água, a expansão do volume dos grãos e o teor de sólidos solúveis. Após o cozimento, há interferência na cor, no brilho, na coesividade e na dureza do arroz.

Arroz com alto teor de amilose, como é o caso da maioria dos genótipos disponíveis no Brasil, normalmente, apresenta grãos secos e soltos, que após o resfriamento podem ficar endurecidos. As cultivares com baixo teor de

amilose apresentam grãos macios, aquosos e pegajosos no cozimento. Aqueles com teor intermediário apresentam grãos enxutos, soltos e macios, mesmo após o resfriamento.

2.3.4 Temperatura de gelatinização

Como parâmetro químico de qualidade de grãos, a temperatura de gelatinização (TG) do amido refere-se à temperatura de cozimento na qual a água é absorvida e os grânulos de amido aumentam irreversivelmente de tamanho e gelatinizam, com simultânea perda de cristalinidade. Que perde cristalinidade é a macromolécula amilopectina, que apresenta duplas hélices organizadas (Figura 3), mas que se rompem com o intumescimento dos grânulos de amido e com o aquecimento à determinadas temperaturas.

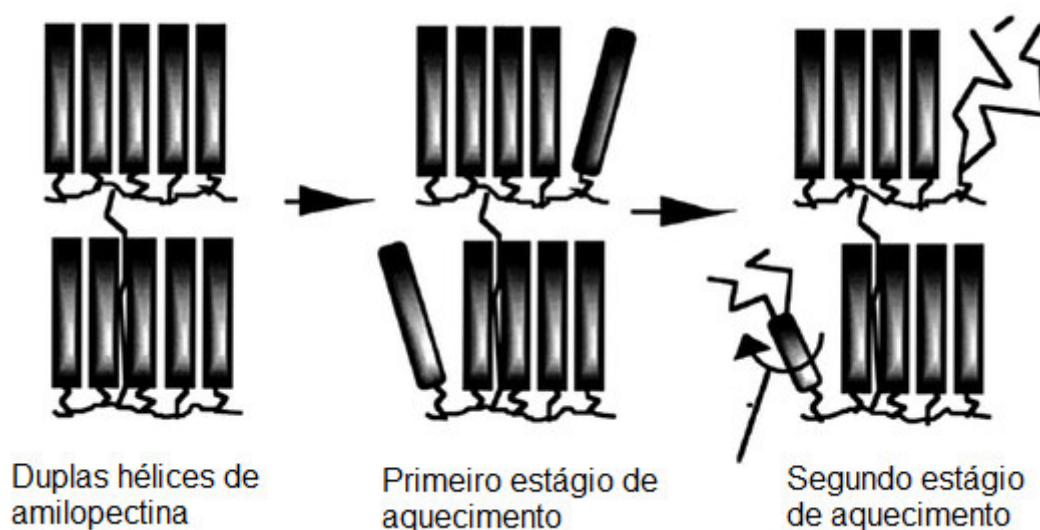


Figura 3 - Duplas hélices de amilopectina organizadas e após gelatinização.

Fonte: Adaptado de WANG & COPELAND, 2013.

A TG é uma característica utilizada como medida indireta da qualidade do arroz. O teste de TG propicia informações sobre a resistência dos grãos à cocção, característica que está relacionada com propriedades do amido e que determina o tempo de cozimento (EMBRAPA, 2005).

Materiais com TG alta requerem mais água e mais tempo de cozimento do que aqueles que apresentam TG intermediária ou baixa. Sob as mesmas condições de cocção, grãos com TG alta tendem a ficar duros e mal cozidos,

ao passo que grãos com TG baixa tornam-se mais macios e podem até mesmo desintegrar-se completamente se cozidos além do ponto. Via de regra, as cultivares desenvolvidas no país nos últimos anos apresentam baixa TG.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Materiais

O ensaio foi conduzido na safra de 2016/2017, na Estação Experimental de Pesquisa da RiceTec Sementes Ltda, localizada no município de Santa Maria, no estado do Rio Grande do Sul. Quatro cultivares foram utilizadas, sendo duas não híbridas (Puitá Inta CL e Guri Inta CL) e duas híbridas (XP113 e XP115).

O sistema de cultivo utilizado foi o cultivo convencional, em solo sistematizado. As operações para o preparo do solo foram gradagem e aplainamento. A semeadura foi realizada no dia 22 de setembro, com densidade de semeadura de 80 kg ha⁻¹ para as cultivares não híbridas, 45 kg ha⁻¹ para a cultivar híbrida XP115 e 40 kg ha⁻¹ para as cultivar XP113. A adubação de base utilizada foi na fórmula 9-23-30 (N-P-K) na dose de 350 kg ha⁻¹, seguido de adubações de cobertura de fórmula 45-0-0 fracionada em duas doses de 200 kg ha⁻¹ e 100 kg ha⁻¹, a primeira aplicada no dia 17 de outubro em estágio V3 juntamente com a entrada da água e a segunda no estágio V8.

A entrada de água ocorreu em todas as parcelas no mesmo dia. A primeira época de supressão foi realizada no dia 17 de janeiro, após as plantas atingirem o nível de 80% de floração. As demais épocas em intervalos de 7 dias. Na última época de supressão se manteve a lâmina de água na parcela até a colheita.

A área, a mão de obra, as máquinas e os equipamentos utilizados para implantação, manutenção e colheita dos ensaios, assim como todos os insumos necessários para os mesmos, foram fornecidos pela companhia RiceTec.

3.2. Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o completamente casualizado, em três repetições. Os estudos foram baseados nas variáveis dependentes e independentes apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Delineamento experimental para avaliar a qualidade de grãos de diferentes genótipos de arroz em função da época de supressão da água de irrigação.

Tratamentos	Variáveis independentes		Variáveis dependentes
	Genótipo	Época de supressão da água (DAF*)	
1	XP115	7	Renda de benefício
2	XP113	14	Rendimento de inteiros
3	Puitá Inta CL	21	Teor de grãos gessados
4	Guri Inta CL	Sem supressão	Área gessada
5			Grau de brancura
6			Teor de amilose
7			Temperatura de
8			gelatinização
...			
16			

*DAF = Dias após a floração.

3.3. Preparo da amostra

A colheita dos grãos foi realizada com grau de umidade de 20 a 24%, conforme preconizam as recomendações técnicas da pesquisa para a cultura do arroz (SOSBAI, 2016). As amostras foram colhidas com colhedora de parcelas (Figura 4).

Após a colheita, as amostras foram limpas para retirada de matérias estranhas e impurezas e secas até atingir 12,5% de umidade. A verificação do grau de umidade foi realizada com aparelho medidor de umidade marca Motomco, modelo 999FB, devidamente calibrado.

As amostras foram secas em secador a gás, mantendo-se a temperatura da massa do grão de 34 a 35°C. Após a etapa de secagem, os grãos foram transportados para o Laboratório de Qualidade de Grãos da RiceTec Sementes, onde foram conduzidas as etapas de armazenamento e análise.

As amostras foram acondicionadas em embalagens plásticas com capacidade para 2,5 kg de grãos em sala climatizada a 25±1°C, aonde foram mantidas durante o período de análises.



Figura 4 - Colhedora de parcelas utilizada no experimento.

3.4. Métodos

3.4.1. Renda do benefício

As amostras de arroz em casca (100g) foram beneficiadas em engenho de provas marca Zaccaria, modelo PAZ-1-DTA. Durante o beneficiamento, a casca e farelo são removidos nas etapas de descasque e polimento, respectivamente. Após estas etapas, os grãos inteiros foram separados dos grãos quebrados utilizando o trieur do próprio equipamento Zaccaria. A soma dos grãos inteiros e dos grãos quebrados foi considerada a renda de benefício, expresso em percentual.

3.4.2. Rendimento de grãos inteiros

Após o beneficiamento, as amostras foram analisadas em equipamento Analisador Estatístico de Arroz S-21. O S-21 é um scanner de grãos com um computador acoplado a um sistema digital de captura de imagens. As imagens de todos os grãos que compõem a amostra foram analisadas por software, individualmente. Após este processo, o programa calcula resultados estatísticos em gramas com base no peso da renda total da amostra.

Neste equipamento foram avaliados rendimento de grãos inteiros, o teor de grãos gessados e a área gessada média dos diferentes tratamentos.

As cultivares em estudo são pertencentes a classe de arroz longo fino, com comprimento igual ou superior a 6mm, espessura igual ou superior a 1,90mm, e relação C/L (comprimento/largura) igual ou maior que 2,75. Para avaliação, o equipamento considera grão inteiro aquele que apresentar comprimento igual ou superior às $\frac{3}{4}$ (três quartas) partes do comprimento mínimo da classe na qual ele predomina. Assim, após a identificação de tamanho o mesmo realiza o cálculo da massa de grãos inteiros, em gramas.

No presente estudo foram considerados os padrões utilizados pelas indústrias de arroz, que consideram grãos gessados aqueles que apresentam acima de 75% da área do grão gessada, opaca.

3.4.3. Grau de brancura

Os grãos foram acondicionados no suporte do equipamento medidor de brancura, da marca Satake, modelo MM1D, inseridos na abertura superior e, após estabilização, realizou-se a leitura de brancura (5,0-70,0%), transparência (0,01-8,00%) e grau de polimento (0-199) no display, conforme escala do equipamento.

3.4.4. Teor de amilose

O teor de amilose foi determinado conforme o método colorimétrico descrito por Martinez e Cuevas (1989), com adaptações. Para preparo da farinha de arroz, 10g de grãos inteiros sem defeitos foram selecionados e moídos em moinho de marca Ika. Após, as amostras foram levadas ao laboratório para as próximas etapas da análise.

Foram pesados 100mg de arroz moído de cada amostra. Posteriormente, o material foi transferido para balão volumétrico de 100mL, sendo acrescentados 1mL de álcool etílico 96% GL e 9mL de solução de NaOH 1 N. O material foi disposto em banho-maria a 100°C por 9 min, sendo resfriado durante 30 min e o volume completado com água destilada. De cada amostra foi retirada uma alíquota de 5mL e transferida para balão volumétrico de 100mL, onde foram adicionados 1mL de ácido acético 1N e 2mL de solução de iodo 2% (p/v), preparada três horas antes da análise. O volume de cada balão volumétrico foi completado com água destilada. A leitura de absorvância foi realizada em

espectrofotômetro a 590nm de marca Femto, modelo 60st, 30 min após adição da solução de iodo.

O teor de amilose foi determinado através de curva de calibração elaborada com amilose de batata.

A interpretação dos resultados foi baseada nas seguintes classes: Amilose Alta (teor de amilose entre 25 e 33%), Amilose Intermediária (teor de amilose entre 20 e 25% e Amilose baixa (teor de amilose entre 9 e 20%).

3.4.5. Temperatura de gelatinização

A temperatura de gelatinização foi estimada indiretamente pelo método de dispersão de alcalina, conforme descrito por Martinez e Cuevas (1989). Foram selecionados 12 grãos inteiros polidos, sem defeitos, e distribuídos uniformemente em uma bandeja de plástico preta, onde foram deixados em repouso por 24 horas em 10mL de solução KOH de concentração 1,7%, em incubadora BOD e temperatura controlada 25°C (+5°C).

Após o tempo de repouso foi realizada a leitura dos resultados, em escala que vai de 1 a 7 o grau de dispersão, conforme demonstrado na Figura 5. Após a leitura, a média dos resultados para cada amostra foi calculada. Os graus de dispersão correspondem a três categorias de temperatura de gelatinização, conforme indicado na Tabela 2 abaixo.

Tabela 2. Classificação da temperatura de gelatinização conforme grau de dispersão alcalina.

Classificação	Temperatura de gelatinização (°C)	Grau de dispersão
Alta	74 a 80	1, 2 e 3
Intermediária	69 a 73	4 e 5
Baixa	63 a 68	6 e 7

Fonte: Adaptado de MARTINEZ & CUEVAS, 1989.



Figura 5 - Grau de dispersão alcalina.

3.5. Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância ($P < 0,05$). Os efeitos da cultivar e da época de supressão da irrigação foram avaliadas pelo teste de Tukey a 5% de significância.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A renda de benefício dos grãos de arroz dos diferentes genótipos avaliados no presente estudo, em função da época de supressão da água de irrigação, está apresentada na Tabela 3.

Tabela 3. Renda do benefício de grãos de diferentes genótipos de arroz produzidos em Santa Maria - RS, na safra 2016/2017.

Amostra	Supressão da irrigação			Sem supressão
	7 DAF	14 DAF	21 DAF	
XP115	72,82±1,02 aA	71,69±0,71 aA	72,48±0,49 aA	72,50±0,88 abA
XP113	72,51±0,15 aB	72,91±0,30 aAB	73,51±0,70 aAB	73,68±0,37 aA
Puitá CL	70,75±0,48 bA	70,56±1,80 aA	71,24±1,31 aA	71,94±0,11 bA
Guri CL	72,57±0,51 aA	72,81±1,70 aA	72,96±0,94 aA	72,23±0,56 bA

Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($P < 0,05$) entre genótipos. Letras maiúsculas diferentes, na mesma linha, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($P < 0,05$) entre épocas de supressão de irrigação, para um mesmo genótipo.

Na época de supressão de irrigação de 7 dias após a floração, a menor renda do benefício ($P < 0,05$) foi observada no genótipo Puitá Inta CL. As demais cultivares não apresentaram diferença significativa para esta variável quando a supressão da água foi realizada no sétimo dia após a floração. As épocas de supressão de 14 e 21 dias não propiciaram diferenças na renda de benefício entre as cultivares estudadas. Entretanto, no manejo sem supressão de água, as cultivares convencionais Puitá Inta CL e Guri Inta CL apresentaram menor renda de benefício ($P < 0,05$) do que a cultivar híbrida XP113.

A época de supressão de irrigação não apresentou influência sobre a renda de benefício das cultivares não híbridas Puitá Inta CL e Guri Inta CL e da cultivar híbrida XP115. Porém, maiores rendas de benefício foram observadas para grãos da cultivar híbrida XP113 à medida que se retardou a época de supressão da água de irrigação.

A renda de benefício é resultado da soma de grãos inteiros e quebrados após o descascamento e polimento do arroz. Maiores rendas de benefício indicam menores teores de casca e/ou de farelo. Grãos de cultivares híbridas, de acordo com estudo realizado por Siebenmorgen et al. (2006), apresentam

camada de farelo mais fina do que grãos de cultivares não híbridas. Logo, no presente estudo, o incremento na renda de benefício na cultivar híbridas XP113 para períodos mais curtos de supressão da irrigação deve estar, provavelmente, associado a espessura das camadas do farelo.

De acordo com Londero (2015), o tamanho da panícula de cada cultivar está associado à sua suscetibilidade ao estresse por fatores abióticos. O autor observou que cultivares híbridas possuem panículas maiores, o que causa desuniformidade no momento de enchimento de grãos.

O rendimento de grãos inteiros dos diferentes genótipos avaliados neste trabalho, em função da época de supressão da água de irrigação, está apresentado na Tabela 4.

Tabela 4. Rendimento de grãos inteiros de diferentes genótipos de arroz produzidos em Santa Maria - RS, na safra 2016/2017.

Amostra	Supressão da irrigação			Sem supressão
	7 DAF	14 DAF	21 DAF	
XP115	65,19±1,05 aA	62,38±0,35 bA	64,17±0,88 aA	62,71±0,98 abA
XP113	65,27±0,91 aA	65,17±1,14 aA	65,24±0,88 aA	59,04±0,96 bB
Puitá CL	60,81±0,01 cB	59,11±0,89 cB	65,29±2,05 aA	66,62±0,12 aA
Guri CL	63,13±0,37 bB	62,86±0,10 bB	67,03±0,71 aA	58,27±1,88 bC

Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($P < 0,05$) entre genótipos. Letras maiúsculas diferentes, na mesma linha, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($P < 0,05$) entre épocas de supressão de irrigação, para um mesmo genótipo.

Para a época de supressão de 7 dias após a floração observou-se que as cultivares híbridas XP115 e XP113 obtiveram maior rendimento de grãos inteiros ($P < 0,05$) do que grãos das cultivares não híbridas Puitá Inta CL e Guri Inta CL. Quando a supressão foi realizada aos 21 dias as cultivares não apresentaram diferença ($P < 0,05$) no rendimento de grãos inteiros.

O manejo sem supressão de água promoveu o aumento no rendimento de inteiros da cultivar Puitá Inta CL, mas propiciou queda nos valores médios do rendimento de inteiros da cultivar híbrida XP113 e da cultivar Guri Inta CL, com redução significativa ($P < 0,05$) quando comparada às demais épocas de supressão.

De acordo com Blanche et al. (2009), que avaliaram interações genotípicas e ambientais entre cultivares híbridas e não híbridas de arroz, os rendimentos de grãos inteiros são inferiores em grãos de cultivares híbridas. Yang e Zhang (2010), ao comparar tamanhos de panículas, verificaram maior comprimento em genótipos híbridos. Esta característica pode influenciar diretamente no momento da maturação, que tende a ser desuniforme, impactando negativamente no desempenho industrial (WANG; CHENG, 2004; DONG et al., 2008).

Conforme apresentado na Tabela 4, é possível manejar a época de supressão da água de irrigação das cultivares não híbridas Puitá Inta CL e Guri Inta CL e da cultivar híbrida XP113 de forma a propiciar melhor rendimento de grãos inteiros. Inclusive, de forma contrária às observações de Blanche et al. (2009), a supressão com 7 e com 14 dias após 80% de plantas com plena floração propiciou maior rendimento de inteiros nas cultivares híbridas do que nas convencionais.

O grau de brancura dos diferentes genótipos, em função da época de supressão da água de irrigação, está apresentado na Tabela 5.

Tabela 5. Grau de brancura de grãos de diferentes genótipos de arroz produzidos em Santa Maria - RS, na safra 2016/2017.

Amostra	Supressão da irrigação			Sem supressão
	7 DAF	14 DAF	21 DAF	
XP115	42,83±0,67 aA	41,60±1,30 aA	43,03±0,40 aA	42,67±1,25 aA
XP113	40,87±0,40 abA	41,63±0,96 aA	40,50±1,30 bA	42,43±0,51 aA
Puitá CL	38,50±1,22 cA	39,70±0,10 aA	38,65±0,45 bA	40,23±0,45 bA
Guri CL	39,80±0,72 bcB	39,75±0,75 aB	40,63±0,61 bAB	42,03±0,21 abA

Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($P < 0,05$) entre genótipos. Letras maiúsculas diferentes, na mesma linha, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($P < 0,05$) entre épocas de supressão de irrigação, para um mesmo genótipo.

O grau de brancura variou em função do genótipo. As cultivares híbridas apresentaram valores médios de grau de brancura superior ao dos grãos das cultivares não híbridas. De acordo com Polidoro (2018), que avaliou a qualidade físico-química e tecnológica de grãos das cultivares Puitá Inta CL,

Guri Inta CL, IRGA 424, INOV CL, Titan CL e Lexus CL, a maior vitricidade dos grãos do genótipo Puitá Inta CL faz com que sejam naturalmente menos brancos, menos opacos do que os demais, principalmente quando comparados aos grãos das cultivares híbridas.

O grau de brancura dos genótipos de arroz pode ser maior quando há presença de áreas gessadas, pois nesses casos há modificação na refração da luz e, conseqüentemente, na porcentagem de luz refletida pela amostra, conferindo coloração mais branca às partes gessadas do grão (LISLE, MARTIN e FITZGERALD, 2000). É importante destacar que o maior grau de brancura, tende a favorecer a comercialização do grão beneficiado polido, pois atende às exigências da maioria dos consumidores brasileiros, que preferem o produto mais branco e translúcido (ELIAS, 2007). Neste sentido, as cultivares híbridas apresentam vantagem frente às cultivares convencionais.

Na Tabela 6 está apresentada a área gessada média dos grãos polidos em função do genótipo e da época de supressão da água de irrigação. O gesso é a parte opaca do endosperma do arroz. Estudos mostraram que isso ocorre devido a um distúrbio no arranjo de moléculas de amido e proteínas, ficando frouxamente organizadas e tendo o espaço entre moléculas preenchido com ar (SHEN, 2000). Isto faz com que o grão gessado seja facilmente quebrado quando beneficiado (LIU et al., 2009).

Diferentemente do que está previsto na IN MAPA 06/2009, nas indústrias de arroz há uma classificação comercial muito comum, onde grãos que apresentam gessamento no endosperma são divididos visualmente em: (1) gessados, (2) grãos “barriga branca”, e (3) grãos “barriguinha”. Os grãos gessados são aqueles que apresentam acima de 75% da área opaca. Grãos “barriga branca” são aqueles que apresentam coloração opaca em 50 a 74% de sua área enquanto os grãos “barriguinha” são aqueles que apresentaram coloração opaca em 25 a 49% de sua área. Cabe ressaltar que no presente estudo a área gessada foi calculada a partir da análise das amostras em Analisador Estatístico de Arroz.

Tabela 6. Área gessada de grãos de arroz de diferentes genótipos produzidos em Santa Maria - RS, na safra 2016/2017.

Amostra	Supressão da irrigação			Sem supressão
	7 DAF	14 DAF	21 DAF	
XP115	26,98±2,48 aA	26,77±0,78 aA	28,41±0,29 aA	25,50±0,26 aA
XP113	24,84±1,89 abA	25,41±1,21 aA	27,92±1,40 aA	28,12±2,00 aA
Puitá CL	20,25±1,00 bA	23,84±1,17 aA	19,69±0,95 bA	20,39±0,33 bA
Guri CL	20,12±0,23 bC	23,72±0,29 aB	19,56±1,23 bC	26,83±1,14 aA

Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($P < 0,05$) entre genótipos. Letras maiúsculas diferentes, na mesma linha, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($P < 0,05$) entre épocas de supressão de irrigação, para um mesmo genótipo.

De forma geral, assim como observado para o grau de brancura (Tabela 5), a área gessada também foi maior nas cultivares híbridas do que nas não híbridas, o que confirma o estudo de LISLE, MARTIN e FITZGERALD (2000). Para as cultivares híbridas e a cultivar Puitá Inta CL não houve variação ($P < 0,05$) na área gessada média para os diferentes tratamentos de supressão de irrigação.

A cultivar Guri Inta CL apresentou maior área gessada quando a água foi mantida até a colheita, o que pode ser associado ao baixo rendimento de inteiros observado para o mesmo tratamento (Tabela 4) e ao grau de brancura acima de 42,0 GBZ, considerado alto para cultivares não híbridas.

Polidoro (2018), ao avaliar grãos cultivados em Pelotas-RS também na safra 2016/2017, reportou teor de grãos “barriga branca” e “barriguinha” de aproximadamente 1,0% e 2,0% para a cultivar Guri Inta CL e de aproximadamente 7% e 4%, respectivamente, para a cultivar híbrida INOV CL. Apesar do método de avaliação no trabalho de Polidoro (2018) ter sido visual, há relação com os resultados de área gessada apresentados na Tabela 6, haja vista que, de forma geral, valores maiores foram registrados para as cultivares híbridas.

Na Tabela 7 está o teor de grãos gessados dos diferentes genótipos avaliados neste trabalho, em função da época de supressão da água de irrigação. Foram considerados grãos gessados aqueles com 75% da área opaca, tanto inteiros como quebrados.

Tabela 7. Teor de gessados em grãos de diferentes genótipos de arroz produzidos em Santa Maria - RS, na safra 2016/2017.

Amostra	Supressão da irrigação			Sem supressão
	7 DAF	14 DAF	21 DAF	
XP115	0,51±0,10 bC	1,20±0,02 aA	0,77±0,04 abB	0,95±0,04 aB
XP113	1,11±0,15 aA	0,78±0,17 abA	1,16±0,09 aA	0,73±0,06 bA
Puitá CL	0,23±0,01 bcA	0,28±0,11 cA	0,40±0,20 bA	0,30±0,03 dA
Guri CL	0,22±0,03 cD	0,62±0,04 bcA	0,35±0,01 bC	0,49±0,01 cB

Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($P < 0,05$) entre genótipos. Letras maiúsculas diferentes, na mesma linha, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($P < 0,05$) entre épocas de supressão de irrigação, para um mesmo genótipo.

Independentemente da época de supressão da água de irrigação, maiores teores de grãos gessados ($P < 0,05$) foram observados nas cultivares híbridas.

Em estudo realizado por Londero et al. (2015) foi verificada a qualidade industrial de grãos de arroz das cultivares INOV CL e Puitá Inta CL decorrente da supressão da irrigação e da umidade de colheita em dois anos consecutivos. Os autores verificaram que a cultivar Puitá Inta CL apresentou qualidade superior em relação ao rendimento de inteiros e ao percentual de grãos gessado, comparados ao híbrido INOV CL, e concluíram que a supressão de irrigação não interfere na qualidade de grãos inteiros, vítreos, opacos e gessados. No presente estudo houve variação nos teores de gessados, na área gessada média, no grau de brancura e no rendimento de inteiros, em função do período de supressão de irrigação e do genótipo.

PRABA et al. (2009) destacam que a supressão da irrigação na fase de enchimento de grãos pode prejudicar o arroz em formação, mas o efeito do estresse nesse período varia de acordo com as características genótípicas de cada cultivar.

Entre as possíveis causas do gessamento estariam as de origem genética (PATINDOL; WANG, 2003), condições ambientais adversas, má formação dos grãos pela incidência de doenças, grande quantidade de grãos imaturos, alto grau de umidade e ataque de insetos sugadores (percevejos-do-grão) antes da colheita (VIEIRA; RABELO, 2006).

Para as causas fisiológicas do gessamento existem hipóteses de ser um fornecimento insuficiente de nutrientes para o desenvolvimento de endosperma, redução da capacidade de sintetizar amido no endosperma e a degradação do amido por α -amilase durante o amadurecimento do grão (SANTOS, 2012).

Para as cultivares Puitá Inta CL e XP113 não houve modificação no teor de grãos gessados entre os tratamentos testados. Nas cultivares XP115 e Guri Inta CL o teor de grãos gessados variou em função da época de supressão.

Na Tabela 8 está apresentada a temperatura de gelatinização dos grãos polidos em função do genótipo e da época de supressão da água de irrigação.

Tabela 8. Temperatura de gelatinização de grãos de diferentes genótipos de arroz produzidos em Santa Maria - RS, na safra 2016/2017.

Amostra	Supressão da irrigação			Sem supressão
	7 DAF	14 DAF	21 DAF	
XP115	6,80±0,21 aA	6,72±0,25 abA	7,00±0,00 aA	6,86±0,24 aA
XP113	6,03±0,38 bA	6,36±0,29 bA	5,63±0,17 bA	6,00±0,22 bA
Puitá CL	6,78±0,31 abA	6,94±0,04 aA	7,00±0,00 aA	6,94±0,10 aA
Guri CL	6,83±0,22 aA	6,67±0,11 abA	6,92±0,14 aA	7,00±0,00 aA

Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($P < 0,05$) entre genótipos. Letras maiúsculas diferentes, na mesma linha, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($P < 0,05$) entre épocas de supressão de irrigação, para um mesmo genótipo.

A temperatura de gelatinização (TG) do amido se refere à temperatura de cozimento na qual a água é absorvida pelos grãos de arroz e os grânulos de amido aumentam irreversivelmente de tamanho, com simultânea perda de cristalinidade (MINGOTTE et al., 2012).

Conforme a Tabela 2, onde estão apresentadas as classes da temperatura de gelatinização segundo o grau de dispersão alcalina, pode-se classificar as cultivares estudadas com temperatura de gelatinização alta, ou seja, graus de dispersão alcalina entre 6 e 7. Materiais com TG alta necessitam de mais água e maior tempo de cocção do que aqueles que apresentam TG intermediária ou baixa.

Quando submetidos às mesmas condições de cocção, grãos com alta TG tendem a ficar duros e mal cozidos, ao passo que grãos com TG baixa tornam-se mais macios e podem até se desintegrar completamente se cozidos

demasiadamente. As épocas de supressão de irrigação demonstraram não ter influência sobre a temperatura de gelatinização nas cultivares estudadas.

A TG é um atributo utilizado como medida indireta da qualidade do arroz. Em termos práticos, é um teste que avalia o índice de resistência ao cozimento, característica que está relacionada com as propriedades do amido, e que determina o tempo de cocção. O teor de amilose do amido está intimamente relacionado com a temperatura de gelatinização, sendo que quanto maiores os teores de amilose, maiores as temperaturas de gelatinização.

Na Tabela 9 está apresentado o teor de amilose dos diferentes genótipos avaliados neste trabalho, em função da época de supressão da água de irrigação.

Tabela 9. Teor de amilose de grãos de diferentes genótipos de arroz produzidos em Santa Maria - RS, na safra 2016/2017.

Amostra	Supressão da irrigação			Sem supressão
	7 DAF	14 DAF	21 DAF	
XP115	26,72±0,32 aA	26,29±0,24 bA	27,20±0,83 aA	26,38±1,16 aA
XP113	24,79±0,00 bA	24,58±0,31 cA	24,17±0,09 bA	24,26±0,45 bA
Puitá CL	25,83±0,66 abA	27,17±0,00 aA	26,08±0,38 abA	26,33±0,40 aA
Guri CL	25,65±0,62 abA	25,16±0,05 cA	26,40±0,85 abA	26,47±0,34 aA

Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($P < 0,05$) entre genótipos. Letras maiúsculas diferentes, na mesma linha, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($P < 0,05$) entre épocas de supressão de irrigação, para um mesmo genótipo.

O teor de amilose variou entre as cultivares para os diferentes tratamentos. Em todos os períodos de supressão de água a cultivar híbrida XP113 obteve amilose intermediária (entre 20 e 25%), entretanto as demais cultivares obtiveram teor de amilose alta (entre 25 e 33%).

Os dados obtidos no presente estudo para as cultivares Puitá Inta CL e Guri Inta CL estão em acordo com o verificado por Juliano (2003) e Polidoro (2018) que também definiram estas cultivares como de alto teor de amilose. O teor de amilose está correlacionado com as propriedades texturais, como maciez, coesão, cor, brilho e volume de expansão. Relaciona-se, portanto, com as mudanças que ocorrem durante o processo de cocção e determinam a qualidade culinária (FERREIRA et al., 2005).

Tanto para as cultivares não híbridas Puitá Inta CL e Guri Inta CL quanto para as cultivares híbridas XP115 e XP113 o teor de amilose não variou entre os períodos de supressão de água. De acordo com Singh et al., (2003) fatores genéticos e ambientais são os principais responsáveis pela variação na composição e na qualidade do arroz.

5. CONCLUSÕES

De forma geral, grãos do genótipo Puitá Inta CL apresentaram menor renda de benefício do que os demais genótipos estudados. O único genótipo que apresentou diferença na renda de benefício em função da época de supressão da irrigação foi o XP113, onde observou-se que quanto mais tarde a água foi retirada da lavoura, maior foi a renda.

O rendimento de inteiros foi alto quando a água foi retirada aos 21 dias após 80% de floração. As cultivares não híbridas Puitá Inta CL e Guri Inta CL mostraram maior suscetibilidade a quebra dos grãos no polimento quando a supressão da água ocorreu cedo, com 7 e 14 dias após a floração. Neste sentido, os genótipos XP115 e XP113 podem colaborar para um manejo mais sustentável da água no cultivo de arroz, sem redução no rendimento de inteiros.

De forma geral, grãos dos híbridos XP115 e XP113 apresentaram maior grau de brancura do que os cultivares não híbridas estudadas. Houve efeito da época de supressão no grau de brancura apenas para o genótipo Guri Inta CL.

Maiores valores de área gessada foram registrados nas cultivares híbridas, exceto quando grãos do genótipo Guri Inta CL foram obtidos do manejo sem supressão de água. A maior área gessada de grãos do genótipo Guri Inta CL na colheita com água sustenta o baixo rendimento de grãos inteiros observados para este tratamento.

Grãos do genótipo XP113 apresentaram menor teor de amilose do que os demais genótipos estudados. Porém, diferenças no teor de amilose não se refletiram em alterações na temperatura de gelatinização. Não houve efeito da época de supressão da água de irrigação no teor de amilose e na temperatura de gelatinização.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTINETTO, D.; GALON, L.; MORAES, P. V. D.; TIRONI, S. P.; DAL MAGRO, T.; VIGNOLO, G. K. Interferência de capim-arroz (*Echinochloa spp.*) na cultura do arroz irrigado (*Oryza sativa*) em função da época de irrigação. **Planta Daninha**, Viçosa, 2007, v.25, n.4, 690 p.

ARTIGIANI, A. C.; CRUSCIOL, C. A. C.; ARF, O.; ALVAREZ, R. C. F.; NASCENTE, A. S. Produtividade e qualidade industrial do arroz de terras altas em função da disponibilidade hídrica e adubação. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, 2012, v. 42, n. 3, 341 p.

BASSINELLO, P. Z.; ROCHA, M. S.; COBUCCI, R. M. A. Avaliação de diferentes métodos de cocção de arroz de terras altas para teste sensorial. **Comunicado Técnico da Embrapa Arroz e Feijão**, n. 84, 2004.

BLANCHE, S. B.; UTOMO, H.; WENEFRIDA, I.; MYERS, G. O. Genotype x environment interactions of hybrid and varietal rice cultivars for grain yield and milling quality. **Crop Science**, v. 49, n. 6, p. 2011-2018, 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 2, de 16 de fevereiro de 2009. Aprova o regulamento técnico do arroz, definindo o seu padrão oficial de classificação, com os requisitos de identidade e qualidade, a amostragem, o modo de apresentação e a marcação ou rotulagem. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 2009, Seção 1, p. 3.

BORÉM, A.; NAKANO, P. H. Arroz: do plantio a colheita. Viçosa, 2015, **MG: Ed. UFV**, 242 p.

CANELLAS, L. P. et al. Efeito de práticas de manejo sobre o rendimento de grãos e a qualidade industrial dos grãos em arroz irrigado. **Ciência Rural**. Santa Maria, 1997, v. 27, n. 3, 375-379 p.

CAPURRO, M. C. et al. Efecto del momento de retiro de agua y cosecha en las variedades Parao y El paso 144. In: **INIA, Treynya y Tres. Arroz: Resultados Experimentales 2011-12**. Montevideo, 2012. Cap. 2, 11- 24 p.

CIENTEC. Glossário de termos técnicos na indústria do arroz no Brasil: Arroz de A a Z. **Fundação de Ciência e Tecnologia**. Porto Alegre, 2013. Disponível em: <http://www.fct.rs.gov.br/?model=conteudo&menu=234&id=1751>. Acesso em: março, 2018.

COIMBRA et al. Heterose em arroz híbrido. **Revista Brasileira Agrociência**. Pelotas, 2006, v. 12, n. 3, 257-264 p.

CONAB. Acompanhamento da Safra Brasileira Grãos. **Companhia Nacional de Abastecimento**. Vol. 4 - Safra 2016/17- Décimo segundo levantamento. Brasília, 2017. 67 p

CONCENÇO, G. et al. Uso da água por plantas híbridas ou convencionais de arroz irrigado. **Planta Daninha**. Viçosa, 2009. v.27, n.3, 447-453 p.

COUNCE, P.A.; KEISLING, T.C.; MITCHELL, A.L., A Uniform and adaptative system for expressing rice development **Crop Science**, Madison, 40:436-443. 2000.

DENARDIN, C. C.; SILVA, L. P. Estrutura dos grânulos de amido e sua relação com propriedades físico-químicas. **Ciência Rural**, Santa Maria, 2009, v. 39, n. 3, 945-954 p.

DONG, M. H.; ZHAO, B. H.; WU, X. Z.; TAO, C.; YANG, J. C. Difference in hormonal content and activities of key enzymes in the grains at different positions on a rice panicle during grain filling and their correlations with rice qualities. **Scientia Agricultura Sinica**, v. 41, n. 2, p. 370-380, 2008.

ELIAS, M. C. Pós-colheita de arroz: secagem, armazenamento e qualidade. **Editora e Gráfica Universitária UFPEL**, Pelotas, RS, Brasil, 2007.

EMBRAPA. A água: distribuição, regulamentação e uso na agricultura, com ênfase ao arroz irrigado. Documentos 250, ISSN 1806-9193, Pelotas: **Embrapa Clima Temperado**, 2008. 27 p.

EMBRAPA. Desenvolvimento tecnológico e dinâmica da produção de arroz de terras altas no Brasil. Santo Antônio de Goiás: **Embrapa Arroz e Feijão**, 2005. 118 p.

FERREIRA, C. M.; PINHEIRO, B. S.; SOUSA, I. S. F.; MORAIS, O. P. Qualidade do arroz no Brasil: evolução e padronização. Santo Antônio de Goiás: **Embrapa Arroz e Feijão**, 2005. 61 p.

FRANCO, C. M. L.; DAIUTO, E. R.; DEMIATE, I. M.; CARVALHO, L. J. C. B.; LEONEL, M.; VILPOUX, O. F.; SARMENTO, S. B. S. Propriedades gerais do amido. **Campinas: Fundação Cargill**, 2001. 224 p.

GAMEIRO, A.; GAMEIRO, M. O arroz no varejo e os fatores que influenciam o dispêndio das famílias consumidoras. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, vol.46, no.4, Piracicaba, 2008 SP, 1049 p.

GOMES, A. S.; MAGALHÃES JR., A. M. Arroz irrigado no Sul do Brasil. **Embrapa - Informação Tecnológica**. Brasília, 2004. 899p.

GOMES, A. da S.; PAULETTO, E. A. (Ed.). Manejo do solo e da água em áreas de várzea. **Embrapa Clima Temperado**, Pelotas, 1999. 201 p.

ITURRIAGA, L. B.; MISHIMA, B. L de; AÑON, L.C. A study of the retrogradation process in five argentine rice starches. **LWT - Food Science and technology**, v. 43, p. 670-674, 2010.

JENNINGS, P. R.; COFFMAN, W. R.; KAUFFMAN, H. E. Rice improvement. **Los Baños: International Rice Research Institute**, 1979. 186 p

JONGKAEWWATTANA, S. GENG, S. Inter-relationships amongst grain characteristics, grain-filling parameters and rice (*Oryza sativa* L.) milling quality. **Journal of Agronomy & Crop Science**. Berlin, 2001, v.187, n.4, p.223-229.

JULIANO, B. O. Rice chemistry and quality. **Philippines: Philippine Rice Research Institute**, 2003. 480 p.

KIM, S. S.; LEE, S. E.; KIM, O. W.; KIM, D. C. Physicochemical characteristics of chalky kernels and their effects on sensory quality of cooked rice. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v.77, n. 3 p. 373-379, 2000.

LISLE, A. J.; MARTIN, M.; FITZGERALD, M. A. Chalky and translucent rice grains differ in starch composition and structure and cooking properties. **Cereal Chemistry**, v. 77, n. 5, p. 627-632, 2000.

LIU, Q. H.; ZHOU, X. B.; YANG, L. Q.; LI, T. Effects of chalkiness on cooking, eating and nutritional qualities of rice in two indica varieties. **Rice Science**, v. 16, n. 2, p. 161-164, 2009.

LONDERO, G. Redução do uso de água, rendimento e qualidade de grãos de dois cultivares de arroz irrigado em função de época de supressão de irrigação. **Dissertação de Mestrado**. Santa Maria, 2014, 11 p.

LONDERO, G. Qualidade industrial de grãos de arroz decorrente da supressão da irrigação e umidade de colheita. **Irriga**, Botucatu, 2015. v. 20, n. 3, 593 p.

MAPA. Brasil projeções do agronegócio 2016/2017 a 2026/2027. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. 8ª Edição. Brasília, 2017. 22 e 23 p.

MARTINEZ, C. Y.; CUEVAS, F. Evaluación de la calidad culinaria y molinera del arroz. **Guia del estudio: CIAT**, 1989. 33 p.

MINGOTTE, F. L. C.; HANASHIRO, R. K.; FORNASIERI FILHO, D. Características físico-químicas do grão de cultivares de arroz em função da adubação nitrogenada. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n.1, p. 2605-2618, 2012.

OLIVEIRA, M. Propriedades tecnológicas e de cocção em grãos de arroz condicionados em diferentes temperaturas antes da parboilização. **Brazilian Journal of Food Technology**. Campinas, 2014 v. 17, n. 2, 147 p.

PATINDOL, J.; WANG, Y. J. Fine structures and physicochemical properties of starches from chalky and translucent rice kernels. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 51, n. 9, p. 2777-2784, 2003.

PEREIRA, J. A.; BASSINELLO, P. Z.; CUTRIM, V. dos A.; RIBEIRO, V. Q. Comparação entre características agrônômicas, culinárias e nutricionais em variedades de arroz branco e vermelho. *Caatinga*, Mossoró, v. 22, n. 1, p. 243-248, 2009.

POLIDORO, E. Qualidade de grãos de diferentes genótipos de arroz produzidos em Pelotas/RS e industrializados por processo convencional e por parboilização. **Dissertação de Mestrado**. Pelotas, 2018. 32 - 40 p.

PRABA, M. L. et al. Identification of physiological traits underlying cultivar differences in drought tolerance in rice and wheat. **Journal of Agronomy & Crop Science**. Berlim, 2009, v. 195, n. 1, 30 – 46 p.

RICETEC. Qualidade do arroz produzido no Brasil ajuda a conquistar novos mercados. Porto Alegre, 2015. Disponível em: <http://ricetec-sa.com/noticias/qualidade-do-arroz-26.html>. Acesso em: março, 2018.

SANTOS, T. Características físicas e químicas dos grãos gessados e seus efeitos na qualidade do arroz. **Dissertação de Mestrado**. Goiânia, 2012. 28 p.

SHEN, B. Observation on the starch grain development in endosperm of early indica rice during chalkiness formation with scanning electronic microscope. **Chinese Journal of Rice Science**, v. 14, n. 4, p. 225-228, 2000.

SIEBENMORGEN, T. J.; MATSLER, A. L.; EARP, C. F. Milling characteristics of rice cultivars and hybrids. **Cereal Chemistry**, 83, 169e172, 2006.

SINGH, N.; SODHI, N. S.; KAUR, M.; SAXENA, S. K. Physico-chemical, morphological, thermal, cooking and textural properties of chalky and translucent rice kernels. **Food Chemistry**, London, v. 82, n. 3, p. 433-439, 2003.

SOSBAI. Arroz Irrigado: Recomendações Técnicas da Pesquisa para o Sul do Brasil. **Sociedade sul-brasileira de Arroz Irrigado**. Bento Gonçalves, 2016. 161 p.

SOSBAI. Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil. **Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado**. Santa Maria, 2014. 91 e 192 p.

STORCK, C.R. Variação na composição química em grãos de arroz submetidos a diferentes beneficiamentos. Santa Maria, 2004. 108f. **Dissertação de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos**.

VIEIRA, N. R. de A.; RABELO, R. R. Qualidade tecnológica. In: SANTOS, A. B. dos; STONE, L. F.; VIEIRA, N. R. de A. (Ed.). **A cultura do arroz no Brasil**. 2 ed. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. p. 869-900.

WADUGE, R. M. Morphology and Molecular Organization of Developing Wheat Starch Granules. 2012, 308p. **Tese (Doctor of Philosophy in Food Science) University of Guelph**, Guelph, 2012.

WALTER, M., MAECHEZAN, E., AVILA, de L. A. Arroz: composição e características nutricionais. **Ciência Rural**. 2008, vol.38, n.4, pp.1184-1192. ISSN 1678-4596.

WANG, F.; CHENG, F. M. Research advances in the relationships between ABA and rice grain filling. **Seed**, v. 23, n. 1, p. 31-35, 2004.

WANG, S., COPELAND, L. Molecular disassembly of starch granules during gelatinization and its effect on starch digestibility: a review. **Food and Function**, 4, 1564–1580, 2013.

YANG, L.; ZHANG, J. Grain filling problem in “super” rice. **Journal of Experimental Botany**, v. 61, n. 1, p. 1-5, 2010.

ZHOU, Z. et al. Composition and functional properties of rice. **International Journal of Food Science and Technology**, v.37, p.849-868, 2002.