

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
FACULDADE DE AGRONOMIA ELISEU MACIEL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
SEMENTES**



**MISTURA DE LINHAS POLINIZADORAS COM HÍBRIDOS DE
ARROZ: PRODUTIVIDADE E QUALIDADE INDUSTRIAL**

Eng.º Agrônomo Paulo Eduardo Rocha Eberhardt

Pelotas, 2018.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
FACULDADE DE AGRONOMIA ELISEU MACIEL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
SEMENTES



MISTURA DE LINHAS POLINIZADORAS COM HÍBRIDOS DE
ARROZ: PRODUTIVIDADE E QUALIDADE INDUSTRIAL

Tese de Doutorado apresentado
a Universidade Federal de
Pelotas - UFPel, como requisito
parcial para obtenção do título de
Doutor em Ciências.

ORIENTADOR:

Dr^a. Lilian Vanussa Madruga de Tunes
Coorientador: Luis Osmar Braga Schuch
Coorientador: Daniel Fernandez Franco
Coorientador: Vitor Henrique Vaz Mondo

Pelotas - RS, 2018.

Banca examinadora:

**Prof^a Dr^a. Liliam Vanussa Madruga de Tunes
(FAEM/UFPEL, Orientador)**

**Prof^o Dr. Luis Osmar Braga Schuch
(FAEM/UFPEL, Coorientador)**

**Prof^o Dr. Tiago Zanatta Aumonde
(FAEM/UFPEL)**

**Dr. Geri Eduardo Meneghello
(FAEM/UFPEL)**

**Dr. Ariano Martins de Magalhães Junior
(EMBRAPA)**

Dedico este trabalho aos meus pais Nery e Celia, meu irmão Isaque e minha namorada Tatiane.

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo dom da vida.

Ao professor Luis Osmar Braga Schuch pelo ensino, ajuda, atenção e apoio durante a realização do doutorado com brilhante orientação.

A professora Liliam Vanussa Madruga de Tunes, por ter aceito terminar o período final de orientação após a aposentadoria do professor Luis Osmar Braga Schuch.

Ao pesquisador Daniel Fernandez Franco pela acolhida, apoio, e pela oportunidade de executar a pesquisa.

Ao pesquisador Victor Vaz Mondo pelo apoio, pela oportunidade de executar a pesquisa e suporte.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes por ter proporcionado este momento.

A Embrapa Clima Temperado por proporcionar o local para a realização do trabalho.

A Embrapa Arroz e Feijão por proporcionar as sementes e todo o suporte para a realização do trabalho.

A todos os funcionários do setor de melhoramento e pesquisa em arroz da Embrapa Clima Temperado, que ajudaram muito no desenvolvimento da pesquisa.

A CAPES, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pelo financiamento da pesquisa.

Aos meus pais pelo amor, incentivo, exemplo e ensinamentos durante toda a vida.

A Tatiane por toda a compreensão e paciência.

Aos meus colegas e principalmente a Letícia Ramon de Medeiros pela amizade, companheirismo e ajuda na condução do trabalho.

A todas as pessoas que me ajudaram nesta caminhada que são tantas.

"Seja qual for o seu sonho, comece".
"Ousadia tem genialidade, poder e magia".
(JOHANN WOLFGANG VON GOETHE)

RESUMO

Eberhardt, Paulo Eduardo Rocha. **Mistura de linhas polinizadoras com híbridos de arroz: produtividade e qualidade industrial**, 2017. 50f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

Os avanços obtidos com a utilização de novos cultivares e técnicas de manejo do solo e cultivo, contribuem para o crescimento da produtividade no setor orizícola entre os avanços pode-se dar ênfase às sementes de arroz híbrido e como alternativa a semeadura das sementes híbridas misturadas com as sementes da linhagem polinizadora nas lavouras comerciais de arroz, visando operacionalidade do processo de produção e a redução do custo das sementes, o objetivo foi avaliar o comportamento de populações constituídas por misturas de sementes híbridas de arroz irrigado com diferentes proporções de sementes da linhagem polinizadora, sobre o comportamento agrônômico dessas populações, produtividade de grãos e qualidade industrial dos grãos. O trabalho foi realizado na Embrapa Clima Temperado. Foi executado nas safras dos anos 2015/2016 e 2016/2017. Em que foram utilizadas sementes de arroz dos híbridos H7 e BRS AH 703 CL e do cultivar Puitá INTA - CL como polinizador. Foram utilizadas as proporções de 0%, 0,75%, 1,5%, 3%, 6%, 12% e 24% no primeiro ano e 0%, 0,75%, 1,5%, 3%, 6%, 12% e 24%, 50% e 100% para o segundo ano. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com quatro repetições, e os dados submetidos à análise de variância. a 5% de probabilidade. A semeadura foi realizada em novembro para o primeiro ano e outubro para o segundo ano, sendo as parcelas constituídas de 5 metros de comprimento em que foram marcados 4 metros em duas linhas da área útil de cada parcela, onde foram avaliados: Número de plantas.m⁻², Número de colmos.m⁻², Número de panículas.m⁻², Comprimento da panícula, Produtividade de grãos, Uniformidade de parcela, Altura de plantas, Percentagem de grãos inteiros, Grãos quebrados, Avaliações de grãos gessados, menor que 1/3, entre 1/3-2/3 e maior que 2/3. Plantas oriundas de sementes híbridas de arroz não apresentam melhores componentes do rendimento, quando comparadas com populações de plantas com mistura ou totalidade de sementes autofecundadas. A mistura de sementes híbridas e autofecundadas proporciona desuniformidade maior com o aumento do polinizador. A qualidade industrial de grãos oriundos de sementes de arroz híbrido apresenta qualidade semelhante a grãos de plantas autofecundadas. O rendimento de grãos inteiros da fração dos grãos inteiros aumento em proporções equivalentes de sementes de arroz híbrido e do polinizador.

Palavras chave: *Oryza sativa*, contaminação parental, vigor híbrido

ABSTRACT

Eberhardt, Paulo Eduardo Rocha. **Mixture of pollinator lines with rice hybrids: productivity and industrial quality**, 2018. 50f. Doctorate of Seed Science and Technology – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

The advances obtained with the use of new cultivars and techniques of soil management and cultivation, contribute to productivity growth in the rice sector. Among advances, emphasis can be placed on hybrid rice seeds and as an alternative to sowing hybrid seeds mixed with the aim of this study was to evaluate the behavior of populations composed of mixtures of hybrid seeds of irrigated rice with different proportions of seeds of the pollinator lineage, on the agronomic behavior of these populations, grain yield and grain quality. The work was done at Embrapa Clima Temperado. It was executed in the harvests of the years 2015/2016 and 2016/2017. In which rice seeds of the hybrids H7 and BRS AH 703 CL and the cultivar Puitá INTA - CL were used as pollinator. The proportions of 0%, 0.75%, 1.5%, 3%, 6%, 12% and 24% in the first year and 0%, 0,75%, 1,5%, 3%, 6 %, 12% and 24%, 50% and 100% for the second year. The experimental design was a randomized block with four replications, and the data submitted to analysis of variance. to 5% probability. Seeding was carried out in November for the first year and October for the second year. The plots consisted of 5 meters in length, where 4 meters were marked in two lines of the useful area of each plot, where they were evaluated: Number of plants. m⁻², Number of stalks.m⁻², Number of panicles.m⁻², Panicle length, Grain yield, Plot uniformity, Plant height, Percentage of whole grains, Broken grains, Evaluations of grains, minor than 1/3, between 1/3 - 2/3 and greater than 2/3. Plants derived from hybrid rice seeds do not present better yield components when compared to plant populations with mixed or total self-fertilized seeds. The mixture of hybrid and self-fertilized seeds provides greater unevenness with increasing pollinator. The industrial quality of grains originated from hybrid rice seeds presents similar quality to self - fertilized plants. The yield of whole grains of the whole grains fraction increased in equivalent proportions of seeds of hybrid rice and pollinator.

Keywords: *Oryza sativa*, parental contamination, hybrid vigor

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Esquema de produção de sementes de arroz híbrido de duas linhas, utilizando a macho esterilidade.....24
- Figura 2. Esquema de produção de sementes de um híbrido de arroz de três linhas.....26
- Figura 3: Uniformidade de parcelas (A) e rendimento de grãos inteiros (B) de plantas de arroz híbrido cultivado em mistura com diferentes proporções com sementes autofecundadas de plantas polinizadoras, Capão do Leão, 2016/2017.....37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Dados climatológicos do período do mês de outubro a abril dos anos 2015/2016. Estação Agroclimatológica: Capão do Leão - RS (Embrapa/ETB - Campus da UFPel). Convênio Embrapa/UFPel/INMET.....29

Tabela 2. Dados climatológicos do período do mês de outubro a abril dos anos 2016/2017. Estação Agroclimatológica: Capão do Leão - RS (Embrapa/ETB - Campus da UFPel). Convênio Embrapa/UFPel/INMET.....30

Tabela 3. Resumo da análise de variância para altura de plantas (cm), número de plantas por m², número de colmos por m², número de panículas por m², comprimento de panículas (cm), número de panículas por colmo, produtividade de grãos (Kg.ha⁻¹), uniformidade das parcelas (notas de 1 a 5), em populações de arroz híbrido cultivadas em mistura com diferentes proporções com sementes autofecundadas de plantas polinizadoras, Pelotas, 2015/2016.....32

Tabela 4: Uniformidade das parcelas (notas de 1 a 5), em populações de arroz híbrido cultivadas em mistura com diferentes proporções com sementes autofecundadas de plantas polinizadoras, Capão do Leão, 2015/2016.....33

Tabela 5. Resumo da análise de variância para rendimento de grãos inteiros (%), grãos vítreos (%), grãos até 1/3 gessados (%), grãos até 2/3 gessados (%) e grãos até 3/3 gessados (%) em populações de arroz híbrido cultivadas em mistura com diferentes proporções com sementes autofecundadas de plantas polinizadoras, Capão do Leão, 2015/2016.....33

Tabela 6. Rendimento de grãos inteiros (%), em populações de arroz híbrido cultivadas em mistura com diferentes proporções com sementes autofecundadas de plantas polinizadoras, Capão do Leão, 2015/2016.....34

Tabela 7. Resumo da análise de variância para altura de plantas (cm), percentagem de grãos quebrados (%), rendimento de grãos inteiros (%) e produtividade de grãos (Kg.ha⁻¹), em populações de arroz híbrido cultivadas em mistura com diferentes proporções com sementes autofecundadas de plantas polinizadoras, Santa Vitória do Palmar, 2015/2016.....35

Tabela 8. Análise de variância para altura de plantas (cm), número de plantas por m², número de colmos por m², número de panículas por m², comprimento de panículas (cm), produtividade de grãos (Kg.ha⁻¹), uniformidade das parcelas (notas de 1 a 5), em populações de arroz híbrido cultivadas em mistura com diferentes proporções com sementes autofecundadas de plantas polinizadoras, Capão do Leão, 2016/2017.....36

Sumário

RESUMO.....	7
ABSTRACT	8
LISTA DE FIGURAS	9
LISTA DE TABELAS	10
1. INTRODUÇÃO.....	13
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	16
2.1. O ARROZ	16
2.2. O ARROZ HÍBRIDO	18
2.2.1. HÍBRIDO DE DUAS LINHAS	24
2.2.2. HÍBRIDO DE TRÊS LINHAS	25
3. MATERIAL E MÉTODOS:	27
3.1. PARÂMETROS AVALIADOS	28
3.2. PROCEDIMENTOS ESTATÍSTICOS	30
3.3. CONDIÇÕES CLIMÁTICAS DO EXPERIMENTO	30
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
4.1.1. CAPÃO DO LEÃO SAFRA 2015/2016:	31
4.1.2. SANTA VITÓRIA DO PALMAR SAFRA 2015/2016	35
4.1.3. CAPÃO DO LEÃO SAFRA 2016/2017	36
4.2. DISCUSSÃO	39
5. CONCLUSÕES.....	45
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS:	46

1. INTRODUÇÃO

Os híbridos de arroz, que tem como principais características altos potenciais produtivos e estabilidade de produção (KEMPE e GILS, 2011), podem trazer benefícios diretamente ligados a segurança alimentar, garantindo a produção de um alimento base da população brasileira, a sustentabilidade da atividade agrícola, com maior rentabilidade ao produtor rural e, ainda a proteção ambiental, buscando incessantemente otimização da área cultivada com maior produção de alimentos por área. Essas questões mostram todo o potencial dessa tecnologia e maneiras viáveis de disponibilizá-las ao produtor brasileiro são dignas de esforços da área de pesquisa, desenvolvimento e inovação, tanto por instituições públicas quanto privadas.

Os híbridos de arroz são tradicionalmente utilizados na China em que ocupam cerca de 70% da área cultivada com arroz irrigado, ou cerca de 20 milhões de hectares. Nos últimos anos outros países também passaram a utilizar, em escala comercial, a tecnologia dos híbridos. Nos países ocidentais, como Brasil, os híbridos de arroz não apresentam grande representatividade, com exceção para os EUA, onde já ocupa grande participação no mercado de sementes. Desde 2003 híbridos são lançados anualmente e cultivados por empresas privadas na América Latina. Atualmente no Brasil, o mercado de sementes híbridas de arroz ocupa em torno de 6% da área cultivada, concentrando-se no estado do RS, o maior estado produtor brasileiro.

O arroz híbrido é o resultado do cruzamento de duas linhas geneticamente diferentes que explora o fenômeno da heterose, também conhecida como vigor híbrido, com o objetivo de incrementar o potencial produtivo. Desta combinação, obtém-se a primeira geração do híbrido (F1) fruto deste cruzamento de duas linhas puras.

Desta forma, a utilização de sementes de arroz híbrido pode ser utilizada em ambientes mais desfavoráveis a cultura. Pois o Vigor híbrido ocorre em características morfológicas como sistema radicular vigoroso e grande capacidade de perfilhamento conjuntamente pode proporcionar semeaduras com menor densidade de semeadura e as cultivares híbridadas de arroz podem ter maior capacidade de adaptação aos ambientes.

O arroz, devido principalmente às características de sua estrutura floral, é uma cultura basicamente autógama, com índices de polinização cruzada muito baixos. Para viabilizar a produção de sementes de arroz híbrido, a macho esterilidade nas plantas receptoras passou a ser fundamental, permitindo que uma das plantas envolvidas na hibridação fosse considerada a polinizadora e a outra, receptora, a qual é a produtora das sementes. Hoje em dia, a multiplicação de sementes híbridas é realizada em área com linhas, ou blocos, de parentais polinizadores e, linhas ou blocos de parentais receptores, em proporções de 2/1 e até 1/1 entre parentais, o que resulta em um alto custo de produção, visto que, além das dificuldades para polinização cruzada, apenas parte do campo de produção é colhido, refletindo em baixas produtividades de sementes, que se situam entre 1.000 e 3.500 kg ha⁻¹ (PENG e HARDY, 2011).

Dessa forma, a produção de sementes híbridas se torna onerosa, resultando em alto valor para a comercialização, dificultando a disseminação da tecnologia e seus benefícios entre os produtores rurais. Segundo, Virmani e Kumar (2014), os grandes desafios para a adoção em larga escala da tecnologia de arroz híbrido pelos produtores rurais, ainda estão ligados a baixa produtividade nos campos de produção de sementes e no alto custo resultante no material comercializado. De maneira geral, as sementes híbridas de arroz vêm sendo comercializadas a preços que chegam a ser até 10 vezes superior aos de cultivares tradicionais, devido ao seu alto custo de produção. Dessa forma, esses preços limitam a rentabilidade do produtor rural na produção comercial de arroz, mesmo utilizando materiais com alto potencial produtivo.

Um dos grandes entraves para a adoção da utilização de sementes de arroz híbrido, são as cultivares presentes no mercado. Pois são obtidos altos níveis de produtividade com as cultivares ofertadas pelo mercado, assim como a preferência da indústria pelas cultivares já utilizadas pela grande maioria dos produtores, (WANDER & PADRÃO, 2017).

Algumas alternativas tem sido adotadas para reduzir o impacto financeiro do investimento em sementes híbridas nas lavouras comerciais. Uma delas tem sido a redução da densidade de semeadura, o que é permitido pelas características de desenvolvimento vigoroso das plantas e pelo maior potencial produtivo dos materiais híbridos. No entanto, essa prática isolada não tem

propiciado efeitos mercadológicos que viabilizem de forma significativa o aumento da adoção de híbridos de arroz no mercado brasileiro, sendo necessários esforços associados tanto na redução do custo de produção das sementes, quanto na redução adicional da taxa de semeadura, para que se alcance os impactos esperados.

Outras alternativas de produção de sementes de arroz híbrido, com melhor uso de recursos e otimização da produção, e dessa forma reduzindo os custos para a obtenção das sementes produzidas, tem sido avaliadas e divulgadas na área científica, (Medeiros, 2016). Uma delas tem sido o estudo de melhores proporções de plantas receptoras e polinizadoras no campo. Outra alternativa promissora tem sido a utilização em mistura das sementes das linhas parentais, conduzindo o campo de produção de sementes híbridas, sem a separação de linhas dos receptores e polinizadores, (Yamamoto et. al. 2014). Desse modo, pode-se manejar a lavoura de produção das sementes híbridas sem a separação em linhas dos parentais, exigindo menores investimentos para as operações de manejo, e aumentando a área útil de produção das sementes híbridas, ademais de proporcionar maior eficiência na polinização das plantas macho estéreis, em função de as plantas polinizadoras e receptoras encontrarem-se lado a lado, aleatoriamente distribuídas.

Para a eliminação da linhagem polinizadora nesses sistemas de produção de sementes híbridas, pode-se utilizar aplicações de ácido giberélico no florescimento ou o uso de linhagens diferencialmente tolerantes a herbicidas em pré-colheita (ZHANG et al., 2002). Outra técnica consiste em separar as sementes do polinizador das sementes do híbrido, em processamento pós-colheita caso existam características diferenciais das sementes do polinizador, como dimensões da sementes (ZHU et al., 2011) ou diferentes características em coloração de grãos (MARUYAMA et al., 1991; SOSBAI, 2012).

Na impossibilidade de separação da linhagem polinizadora nesses sistemas de produção em mistura dos parentais, ou como uma alternativa de reduzir custos eliminando operações para esse objetivo, poderia ser utilizado como alternativa a semeadura das sementes híbridas misturadas com as sementes da linhagem polinizadora nas lavouras comerciais de arroz, visando operacionalidade do processo de produção e a redução do custo das

sementes, que chegam a ser dez vezes maior que o custo das sementes das cultivares utilizadas pelos produtores, (Wander & Padrão, 2017). O desenvolvimento dessa prática, no entanto, demanda a avaliação dos efeitos dessas misturas de sementes sobre o comportamento agrônomo das populações resultantes, tanto em características de plantas, produtividade de grãos, sobre a qualidade industrial dos grãos produzidos, bem como possíveis efeitos competitivos deletérios. Adicionalmente necessitaria a avaliação do comportamento das diferentes proporções de mistura entre o híbrido e a linhagem polinizadora nessas populações, determinando possíveis limites de tolerância nas proporções de mistura das sementes.

Assim, o trabalho teve por objetivo avaliar o comportamento de populações constituídas por misturas de sementes híbridas de arroz irrigado com diferentes proporções de sementes da linhagem polinizadora, sobre o comportamento agrônomo dessas populações, produtividade de grãos e qualidade industrial dos grãos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. O ARROZ

Genericamente o arroz (*Oryza sativa* L.) subdivide-se em três subespécies que são: indica, japônica e javânica. Na primeira incluem-se as variedades tropicais e subtropicais da Índia e China; na segunda as variedades de grãos curtos e redondos do Japão, China e península coreana; e a terceira inclui as variedades bulu (aristada) e gundil (sem arista) da Indonésia.

No mundo, o arroz (*Oryza sativa* L.) é um dos cereais mais cultivados, especialmente na Ásia onde concentra 90% da produção e consumo mundial, constituindo a base alimentar da população. Aproximadamente 150 milhões de hectares são semeados anualmente e a produção atinge cerca de 600 milhões de toneladas base casca. No Brasil mais da metade da produção provém de lavouras com irrigação controlada, as quais ocupavam apenas 25% da área cultivada (AZAMBUJA et al., 2004).

É um dos cereais mais cultivados no mundo com grande destaque do ponto de vista econômico e social, sendo superado em volume produzido somente pela cultura do trigo. Mas, se for considerada que mais de 80% do que é produzido da cultura do arroz é destinada ao consumo humano e da cultura do trigo que é utilizada em torno de 60% para consumo humano e ainda se for comparada ao milho em que é utilizado menos de 20% para consumo humano, sendo a cultura mais importante para o consumo humano no mundo, (EMBRAPA, 2004).

Globalmente o arroz é consumido em todos os continentes e representa 27% do consumo de energia e 20% do consumo de proteínas per capita necessárias ao homem (FAO, 2004). No Brasil o arroz é responsável por 24% das calorias consumidas pela população estando a frente das fontes proteicas que são 18% (Soares, 2010). O consumo per capita de arroz demonstrou que houve uma queda de 8% no consumo per capita anual de arroz (Wander, 2011).

Do ponto de vista econômico é uma cultura de destaque regional em que o Brasil é o maior produtor de arroz da América Latina utilizando-se de uma área de mais de três milhões de hectares (Agrianual, 2003) ademais as produtividades das áreas cultivadas são resultado do alto nível tecnológico empregado pelos agricultores, conjuntamente ao alto potencial genético das cultivares utilizadas.

No Rio Grande do Sul, a área cultivada com arroz está estimada em 1.000.000 mil hectares. (CONAB 2018). A adoção do arroz híbrido pelos agricultores vem aumentando nos últimos anos, sendo que, no estado do RS, mais de 70.000 ha foram cultivados em 2014 e atualmente estando em torno de 100.000 ha, no estado de Santa Catarina, estima-se que 20.000 ha tenham sido estabelecidos com sementes de arroz híbrido, usado em arroz branco e também com sucesso no parboilizado nas indústrias catarinenses. A adoção do arroz híbrido em Santa Catarina merece destaque, pois é realizada por agricultores com área média de 10 ha, que tem seu sustento praticamente baseado no cultivo do arroz (CONAB, 2018).

2.2. O ARROZ HÍBRIDO

As cultivares de arroz híbrido inserem-se no mercado de sementes como uma ferramenta a mais para viabilizar a orizicultura, além de torná-la competitiva, adequando o setor à nova realidade em que se exige um maior nível tecnológico (Levien, 2000). Atualmente o uso de cultivares híbridas podem apresentar vantagem de rendimento de 15 a 20% em relação às variedades melhoradas de alto rendimento (FAO, 2004).

A ciência oferece a base para incrementar a produtividade e a eficiência dos sistemas baseados no arroz, enquanto as tecnologias avançadas permitem aos agricultores cultivar mais arroz em uma menor área com menor quantidade de água, mão de obra, e agrotóxicos, reduzindo os danos ao meio ambiente. Paralelamente, há uma redução nos custos e melhoria na qualidade do produto (OCDE-FAO, 2015).

A Expressão do vigor híbrido ocorre em características morfológicas como sistema radicular vigoroso e grande capacidade de perfilhamento, o que assegura um grande número de panículas/m², obtidas com uma população de plantas menor, ou seja, proporciona sementes com menor quantidade de sementes. Além disso, as cultivares híbridadas de arroz podem ter maior capacidade de adaptação aos ambientes e, por isso, apresentarem maior estabilidade de rendimento. A heterose não apenas aumenta a produtividade, mas permite que se amplie a adaptabilidade e melhore a resistência ao estresse ambiental, tais como seca, salinidade, inundações, ventos. (Waldow et. al. 2015).w

Os híbridos de arroz, que tem como principais características altos potenciais produtivos e estabilidade de produção, podem trazer benefícios diretamente ligados a segurança alimentar, garantindo a produção de um alimento base da população brasileira, a sustentabilidade da atividade agrícola, com maior rentabilidade ao produtor rural e, ainda a proteção ambiental, buscando incessantemente otimização da área cultivada com maior produção de alimentos por área (KEMPE e GILS, 2011). Essas questões, que mostram todo o potencial dessa tecnologia e maneiras viáveis de disponibilizá-las ao produtor brasileiro, são dignas de esforços da área de pesquisa, desenvolvimento e inovação, tanto por instituições públicas quanto privadas.

No entanto a tecnologia de produção de sementes híbridas em arroz é diferente daquela utilizada para a produção de sementes varietais, sendo ainda mais complexa do que a produção de sementes híbridas de outras espécies.

De acordo com Peske et. al. (2004), as melhores características morfológicas, a maior eficiência fisiológica, múltipla resistência a doenças e insetos ocorrem devido à larga base genética que o arroz híbrido possui. O comportamento do híbrido apresenta-se melhor em condições adversas de solo do que as variedades convencionais.

O arroz, devido principalmente às características de sua estrutura floral, é uma cultura basicamente autógama, com índices de polinização cruzada muito baixos. Para viabilizar a produção de sementes de arroz híbrido, a macho esterilidade nas plantas receptoras passou a ser fundamental, permitindo que apenas uma das plantas envolvidas na hibridação fosse considerada a polinizadora e a outra, receptora, a qual é a produtora das sementes. Hoje em dia, a multiplicação de sementes híbridas é realizada em área com linhas, ou blocos, de parentais polinizadores e, linhas ou blocos de parentais receptores, em proporções de 2/1 e até 1/1 entre parentais, o que resulta em um alto custo de produção por saco de semente, visto que, além das dificuldades para polinização cruzada, apenas parte do campo de produção é colhido, refletindo em baixas produtividades de sementes entre 1.000 e 3.500 kg há⁻¹ (PENG e HARDY, 2011). Além disso, sendo uma atividade de custo elevado e um produto que demanda bom controle do ambiente para alcançar alta qualidade, a alocação em localidades e épocas de cultivo que proporcionem condições ideais para a polinização cruzada, como sincronia de florescimento, velocidade de vento mínima, baixa ocorrência de chuvas no florescimento e na colheita são fundamentais. Dessa forma, a produção de sementes híbridas se torna onerosa, resultando em alto valor para a comercialização das sementes produzidas e dificultando a disseminação da tecnologia e seus benefícios entre os produtores rurais. Segundo, Virmani e Kumar (2014), os grandes desafios para a adoção em larga escala da tecnologia de arroz híbrido pelos produtores rurais, ainda estão ligados a baixa produtividade nos campos de produção de sementes e no alto custo resultante no material comercializado.

Dentre as tecnologias desenvolvidas para aumentar a produtividade orizícola está o arroz híbrido, que foi desenvolvido e comercializado na China a partir de 1976, onde ficou popular porque apresenta uma vantagem de 20 % sobre o rendimento de variedades nativas (Menezes & Ramirez, 2003). O sucesso desta nova tecnologia impressionou outras nações da região asiática que começaram lentamente, a adotar essa tecnologia para melhorar a produção de arroz, bem como a produtividade (Xizhi & Mão, 1994). O arroz híbrido é o resultado do cruzamento de duas linhas geneticamente diferentes que explora o fenômeno da heterose, também conhecida como vigor híbrido, com o objetivo de incrementar o potencial produtivo. Desta combinação, obtém-se a primeira geração do híbrido (F1).

A utilização da tecnologia do arroz híbrido é determinada pela comparação entre o acréscimo de rendimento e o custo extra da semente. A tecnologia do arroz híbrido pode ser mais utilizada se as vantagens de rendimento do híbrido forem de uma tonelada por hectare e o custo adicional da semente do híbrido for menor do que o valor de 200 kg de arroz não polido (Oliveira, 2011). Países com alta taxa de mão de obra rural e grande quantidade de área irrigada têm boas chances de terem maior demanda por tecnologia de arroz híbrido (Levien, 2000), devido a maior necessidade de mão de obra decorrente do cultivo utilizado na Ásia em que se faz o uso de transplante de plantas. O cultivo de arroz híbrido na China vem evoluindo muito de forma que no início dos anos dois mil eram 15 milhões de hectares, cerca da metade da área total que o arroz ocupava na China, estando semeados com arroz híbrido e os rendimentos médios nacionais têm aumentado de 3,5 a 6,2 toneladas por hectare em relação as cultivares de autopolinização utilizadas (FAO, 2004). Aumentando as áreas de cultivo em que os híbridos de arroz são utilizados na China em que ocupam cerca de 70% da área cultivada com arroz irrigado, ou cerca de 20 milhões de há (CONAB, 2015). Outros países também passaram a utilizar, em escala comercial, a tecnologia dos híbridos. Além dos EUA, Bangladesh, Índia, Indonésia, Filipinas e Vietnã (JANAIAH & XIE, 2010). Desde 2003 híbridos são lançados anualmente e cultivados por empresas privadas na América Latina, incluindo o Brasil. O principal limite ao uso de híbridos é a produção das sementes F1: o arroz é autógamo e a

produção das sementes depende da alogamia. As técnicas de produção de sementes utilizadas na Ásia dependem do transplante manual e necessitam de muita mão-de-obra. Assim, os níveis de produção de sementes são da ordem de 2,5 toneladas há^{-1} na China, 2 toneladas há^{-1} na Índia e de 1 a 1,5 toneladas há^{-1} nos outros países (NGUYEN, 2008; XIE, 2009).

Uma das formas para tornar essa tecnologia mais competitiva, é a otimização da área de produção das sementes híbridas com melhor distribuição de plantas polinizadoras, trazendo possibilidades para aumentar a produção de sementes por área e, conseqüentemente, reduzir o custo final por saco de semente produzido, tornando a tecnologia do híbrido competitivo em um mercado, ainda, baseado em cultivares tradicionais. Em busca de aprimorar o sistema de produção de sementes de arroz híbrido, com melhor uso de recursos e otimização da produção, algumas iniciativas vêm sendo realizadas e divulgadas na área científica, como estudos de melhores proporções de plantas receptoras e polinizadoras no campo, aplicações de ácido giberélico no florescimento, uso de linhagens tolerantes a herbicidas (ZHANG et al., 2002); Utilização de linhagens parentais com diferentes características em tamanho de grãos (ZHU et al., 2011), ou com diferentes características em coloração de grãos (MARUYAMA et al., 1991; SOSBAI, 2012).

A produção de sementes de híbridos exige cuidados como o cultivo em condições específicas (Neves, 2014), são algumas das razões que tornam o processo com alto custo de produção de sementes e demorado, o que está relacionado à baixa utilização da tecnologia no Brasil de modo que o crescimento da área cultivada com arroz híbrido está diretamente relacionado ao seu desempenho de produtividade. Na safra 2016/2017, uma das variedades comerciais híbridas utilizadas chegou a produzir 15,2 toneladas por hectare. Comparando-se com o que está estimado para a safra do ano de 2018 que é uma produtividade média de 8,2 toneladas ha^{-1} (Conab 2017), observa-se que as cultivares de arroz híbrido possuem um potencial de produtividade importante. O arroz híbrido tem um bom potencial para melhorar a segurança alimentar dos países com escassos recursos aonde a população vem aumentando, a terra para cultivo é escassa e a mão de obra é muito cara (FAO, 2004).

Em países asiáticos, grandes avanços em produtividade em relação a cultivares tradicionalmente cultivados vêm sendo alcançados por meio da inserção de cultivares híbridas de arroz. Ganhos médios em produtividade entre 15 a 30% em relação a cultivares tradicionais são comuns nos países como China e Índia, os maiores produtores mundiais de arroz, onde a tecnologia é bem difundida. Esses ganhos representam avançar as fronteiras de produtividade de 10.000 kg para 13.000 kg.ha⁻¹ em média. Os avanços com a tecnologia chamada de 'super híbridos', os quais são obtidos realizando cruzamentos intersubespecíficos (índica/japonesa), também tem trazido ainda mais avanços em produtividade, em torno 20% em relação aos híbridos convencionais (YUAN, 2002), mostrando todo o potencial da hibridação e seus impactos na cadeia produtiva dessa cultura.

Nos países ocidentais, como Brasil, os híbridos de arroz não apresentam grande representatividade, com exceção para os EUA, onde já ocupa grande participação no mercado de sementes. Atualmente no Brasil, o mercado de sementes híbridas de arroz está em torno de 6% da área cultivada, se concentrando no estado do RS, o maior estado produtor brasileiro.

No total, 95% dos híbridos são baseados em cruzamentos entre linhas de *Oryza indica* e 5% são baseados em cruzamentos entre linhas de *Oryza sativa japonesa*, Longin et al (2012), embora híbridos entre *Oryza sativa indica* e *Oryza sativa japonesa* mostrem uma maior heterose média em comparação com cruzamentos dentro de *O. indica* ou *O. japonesa*. Um alto grau de esterilidade na geração F1 é o principal obstáculo que dificulta a utilização dos cruzamentos *O. indica* e *O. japonesa* (IKEHASHI, 1991; OUYANG et al., 2009).

Em trabalho utilizando arranjos de semeadura Goulart, (2012), observou que a plasticidade dos híbridos em compensar as densidades menores e as diferentes distribuições das linhas de semeadura, tornou possível a flexibilização das recomendações de densidades de semeadura e espaçamentos entre linhas para estes híbridos, permitindo a redução da quantidade de sementes a ser semeada por área, em relação ao recomendado, dessa forma pode reduzir os custos de produção. Da mesma forma Medeiros, (2016) concluiu que plantas de arroz híbrido sob diferentes densidades de semeadura e por conseguinte competição não houve efeito proveniente da

densidade de semeadura sobre a produtividade de arroz irrigado e a qualidade industrial de grãos não foi influenciada pela variação de densidade de semeadura utilizada e em densidades de semeadura menores como 10 kg ha⁻¹ não prejudicaram a qualidade comercial dos grãos.

Oliveira, (2011) em trabalho para determinar a influência de níveis de contaminação genética pela contaminação com a linhagem fêmea, utilizando quatro contaminações genéticas (0%; 10%; 20% e 30%), três densidades de semeadura (35; 45 e 55 kg há⁻¹) e dois híbridos (Avaxi CL e Inov), observou que não houve diferença em relação à produtividade quando foi aumentada a contaminação genética o híbrido Avaxi CL. Mas o híbrido Inov apresentou diferença significativa na produtividade quando foi aumentada a contaminação genética.

Outras espécies de gramíneas autógamias também se utilizam da técnica de hibridação para o incremento da produtividade como o caso da cevada, de acordo com Eavis et. al (1996), vários autores descreveram heterose para a produção e esforços significativos foram feitos para produzir uma cultura comercial através de esterilidade citoplasmática e o uso de agentes químicos para a produção de híbridos. Níveis atuais de heterose de produção e problemas com o uso de químicos para a produção híbrida provaram que podem tornar disponível para os produtores a cevada híbrida. A disponibilidade de um produto químico adequado para uso em programas híbridos de trigo pode melhorar a perspectiva de novos trabalhos com cevada. A cevada não possui um mercado de sementes tão grande quanto o trigo, embora algumas pesquisas tenham sido conduzidas. As questões de custo de semente, taxa de semente, qualidade de grão e resistência a pragas e doenças são aplicáveis à produção de cevada híbrida.

Desde o início dos anos 2000, a primeira variedade híbrida comercial "Colossus" foi lançada no Reino Unido. Desde então, empresas do setor privado como a Syngenta lançaram mais de dez variedades híbridas, sendo essas todas variedades de cevada de inverno. Os híbridos são cultivados em mais de 200.000 ha, (Mühleisen, et. al. 2013). Os principais países em crescimento são a Alemanha, a França e o Reino Unido. Híbridos de cevada para uso em malte ainda não estão disponíveis. Devido ao uso da geração F2

colhida, a segregação pode influenciar a qualidade de maltagem das sementes germinadas. Nenhum estudo foi publicado, no entanto, investigando esta questão em mais detalhes, (LONGIN et al 2012).

Virmani et al (1996) aborda que em países como os Estados Unidos, Japão, Coréia do Sul e Malásia, que apresentam um baixo índice de mão-de-obra e salários mais valorizados, a produção de sementes de arroz híbrido necessita ser mecanizada para tornar-se menos onerosa e economicamente viável. Neste contexto, estratégias como o uso de uma linha feminina e o polinizador Maruyama & Oono, (1983), utilizando plantas tolerantes e não tolerantes a herbicidas, desta forma praticando o cultivo misto de plantas doadoras e receptoras de pólen. Colhendo-se mecanicamente apenas as plantas receptoras de pólen que geraram as sementes do arroz híbrido (MARUYAMA et al 1991).

2.2.1. HÍBRIDO DE DUAS LINHAS

Neste caso é feito o uso da macho esterilidade proveniente do ambiente - environment sensitive genic male sterility (EGMS), que é controlada por um loco nuclear recessivo (egms) que quando fica dominante (EGMS) restaura a fertilidade. Estas interações com o ambiente estão divididas em: macho esterilidade genética por temperatura, temperature genic male sterility (TGMS) e macho esterilidade genética pelo comprimento do dia, daylength genic male sterility (PGMS), ou as duas ao mesmo tempo temperature e daylength genic male sterility (TPGMS). No caso da macho esterilidade pelo comprimento do dia, a linha (S) é multiplicada em um lugar de dias curtos pra ela se autofecundar e manter a produção de sementes da linha (S). Por ela ter genes recessivos no núcleo (egms) em locais de dias curtos elas são macho-férteis e nos dias de 12 horas de duração macho-estereis. A linha (P) não tem macho esterilidade, pois contém no núcleo genes dominantes (EGMS). São usadas para doar pólen para as plantas da Linha (S), e restauram a fertilidade em todas as plantas F1 do híbrido (Virmani, S.S et AL, 2003). Já no caso da macho esterilidade por temperatura, a linha (S) é multiplicada em lugares frios para ela se autofecundar e manter a produção de sementes da linha (S), por ela ter

genes recessivos no núcleo (*egms*) no frio elas são macho-férteis e no calor são macho-estereis. Linha (P) não tem problema com macho esterilidade, pois contem no núcleo genes dominantes (*EGMS*), são usadas para doar pólen para as plantas da Linha (S), e restauram a fertilidade em todas as plantas F1 (híbrido). (Figura 1)

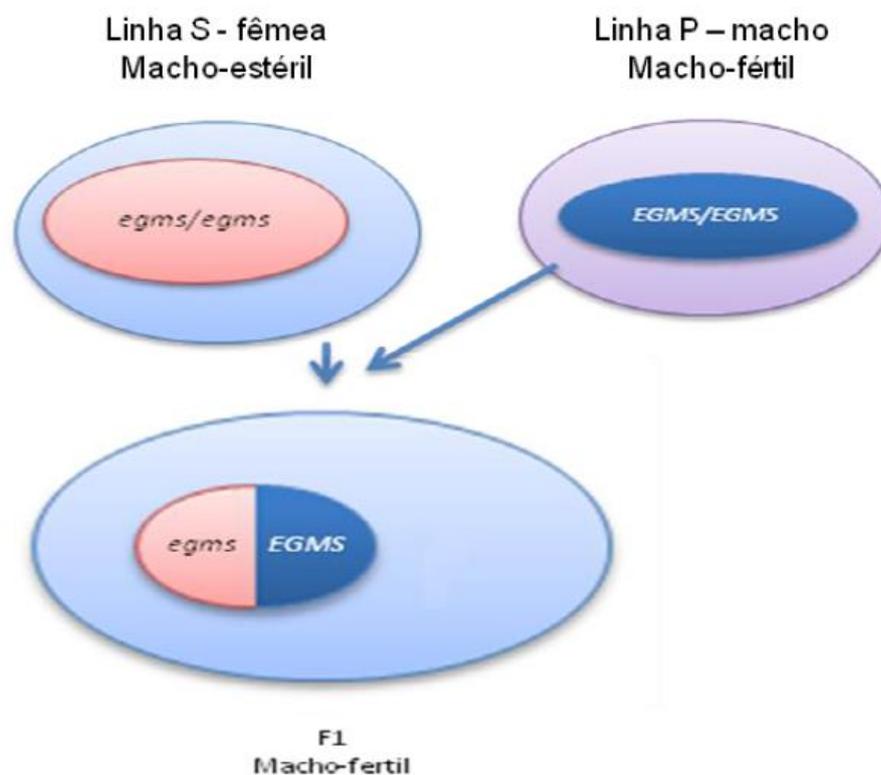


Figura 1. Esquema de produção de sementes de arroz híbrido de duas linhas, utilizando a macho esterilidade.

2.2.2. HÍBRIDO DE TRÊS LINHAS

No método de produção de sementes de arroz híbridos de três linhas tem-se um processo delicado de produção que envolve conhecimento técnico e processos minuciosos, envolvendo uma linha macho estéril ou fêmea (linha A), que é uma linha de arroz que não pode produzir pólen viável, devido à interação entre genes citoplasmáticos e nucleares sendo descrita como macho

esterilidade genética citoplasmática (CSM). É utilizada como progenitor feminino, para a produção de sementes de arroz híbrido. As anteras são pálidas ou brancas. Será a linha A. LINHA A – contendo macho esterilidade Genético-Citoplasmática: (CGMS) ou (CMS/rfrf) CMS= citoplasm male sterility + rfrf (genes de restauração recessivos no núcleo. (Wang, 2006).

A linha mantenedora, também chamada de linha B não tem genes de macho esterilidade no citoplasma e contem genes recessivos no núcleo, sendo esta planta macho-fertil. Entretanto por estar (rfrf) no núcleo, não restaura a fertilidade no primeiro cruzamento. Geralmente a linha A e B são idênticas em todas as características, diferindo somente na ausência de citoplasma macho estéril. (Isso é feito por retro-cruzamento). Uma linha mantenedora é similar a uma linha de CMS, exceto que ele tem grãos de pólen viável e fixação de sementes normais. A linha do mantenedor é usada como polinizador para a manutenção de uma linha com macho esterilidade genética citoplasmática.

A linha restauradora (linha R), não tem genes de macho-esterilidade no citoplasma, mas tem genes em dominância no núcleo, que restauram a fertilidade no F1. Qualquer cultivar de arroz, que restaura a fertilidade na F1 quando se cruzou com uma linha CMS é chamado de restaurador. O restaurador também é chamado o pai de pólen, o progenitor do sexo masculino, ou a linha de R. A linha R é usada como o polinizador para o pai CMS para a produção de sementes híbridas (Figura 2).

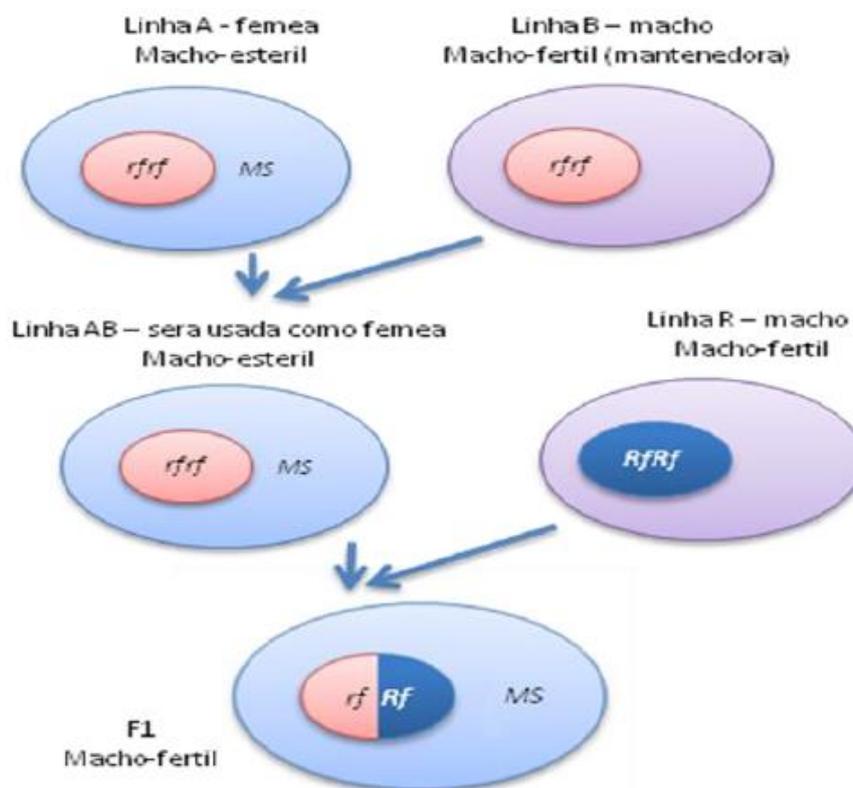


Figura 2. Esquema de produção de sementes de um híbrido de arroz de três linhas.

3. MATERIAL E MÉTODOS:

O trabalho foi desenvolvido na Embrapa Clima Temperado, Estação Terras Baixas, que se localiza no município de Capão do Leão e Santa Vitória do Palmar, tendo sido conduzido nas safras 2015/2016 e 2016/2017. Foram utilizadas sementes de arroz híbrido dos materiais, H7 no primeiro ano de cultivo, BRS AH 703 CL no segundo ano de cultivo, os dois híbridos de arroz desenvolvidos pela EMBRAPA e que apresentam ciclo curto de cultivo, conjuntamente como material contaminante a cultivar de ciclo médio PUITÁ INTA – CL em que consiste em plantas de arroz resistentes ao grupo químico dos herbicidas das imidazolinonas sendo uma prática muito utilizada pelos

orizicultores no RS, por viabilizar o uso do método químico para o manejo do arroz-vermelho, (MENEZES et. al. 2013).

Para avaliação da contaminação de híbridos quando em misturas, foram utilizadas as proporções de linhas parentais polinizadoras, ou seja como polinizador utilizado o PUITÁ INTA – CL, 0%, 0,75%, 1,5%, 3%, 6%, 12% e 24% no primeiro ano de avaliação e 0%, 0,75%, 1,5%, 3%, 6%, 12% e 24%, 50% e 100% para o segundo ano de cultivo, como tratamentos, sendo nesse caso, estes compostos por misturas de sementes, para a produção de grãos.

A semeadura foi realizada em novembro para o primeiro ano de condução e em outubro para o segundo ano de condução, utilizando semeadora de parcelas. A densidade de semeadura utilizada foi de 40 kg.ha⁻¹. As parcelas foram constituídas de 9 linhas de 5 metros de comprimento, espaçadas de 0,2 m, utilizando-se as duas linhas laterais como bordadura e 0,5m em cada cabeceira das parcelas como bordadura, sendo utilizada como área útil da parcela as 5 linhas centrais com 4 metros de comprimento, com 9 m² de área total e 4 m² de área útil da parcela.

O preparo do solo para os dois anos de cultivo, foi convencional. Utilizou-se adubação de base antes da semeadura e nitrogênio em cobertura no momento do início do perfilhamento e a utilização de herbicidas foi realizado em pré emergência e em ponto de agulha. Outros tratos culturais como aplicação de fungicidas e inseticidas foram utilizadas caso houvesse necessidade.

Foram marcados 2 metros lineares em duas linhas da área útil de cada parcela, onde foram realizadas determinação de diversos parâmetros. Por ocasião da maturação foram contadas as panículas presentes nestes 4 metros de linha e determinado o número de panículas por metro quadrado e número de panículas por planta, seguindo metodologia proposta por (Höfs et al., 2004).

3.1. PARÂMETROS AVALIADOS

Número de plantas.m⁻²: contadas as plantas presentes nos quatro metros lineares demarcados anteriormente, em estágio de desenvolvimento anterior ao período de perfilhamento e antes do momento da entrada da água de irrigação nas parcelas. Os resultados foram transformados em número de plantas.m⁻².

Número de colmos.m⁻²: foram contados o número total de colmos existentes no período pré colheita, dentro dos quatro metros lineares pré marcados dentro da área útil de cada parcela. Os resultados foram transformados em número de colmos.m⁻².

Número de panículas.m⁻²: foram contadas o número total de panículas existentes dentro das linhas pré marcadas dentro de cada parcela.

Comprimento da panícula: as panículas colhidas para a determinação do número de grãos foram antes de serem debulhadas, medidas com auxílio de régua graduada e após foi determinado o comprimento médio das panículas.

Produtividade de grãos: foi determinado pela pesagem dos grãos colhidos, na área útil das parcelas, sendo o grau de umidade corrigido para 13%, sendo expresso em kg.ha⁻¹.

Uniformidade de parcela: foi determinada utilizando escala visual variável entre 1 a 5, sendo 1 totalmente heterogênea e 5 totalmente uniforme. A avaliação foi realizada por ocasião do período de florescimento.

Altura de plantas: foi determinado através da realização de medição com auxílio de régua graduada utilizando-se dez plantas escolhidas ao acaso, da área útil das parcelas.

Determinação da qualidade industrial: foram avaliados:

Porcentagem de grãos inteiros: foram determinados utilizando mostras de 100g com 13% de umidade, que foram submetidas ao engenho de provas para o processamento, pelo período de um minuto. Em seguida, os grãos brunidos polidos foram em “trieur” para a separação dos grãos em que foi processada por trinta segundos. Os grãos que permaneceram no “trieur” foram pesados, obtendo-se o rendimento de grãos inteiros, expressos em porcentagem.

Grãos quebrados: os grãos que não permaneceram no “trieur” para a avaliação da porcentagem de grãos inteiros e após a avaliação ficaram retidos na calha do “trieur” obtendo-se os grãos quebrados, expressos em porcentagem.

Grãos gessados: foi determinada através da avaliação do grau de opacidade dos grãos, sendo o mesmo classificado em três frações de ocorrência de área opaca na superfície dos grãos: menor que 1/3 de área opaca, entre 1/3-2/3 e

maior que 2/3 de área opaca. Para tanto as amostras foram descascadas e polidas no engenho de prova. A classificação do grau de opacidade foi realizada visualmente através da separação manual dos grãos utilizando a fração de renda total do benefício.

3.2. PROCEDIMENTOS ESTATÍSTICOS

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com quatro repetições, sendo os dados analisados através de regressões polinomiais para níveis de mistura de linhas pai.

Os dados do experimento foram submetidos à análise de variância e havendo significância, realizou-se regressão polinomial para o fator dose dos da mistura de linhas polinizadoras. Todas as análises foram realizadas em nível de 5% de probabilidade. Para a análise estatística foi utilizado o Sistema de Análise Estatística Winstat versão 1.0 (MACHADO e CONCEIÇÃO, 2003).

3.3. CONDIÇÕES CLIMÁTICAS DO EXPERIMENTO

Nas Tabelas 01 e 02 podem ser observados os dados climatológicos do período de cultivo da cultura do arroz irrigado, para os meses de outubro até abril de cada ano de cultivo, de forma a observar-se o período que compreende os meses de semeadura e colheita. Em que se demonstra as condições climáticas em que os dois anos de condução dos experimentos.

Tabela 1. Dados climatológicos do período do mês de outubro a abril dos anos 2015/2016. Estação Agroclimatológica: Capão do Leão - RS (Embrapa/ETB - Campus da UFPel). Convênio Embrapa/UFPel/INMET.

Normais Climatológicas Período: 2015/2016 (Mensal)							
Variáveis	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr
Temperatura Média (°C)	16,7	19,1	22,4	23,9	24,5	20,9	20
Temperatura Média das Mínimas (°C)	13,7	15,8	18,9	19,8	20,3	17,4	17,3
Temperatura Média das Máximas (°C)	20,6	23,1	26,8	29	30,3	25,8	24,1
Precipitação Pluviométrica (mm)	199,1	158,7	156,9	68,8	91	190,2	249,2
Umidade Relativa (%)	85,5	81,3	82,1	79,6	80,2	86,1	87,3
Radiação Solar Global (cal.cm ⁻² .dia ⁻¹)	315	401,3	441,6	486	499,1	342,2	196,9
Número de Dias de Nevoeiro	2	9	7	16	14	15	10

Tabela 2. Dados climatológicos do período do mês de outubro a abril dos anos 2016/2017. Estação Agroclimatológica: Capão do Leão - RS (Embrapa/ETB - Campus da UFPel). Convênio Embrapa/UFPel/INMET.

Normais Climatológicas Período: 2016/2017 (Mensal)							
Variáveis	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr
Temperatura Média (°C)	17,5	19,6	22,7	23,8	24,9	21,6	19
Temperatura Média das Mínimas (°C)	17,5	14,6	18,1	19,7	21	17,4	15,5
Temperatura Média das Máximas (°C)	22,1	25,2	28,5	28,9	30,3	27,1	24,3
Precipitação Pluviométrica (mm)	84,4	111,9	99	130,2	122,8	103,6	66,1
Umidade Relativa (%)	84	77	78,4	82,5	85,5	83,9	81,9
Radiação Solar Global (cal.cm ⁻² .dia ⁻¹)	330,2	502,1	505,6	489,3	427,6	389,7	279,4
Número de Dias de Neveiro	13	17	4	7	0	14	12

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. RESULTADOS

4.1.1. CAPÃO DO LEÃO SAFRA 2015/2016:

Pode-se observar na Tabela da análise da variância, (Tabela 3) que no experimento conduzido no município do Capão do Leão na safra 2015/2016, as variáveis relacionadas às características agrônômicas e aos componentes do rendimento, não foram afetadas pelos tratamentos de misturas das sementes híbridas com diferentes proporções de sementes da linhagem polinizadora. Também, pode-se constatar que a produtividade de grãos, igualmente não foi afetada pelas misturas de sementes.

As produtividades verificadas nessa safra encontram-se em patamares relativamente baixos, comparado com as produtividades atualmente atingidas pelo arroz irrigado no Rio Grande do Sul (CONAB, 2017). Esse fato é devido às elevadas precipitações ocorridas nos meses de outubro e novembro (Tabela 1), que somente permitiram a semeadura do experimento no dia 26 de novembro. Sartori et al (2013), avaliando época de semeadura de arroz irrigado em Santa Maria no Rio Grande do Sul, concluiu que a semeadura realizada no início da época recomendada, a qual coincide com o início do mês de outubro, proporcionou maior rendimento de grãos devido à cultura se desenvolver em

condições meteorológicas adequadas de temperatura, radiação solar e precipitação pluvial.

Também na Tabela 3, é possível verificar que apenas a variável uniformidade da parcela, foi afetada pelas misturas das sementes híbridas com sementes da linhagem polinizadora. Observando-se a Tabela 4, constata-se que o tratamento em que há a ausência de contaminação, isto é, o híbrido puro, foi mais uniforme que os demais tratamentos submetidos à contaminação com a linhagem polinizadora. Mesmo os tratamentos em que foram utilizados baixos níveis de contaminação com a linhagem polinizadora, como os tratamentos com 0,75% e com 1,5% de contaminação parental, foram menos uniformes que o tratamento livre de contaminação, que continha somente sementes de arroz híbrido. Isso evidencia que o material que dá origem ao híbrido, a linhagem polinizadora, apresenta um certo grau de desuniformidade em relação às plantas híbridas dele derivadas.

Tabela 3. Resumo da análise de variância para altura de plantas (cm), número de plantas por m², número de colmos por m², número de panículas por m², comprimento de panículas (cm), número de panículas por colmo, produtividade de grãos (Kg.ha⁻¹), uniformidade das parcelas (notas de 1 a 5), em populações de arroz híbrido cultivadas em mistura com diferentes proporções com sementes autofecundadas de plantas polinizadoras, Pelotas, 2015/2016.

Tratamento (% de mistura)	Altura de planta (cm)	Nº de Plantas. m ⁻²	Nº de Colmos. m ⁻²	Nº de Panículas. m ⁻²	Comprimento de panícula (cm)	Produtividade (Kg.ha ⁻¹)	Uniformidade das parcelas			
Quadrado médio	11,63 ^{NS}	25,67 ^{NS}	51,91 ^{NS}	53,54 ^{NS}	1,15 ^{NS}	149485,2 ^{NS}	0,51*			
Médias	90,2	55,0	200,0	162,0	20,9	6738,0	3,75			
CV (%)	2.5	27.5	16.1	12.9	3.75	14.5	10.1			
NS-F	não	significativo;	*F	significativo	ao	nível	de	5%	de	probabilidade

Tabela 4: Uniformidade das parcelas (notas de 1 a 5), em populações de arroz híbrido cultivadas em mistura com diferentes proporções com sementes autofecundadas de plantas polinizadoras, Capão do Leão, 2015/2016.

Tratamento (% de mistura)	Uniformidade das parcelas
0	4,4 a*
0.75	3,5 b
1.5	3,7 b
3	3,5 b
6	3,8 b
12	3,8 b
24	3,7 b
CV (%)	10,1

*Médias seguidas da mesma letra não diferem pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Observando-se a análise da variância para as variáveis relacionadas com a qualidade industrial de grãos de arroz (Tabela 5), constata-se que apenas a variável rendimento de grãos inteiros foi afetada pela mistura com sementes da linhagem polinizadora. Nem a percentagem de grãos vítreos e nem as diferentes proporções de grãos gessados foram afetados pelas misturas das sementes do híbrido com as sementes da linhagem polinizadora, desta forma pode-se observar que a contaminação de sementes autopolinizadas com as sementes de arroz híbrido não afetaram negativamente nem positivamente os grãos produzidos.

Tabela 5. Resumo da análise de variância para rendimento de grãos inteiros (%), grãos vítreos (%), grãos até 1/3 gessados (%), grãos até 2/3 gessados (%) e grãos até 3/3 gessados (%) em populações de arroz híbrido cultivadas em mistura com diferentes proporções com sementes autofecundadas de plantas polinizadoras, Capão do Leão, 2015/2016.

Tratamento (% de mistura)	Rendimento de inteiros (%)	Grãos vítreos (%)	Grãos até 1/3 gessados (%)	Grãos até 2/3 gessados (%)	Grãos até 3/3 gessados (%)
Quadrado Médio	3.56*	12,74 ^{NS}	6,78 ^{NS}	1,95 ^{NS}	0,45 ^{NS}
Médias	62,9	56,5	8,1	4,4	1,0
CV (%)	1.6	6,6	40,7	31,4	75,7

NS-F não significativo; *F significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Observa-se que houve um aumento no rendimento de grãos inteiros com a maior proporção da linhagem polinizadora em mistura com as sementes do híbrido, principalmente nas proporções mais elevadas (Tabela 6). Isso pode caracterizar morfológicamente que a linhagem polinizadora apresenta a característica possuir uma maior percentagem de grãos inteiros do que o híbrido em estudo, fazendo com que o aumento da proporção dele na mistura proporcione acréscimo na percentagem de grãos inteiros, na população resultante, pois o PUITÁ INTA – CL é um grão de alta qualidade industrial muito bem aceito pela indústria dentro do processo de beneficiamento do grão.

Tabela 6. Rendimento de grãos inteiros (%), em populações de arroz híbrido cultivadas em mistura com diferentes proporções com sementes autofecundadas de plantas polinizadoras, Capão do Leão, 2015/2016.

Tratamento (% de mistura)	Rendimento de inteiros (%)
0	62,0 b*
0.75	61,8 b
1.5	64,1 a
3	62,9 ab
6	62,8 ab
12	63,8 a
24	63,8 a
CV (%)	1,6

*Médias seguidas da mesma letra não diferem pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

4.1.2. SANTA VITÓRIA DO PALMAR SAFRA 2015/2016

Os resultados observados em Santa Vitória do Palmar, na safra 2015/2016 (Tabela 7), demonstraram que a presença de plantas da linhagem polinizadora não afetou o comportamento das populações, em nenhuma das proporções de mistura com as sementes do híbrido.

Para este local, as variáveis que foram avaliadas foram a altura de plantas, produtividade, e rendimento de grãos inteiros e rendimento de grãos quebrados para a avaliação da qualidade industrial.

Tabela 7. Resumo da análise de variância para altura de plantas (cm), percentagem de grãos quebrados (%), rendimento de grãos inteiros (%) e produtividade de grãos ($\text{Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), em populações de arroz híbrido cultivadas em mistura com diferentes proporções com sementes autofecundadas de plantas polinizadoras, Santa Vitória do Palmar, 2015/2016.

Tratamento (% de mistura)	Altura de planta (cm)	Grãos Quebrados (%)	Rendimento de inteiros (%)	Produtivida de ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)
Quadrado Médio	20.36 ^{NS}	0.18 ^{NS}	0.55 ^{NS}	67894.31 ^{NS}
Médias	88,1	4,4	64,5	8170,0
CV (%)	3.7	15.1	1.78	8.8

NS-F não significativo; *F significativo ao nível de 5% de probabilidade.

A produtividade observada no experimento conduzido em Santa Vitória do Palmar encontra-se em nível superior ao observado em Capão do Leão, podendo-se atribuir ao fato de que as condições de cultivo foram mais favoráveis comparando-se as particularidades dos dois locais, e em níveis semelhantes aquelas observadas nas médias de produtividade para arroz irrigado naquele município (IRGA, 2017).

4.1.3. CAPÃO DO LEÃO SAFRA 2016/2017

No experimento conduzido em Capão do Leão na safra 2016/2017 observa-se que as variáveis relativas às características agronômicas, componentes do rendimento e produtividade também não sofreram efeito da mistura em diferentes proporções, de sementes do híbrido e da linhagem polinizadora (Tabela 8). Também nessa tabela constata-se que somente as variáveis uniformidade das parcelas e rendimento de grãos inteiros foram afetadas pelas misturas de sementes híbridas com sementes da linhagem polinizadora que apresenta a função de ser doadora de pólen, nessa safra.

Tabela 8. Análise de variância para altura de plantas (cm), número de plantas por m², número de colmos por m², número de panículas por m², comprimento de panículas (cm), produtividade de grãos (Kg.ha⁻¹), uniformidade das parcelas (notas de 1 a 5), em populações de arroz híbrido cultivadas em mistura com diferentes proporções com sementes autofecundadas de plantas polinizadoras, Capão do Leão, 2016/2017.

Tratamento (% de mistura)	Altura de planta (cm)	Nº de Plantas. m ⁻²	Nº de Colmos. m ⁻²	Nº de Panículas. m ⁻²	Comprimento de panícula (cm)	Produtividade (kg.ha ⁻¹)	Uniformidade das parcelas	Rendimento de inteiros (%)
Quadrado Médio	3,20 ^{NS}	472,31 ^{NS}	803,23 ^{NS}	2714,81 ^{NS}	0,22 ^{NS}	739776 ^{NS}	0,17*	11,6*
Médias	98,7	107,1	329,9	288,9	23,3	8221,7	3,8	65,2
CV (%)	1,9	20,9	10,5	14,4	3,2	9,9	6,4	2,8

NS-F não significativo; *F significativo ao nível de 5% de probabilidade.

A produtividade, embora não tenha sido afetada pelas misturas de sementes, foi superior àquela observada na safra anterior no Capão do Leão, em função das melhores condições ambientais ocorridas nessa safra (Tabela 2), o que permitiu semeadura em época mais adequada, (Menezes et. al. 2012). Nesse segundo ano de condução do experimento utilizou-se um tratamento com a linhagem polinizadora pura, bem como em proporção de 50:50 de sementes do híbrido e da linhagem polinizadora. Constata-se que as produtividades do híbrido e da linhagem polinizadora foram semelhantes, não ocorrendo superioridade do híbrido, como seria esperado.

Na Figura 3, constata-se que a uniformidade das parcelas e o rendimento de grãos inteiros apresentaram uma tendência de comportamento semelhante, onde as proporções intermediárias da mistura do híbrido com o polinizador causaram decréscimos nessas variáveis. O aumento na proporção da mistura tendeu a reduzir a uniformidade.

Esses decréscimos na uniformidade nas proporções intermediárias da mistura das sementes do híbrido com sementes do polinizador, evidenciam um certo grau de desuniformidade entre as plantas híbridas e as plantas da linhagem polinizadora. Esse comportamento também ocorreu na safra 2015/2016, embora os híbridos tenham sido distintos.

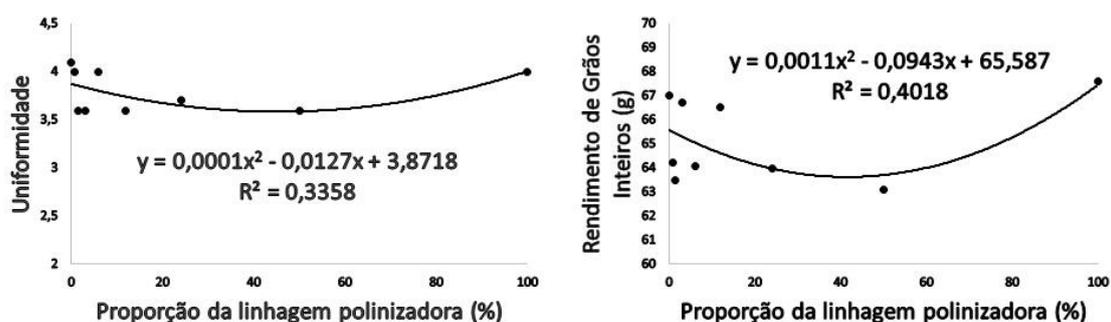


Figura 3: Uniformidade de parcelas (A) e Rendimento de grãos inteiros (B) de plantas de arroz híbrido cultivado em mistura com diferentes proporções com sementes autofecundadas de plantas polinizadoras, Capão do Leão, 2016/2017.

4.2. DISCUSSÃO

PRODUTIVIDADE E COMPONENTES DO RENDIMENTO

Pelos resultados apresentados pode-se constatar que a mistura de sementes híbridas com diferentes proporções de sementes da linhagem polinizadora, não causou variação nas características agrônômicas, nos componentes do rendimento e na produtividade do arroz irrigado.

Embora a altura de plantas não tenha sido afetada pelas proporções de mistura utilizadas, e na safra 2016/2017 a linhagem polinizadora isolada não tenha diferido do híbrido nessa característica, alguns autores comentam que as plantas provenientes de sementes de arroz híbrido tendem a apresentar uma altura maior do que a linhagem polinizadora (VIRMANI, 2002). Nesse sentido, Silva (1999), utilizando 36 acessos de arroz, observa que o caráter altura de planta pode-se ser útil para a diferenciação de cultivares.

A produtividade de grãos não foi afetada pelas diferentes proporções de mistura das sementes do híbrido com sementes da linhagem polinizadora em nenhum dos três experimentos. Deve-se considerar que na safra 2016/2017 foi utilizada, adicionalmente, a proporção de 50:50 do híbrido e do polinizador, bem como de um tratamento com o polinizador puro. Mesmo assim não foi constatado diferenças de produtividade para nenhuma das misturas, embora os níveis de produtividade constatados tenham sido distintos, devido às condições ambientais a que foram submetidos os experimentos. É possível que uma das causas dessas semelhanças de produtividade seja devido aos níveis de produtividade atingido pelo híbrido sob cultivo em estande puro, que não diferiu do polinizador isolado, o que não seria esperado no cultivo de híbridos de arroz. Segundo alguns autores, um híbrido de arroz pode apresentar superioridade de produtividade em níveis de 15 a 20% em relação às variedades melhoradas de alto rendimento (FAO, 2004).

Oliveira, (2011), no entanto, observou que a produtividade do híbrido de arroz INOV ao ser contaminado com níveis 10%, 20% e 30% de sementes da linhagem mãe autofecundada, sob diferentes densidades de semeadura (25 kg ha⁻¹, 35 kg ha⁻¹ e 55 kg ha⁻¹), foi reduzida proporcionalmente ao acréscimo da linhagem conhecida como “selfie”, sendo esse decréscimo de produtividade

mantido em todas as densidades de semeadura testadas. Uma das causas desse comportamento contrastante, que pode ter contribuído para que a produtividade não tenha sofrido redução com o acréscimo na mistura de sementes autofecundadas no presente estudo, seria em função de que o material contaminante ter sido a linhagem polinizadora, que é uma cultivar elite de elevada produtividade.

Da mesma forma, Castro et al. (2014), utilizando contaminação com o genitor feminino, em uma população derivada de um híbrido simples de milho concluiu que foi afetada a altura de plantas e de espigas conjuntamente à produtividade de grãos. Contudo, 1% de plantas oriundas do genitor feminino reduziram a produtividade de grãos, por área, em $58,4 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, demonstrando-se que para esse caso as plantas oriundas de sementes de polinização aberta foram menos produtivas que as plantas oriundas de sementes híbridas. Fato este que vem a corroborar com a tese de que o vigor híbrido promove um aumento significativo em espécies principalmente alógamas, mas que também podem ocorrer em espécies autógamas como o caso do arroz.

A diferença em produtividade observada entre as safras 2015/2016 e 2016/2017 no município do Capão do Leão foi devida, primariamente, à população de plantas reduzida na primeira safra, em função das condições ambientais desfavoráveis por ocasião da semeadura, nessa safra. Essa diferença na população de plantas refletiu-se no número de panículas por metro quadrado, que foi inferior nessa primeira safra, uma vez que o número de panículas por planta, embora tenha demonstrado característica de compensação da população mais baixa, não foi capaz de proporcionar rendimento de grão em nível semelhante.

Em geral, observa-se que a expressão do vigor híbrido ocorre em características morfológicas como sistema radicular vigoroso e grande capacidade de perfilhamento, o que assegura um grande número de panículas. m^{-2} , podendo ser utilizadas menores taxas de semeadura por hectare (Oliveira, 2011). Da mesma forma Soares et. al., (2010) concluiu de que o maior perfilhamento contribuiu para altas produtividades conjuntamente a uma maior eficiência no enchimento de grãos obtidos pelo cultivar de arroz híbrido utilizado. Medeiros, (2016) constatou que densidades acima de dez

quilogramas de sementes por hectares do híbrido BRS AH 703 CL, já são suficientes para máximas produtividades, em experimento conduzido em dois locais do Rio Grande do Sul.

No entanto, o atraso na semeadura ocorrido na safra 2015/2016 devido às elevadas precipitações nos meses de outubro, novembro e dezembro de 2015 (Tabela 1), não permitiram perfilhamento vigoroso e induziu também que os períodos reprodutivo e de enchimento de grãos ocorressem em condições ambientais mais desfavoráveis a cultura do arroz (Tabelas 1 e 2), o que refletiu em produtividades reduzidas.

Desta maneira, o número de panículas é uma variável que pode contribuir de forma significativa para o incremento de produtividade, pois constitui um dos componentes do rendimento da cultura do arroz, sendo eles o número de panículas.m⁻², número de espiguetas.panículas⁻¹, fertilidade das espiguetas e massa de mil grãos (SORATO et al 2010). Segundo Mielezrski et. al. (2008), número de panículas.planta⁻¹ e produtividade de grãos, são variáveis intimamente ligadas. Segundo Sartori (2013) o número de panículas produzidas pode contribuir para o acréscimo no rendimento de grãos. Também (Mielezrski, 2008), em trabalho com plantas isoladas de arroz híbrido observou um elevado número de panículas por planta. Dessa forma o número de panículas por planta é uma característica muitíssimo importante em cultivares de arroz híbrido, em que se utilizam menores densidades de semeadura (NEVES, 2010).

QUALIDADE INDUSTRIAL

Os parâmetros relacionados a qualidade de grãos do arroz indicam que somente a percentagem de grãos inteiros foi afetada pela mistura das sementes híbridas com a linhagem polinizadora, na safra 2015/2016 e 2016/2017, no município de Capão do Leão. Os parâmetros relacionados à presença de grãos gessados, bem como a presença de grãos vítreos, não foram afetadas pelas misturas de sementes. Já no município de Santa Vitória do Palmar, os parâmetros de qualidade industrial não sofreram efeito das misturas de sementes.

O rendimento de grãos inteiros é uma das avaliações mais importantes e utilizadas pela indústria no processamento dos grãos de arroz, uma vez que a preferência do mercado brasileiro é por grãos de arroz longo-fino, translúcido, com bom aspecto visual em que não apresente defeitos, conjuntamente a uma alta renda no beneficiamento e alto rendimento industrial de grãos inteiros, (SOSBAI, 2014). Londero et al (2015), comparando a qualidade industrial entre a cultivar PUITÁ INTA CL e o híbrido de arroz INOV CL, concluiu que o cultivar apresentou melhor qualidade na avaliação de grãos inteiros que o híbrido, sendo esse um fator que pode causar restrições em relação a aceitação dos grãos do arroz híbrido pela indústria.

O vigor híbrido pode proporcionar que as plantas resultantes apresentem maior desuniformidade entre as panículas, em função do perfilhamento abundante, bem como panículas de tamanho superior, o que pode causar enchimento de grãos desuniforme, proporcionando redução nas características de qualidade industrial como o rendimento de grãos inteiros e presença de grãos gessados, para os híbridos em relação aos cultivares autopolinizados. (WANG & CHENG, 2004; DONG et al., 2008.; YANG & ZHANG, 2010;).

Aspectos de manejo da cultura, bem como condições ambientais no decorrer do ciclo podem afetar a qualidade industrial do arroz. No entanto, Medeiros (2016) constatou que a densidade de semeadura não afetou a qualidade industrial do híbrido BRS AH 703 CL, em dois locais do Rio Grande do Sul. Também Goulart (2012), avaliando três genótipos de arroz híbrido em diferentes arranjos de semeadura observou que a porcentagem de grãos Inteiros, porcentagem de grãos quebrados e renda total do benefício não foram afetadas pelos tratamentos. Apenas o fator genótipo apresentou diferenças na renda total. Esse resultado demonstra a plasticidade desses híbridos em compensar as densidades de semeadura menores bem como as diferentes distribuições das linhas de semeadura, em relação à qualidade industrial.

O rendimento de grãos inteiros e a uniformidade das parcelas apresentaram uma tendência de comportamento semelhante, onde as proporções intermediárias da mistura do híbrido com o polinizador causaram decréscimos nessas variáveis (Figura 1). Esse comportamento também ocorreu na safra 2015/2016, embora os híbridos tenham sido distintos. Essa

constatação evidencia um certo grau de desuniformidade entre as plantas híbridas e as plantas da linhagem polinizadora. Como essa avaliação foi realizada por ocasião do período do florescimento, pode estar indicando variação na época da floração entre os híbridos e a linhagem polinizadora, o que se refletirá em diferença no ciclo dos materiais e conseqüentemente na época da maturação de cada material na mistura. Essa diferença no grau de maturidade entre os grãos colhidos pode estar causando acréscimos na percentagem de grãos quebrados, em função que uma parte dos grãos da parcela estar sendo colhida após o momento ideal de colheita. Outro fator que pode estar causando maior percentagem de grãos quebrados nos tratamentos em mistura, pode ser o tempo necessário para o descascamento e polimento dos grãos no processo de beneficiamento, que pode ser distinto entre o híbrido e a linhagem polinizadora, resultando no aumento de grãos quebrados quando em mistura. No entanto, quando ocorre o beneficiamento dos grãos do híbrido puro ou da linhagem polinizadora pura, verificam-se valores semelhantes para a percentagem de grãos quebrados.

Avaliando de forma geral os resultados dos três experimentos, verifica-se que o uso das linhagens parentais misturadas para facilitar o manejo e para a redução do custo de produção das sementes híbridas, pode ser uma prática promissora, considerando os níveis de produtividade atingidos pelos híbridos H7 e BRS AH 703 CL, que apresentaram produtividade e características de plantas semelhante à linhagem polinizadora, nas condições de cultivo e ambiente utilizados na pesquisa. Uma das causas dessa semelhança geral de comportamento, provavelmente é devida a linhagem polinizadora ser um cultivar elite, de alta produtividade, sendo atualmente um dos genótipos mais cultivados no Rio Grande do Sul. No entanto, uma certa desuniformidade entre as plantas dentro das populações poderia ser esperada pela mistura das sementes dos híbridos e da linhagem polinizadora, embora os dois genótipos apresentem características de plantas associadas a altas produtividades. Também, os parâmetros de qualidade industrial de grãos, como diferentes proporções de gessamento, não foram alterados nos tratamentos em mistura, também indicando a possibilidade de misturar os parentais no processo de produção dos híbridos em questão. No entanto, a percentagem de grãos

inteiros poderia reduzir em torno de até 2%, dependendo da proporção de mistura da linhagem polinizadora a ser utilizada na produção das sementes híbridas.

Assim, a proporção de sementes das linhagens parentais mais adequadas de serem utilizadas na produção dos dois híbridos em avaliação, seria dependente da combinação das proporções de misturas que proporcionassem elevadas produtividades de sementes no processo de produção das sementes híbridas, combinado com as menores reduções possíveis da percentagem de grãos inteiros.

5. CONCLUSÕES

Plantas oriundas de sementes autofecundadas de arroz não apresentam melhores componentes do rendimento, quando comparadas com populações de plantas com mistura ou totalidade de sementes híbridas.

A mistura de sementes híbridas e autofecundadas proporciona desuniformidade maior com o aumento do polinizador.

A qualidade industrial de grãos oriundos de plantas de arroz híbrido apresenta qualidade semelhante a grãos de plantas autofecundadas.

O rendimento de grãos inteiros aumenta em proporções equivalentes de sementes de arroz híbrido e do polinizador.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZAMBUJA, I.H.V.; VERNETTI Jr., F.J.; MAGALHÃES Jr., A.M. Aspectos socioeconômicos da produção do arroz. In: GOMES, A.S.; MAGALHÃES Jr., A.M. **Arroz irrigado no Sul do Brasil**. Brasília, Embrapa Informação Tecnológica, p.23 - 44. 2004.

CASTRO, C. E. C.; RAMALHO, M. A. P.; CAMARGOS, R. B.; Consequências da contaminação na produção de sementes de híbridos duplos de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.13, n.3, p. 364-370, 2014.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira de grãos**. Companhia Nacional de Abastecimento. – Brasília: Conab, 2017. Publicação mensal. 1. Grãos. 2. Safra. 3. Agronegócio I. Título. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/2017.pdf> acesso em fevereiro de 2017.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Perspectivas para a agropecuária** / Companhia Nacional de Abastecimento – v.1 – Brasília: Conab, 2013. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em janeiro de 2018.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **A cultura do arroz / organizador Aroldo Antonio de Oliveira Neto**. – Brasília: Conab, 2015. 180 p. Disponível também em: <http://www.conab.gov.br>, Acesso em: 13 setembro. 2018.

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**, Beijing, v. 41, n. 2, p. 370-380, 2008.

EAVIS, R. M.; BATCHELOR, S. E.; MURRAY, F.; Hybrid breeding of wheath, barley and rye: developments to date and future prospects. Research Review nº 35. **Home-grow Cereals Authority**, London, p.76, 1996.

EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO. **Dados de conjuntura da produção de arroz (Oryza sativa L.) no Brasil (1985-2013)**. Disponível em: <http://www.cnpaf.embrapa.br/socioeconomia/index.htm>. Acesso em: 13 setembro. 2018.

FAO, Food and Agriculture Organization. **Arroz Híbrido para Contribuir a la Seguridad Alimentaria**. v.1, n.1 p. 2, 2004. Disponível em: <http://www.fao.org/rice2004/es/rice2.htm>. Acesso em: junho 2015.

FONSECA, J. R.; CUTRIM, V. A.; RANGEL, P. H. N. **Descritores morfoagronômicos e fenológicos de cultivares comerciais de arroz de várzeas**. Embrapa, 2002. 22p. (Embrapa. Documentos, 141).

FRANCO, D. F.; CORREIA, L. A. V.; MAGALHÃES JR., A. M, de M.; ZONTA, E. P.; BAZINELLO, P. Z.; SILVA, M. G. da; KRÜGER, F. de O. Qualidade do grão formado no colmo principal e nos perfilhos de plantas de arroz (*Oryza sativa*, L.) em função de diferentes arranjos de distribuição de plantas no solo. **Revista Brasileira Agrociência**. Pelotas, v.17, n.1-4, p.78-84, 2011.

GOULART, E. S.; **Arranjos de semeadura e desempenho de híbridos de arroz** 2012. 25p.: il.- Dissertação (Mestrado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2012.

IKEHASHI, H.; Genetics of hybrid sterility in wide hybridization in rice. Bajaj YPS **Biotechnology in agriculture and forestry**. Berlin, p 113–127, 1991.

IRGA, (INSTITUTO RIO-GRANDENSE DO ARROZ), Produtividade Municípios Safra 2016/2017 FINAL. Disponível em: <http://www.irga.rs.gov.br/upload/20170713143631produtividade_municipios_safra_16_17_final.pdf>

JANAIAH, A. XIE, F.; **Hybrid rice adoption in India: farm-level impacts and challenges**. IRRI Technical Bulletin No. 14. Los Baños (Philippines): International Rice Research Institute. 20 p. 2010.

KEMPE, K.; GILS, M. Pollination control technologies for hybrid breeding. **Molecular Breeding**, v.27, p.417 – 437, 2011.

LEVIEN, M. E. A.; **Análise do potencial de mercado de sementes de arroz** (*Oryza sativa* L.) híbrido. 2000. 65p. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Sementes) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, - UFPel, 2000.

LONDERO, G. P.; MARCHESAN, E.; PARISOTTO, E.; COELHO, L. L.; ARAMBURU, B. B.; FLORES, C. S.; SILVA, A. L.; Qualidade industrial de grãos de arroz decorrente da supressão da irrigação e umidade de colheita. **Irriga Botucatu**, Botucatu, v. 20, n. 3, p. 587-601, 2015.

LONGIN, C. F. H.; MÜHLEISEN, J.; MAURER, H. P.; ZHANG, H.; GOWDA, M.; REIF, J. C.; Hybrid breeding in autogamous cereals. **Theoretical and Applied Genetics**. n. 125 p.1087–1096, 2012.

MACHADO, A. A.; CONCEIÇÃO, A. R. **Sistema de análise estatística para Windows. Winstat. Versão 1.0**. UFPel, 2003.

MARUYAMA K, OONO K. Induction of mutation in tissue culture and its use for plant breeding. VII. On the female and male sterile rice plants regenerated from seed calluses. **Journal Breeding**. p. 24-25. 1983.

MARUYAMA, K.; KATO, H.; ARAKI, H. Mechanized production of F1 seeds in rice by mixed planting. **Japan Agriculture Research**, v.24, p.243 - 252, 1991.

MEDEIROS, L. R.; **Densidade de semeadura e desempenho de arroz híbrido irrigado**. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas. 2016.

MENEZES, V. G.; RAMIREZ, H. Rendimento de grãos de arroz irrigado em função do início da irrigação e do controle precoce de plantas daninhas em Cachoeirinha. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 3. REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 25., 2003, Balneário Camboriú. **Anais...** Itajaí: EPAGRI, p. 190-192, 2003.

MENEZES, V. G.; MARIOT, . H. P.; KALSING, A.; FREITAS, T. F. S.; GROHS, D. S.; MATZENBACHER, F. O.; Associação de glyphosate e imidazolinonas no controle de arroz-vermelho em arroz Clearfi eld®. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.43, n.12, p.2154-2159, dez, 2013.

MENEZES, V. G. et al. **Projeto 10: Estratégias de manejo para aumento da produtividade e da sustentabilidade da lavoura de arroz irrigado do RS: Avanços e novos desafios**. Cachoeirinha: IRGA, 2012. 104 p.

MÜHLEISEN, J., H. P. MAURER, G. STIEWE, P. BURY, AND J. C. REIF. Hybrid Breeding in Barley. **Crop Science**. Madison. v. 53 n. 3, p. 819-824. 2013.

OUYANG, Y.; CHEN, J.; DING, J.; ZHANG, Q.; Advances in the understanding of inter-subspecific hybrid sterility and widecompatibility in rice. **Chinese Science Bulletin** n. 54 p. 2332–2341, 2009.

REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 15., 2003. Balneário Camboriú. **Anais...** Itajaí: EPAGRI, 2003. p. 190 -192.

MIELEZRSKI, F.; **Comportamento de plantas de arroz híbrido em função da qualidade fisiológica das sementes**. Pelotas, 2008. 65f.:. Dissertação (Mestrado) –Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas.

MIELEZRSKI, F.; SCHUCH, L. O. B.; PESKE, S. T.; PANOZZO, L. E.; PESKE, F. B.; CARVALHO, R. R.; Desempenho individual e de populações de plantas de arroz híbrido em função da qualidade fisiológica das sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 3, p. 086 - 094, 2008.

NEVES, M. B.; **Vigor de sementes e desempenho de campo de arroz híbrido**. Pelotas, 2010. 66f.:. Dissertação (Mestrado) –Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas. - Pelotas, 2010.

NEVES, P. de C. F.; **Melhoramento Genético de Arroz: exploração da heterose no desenvolvimento de cultivares**. 2014. Disponível em:

<<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/23223/1/pl-anais.pdf>>. Acesso em 25/07/16.

NGUYEN, N. V.; Sustainable intensification of rice production for food security in the near future – a summary report. **FAO**. N. 2 14 p. 2008.

OCDE-FAO, The Organisation for Economic Co-operation and Development, FAO, Food and Agriculture Organization. **PERSPECTIVAS AGRÍCOLAS 2015-2024**. Disponível em: http://www.oecd-ilibrary.org/agriculture-and-food/oecd-fao-agricultural-outlook-2015_agr_outlook-2015-en. Acesso em: janeiro 2018.

OLIVEIRA, C. G. K.; **Produtividade de arroz híbrido em função da contaminação genética e densidade de semeadura**. Pelotas, 2011.-28p. Dissertação (Mestrado) –Programa de Pós-Graduação em Ciência e tecnologia de Sementes. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2011.

PENG, S.; HARDY, B. Rice research for food security and poverty alleviation. Los Baños (Philippines): **International Rice Research Institute**. p. 213 - 220, 2011.

PESKE, S.T. & BARROS, A.S.S.A. Produção de Sementes de Arroz. In: PESKE, S.T.; SCHUCH, L.O.B.; BARROS, A.C.S.A (Ed). **Produção de arroz irrigado**. Pelotas: UFPel, 2004. p.349 - 404.

SARTORI, G. M. S.; MARCHESAN, E.; AZEVEDO, C. F.; STRECK, N. A.; ROSO, R.; COELHO, L. L.; OLIVEIRA, M. L.; Rendimento de grãos e eficiência no uso de água de arroz irrigado em função da época de semeadura. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.43, n.3, p.397- 403, 2013

SILVA, T. S.; **Estudo de divergência genética em acessos de arroz através de marcadores morfológicos e moleculares**. 1999. 185 p. Tese (Doutorado em fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

SOARES, E. R.; BASEGGIO, E. A.; LONDRERO, L. S.; CORREA, S. C. S.; ROSSINI, V. P.; ZOLINGER, I. T.; KLAHOLD, C. A.; GALON, L.; Componentes de produção e produtividade de arroz híbrido de sequeiro comparado a três cultivares convencionais. **Acta Agronômica**, v. 59, n. 4, p. 435 - 441, 2010.

SORATTO, R. P.; CRUSCIOL, C. A. C.; MELLO, F. F. C.; Componentes da produção e produtividade de cultivares de arroz e feijão em função de calcário e gesso aplicados na superfície do solo. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 4, p. 965-974, 2010.

SOSBAI.; **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil / XXX Reunião Técnica da Cultura do Arroz Irrigado**, Bento Gonçalves, RS, Brasil. – Santa Maria: Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado. Santa Maria, 2014.

SOSBAI.; **Reunião Técnica da Cultura do Arroz Irrigado**. Gravatal, SC Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil / Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado. Itajaí, SC: SOSBAI, 2012. p. 179, 2012.

VIRMANI, S. S., MAO, C. X., TOLEDO, R. S., HOSSAIN, M., JANAIHAH, A.; Hybrid rice seed production technology and its impact on seed industries and rural employment opportunities in Asia. **International Rice Research Institute**, Metro Manila, Philippines. p. 13, 2002.

Virmani SS, Sun ZX, Mou TM, Jauhar Ali A, Mao CX. Two-line hybrid rice breeding manual. Los Baños (Philippines): **International Rice Research Institute**. p. 88, 2003.

VIRMANI, S. S.; SIDDIQ, E. A.; MURALIDHARAN, K.; Advances in Hybrid Rice Technology. **International Rice Research Institute**, Manila, Philippines. v. 57, p. 462, 1996.

VIRMANI, S.S.; KUMAR, I. Development and use of hybrid rice technology to increase rice productivity in the tropics. **International Rice Research Newsletter**, v.29, p.10 - 20, 2014.

WALDOW, D. A. G.; ROSSO, A. F.; GROHS, M.; RAMAO, C. J.; QUEVEDO, J. B.; WOLTER, ROBERTO C. D.; PIAZZETA, D.; COSTA, M.; TOMAZI, I.; TOMAZI, T. Avaliação de genótipos de arroz híbrido no estado do rio grande do sul na safra 2014/15. In: IX CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, Pelotas, **Anais...RS**, Brasil, 2015. – [Brasília, DF]: Embrapa; Pelotas, RS: SOSBAI, 2015.

WANDER, A. E.; PADRÃO, G. A.; Viabilidade econômica de arroz convencional vs. Híbrido. X CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, Gramado, **Anais...RS**, Brasil, 2017. – [Brasília, DF]: Embrapa; Gramado, RS: SOSBAI, 2017.

WANDER, Al. E.; CHAVES, M.; O.; Consumo aparente per capita de arroz no brasil, 1991 a 2010. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 3. REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 15., 2003. Balneário Camboriú. **Anais... Itajaí**: EPAGRI, p. 190 -192, 2003.

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

WANG, S.; LU, Z. Genetic diversity among parental lines of Indica hybrid rice (*Oryza sativa* L.) in China based on coefficient of parentage. **Plant Breeding**. V.125, p. 606 - 612. 2006.

XIE, F.; HARDY B.; **Accelerating hybrid rice development**. Los Baños (Philippines): International Rice Research Institute. 698 p. 2009.

XIZHI, L. & MAO, C.X. **Hibryd Rice in China – A Success Story**. Asia-Pacific Association of Agricultural Research Institution-FAO Regional Office for Asia & the Pacific, Bangkok. 26p. 1994.

YAMAMOTO, M.; OLIVEIRA, P. E.; GAGLIANONE, M. C.; **Uso sustentável e restauração da diversidade dos polinizadores autóctones na agricultura e nos ecossistemas relacionados: planos de manejo**. – Rio de Janeiro: Funbio, 2014.

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

ZHANG, J.; XU, Y.; WU, X.; ZHU, L. A bentazon and sulfonylurea sensitive mutant: breeding, genetics and potential application in seed production of hybrid rice. *Theoretical and Applied Genetics*, v.105, p.1622, 2002.

ZHU, X.; WANG, Y.; NI, S.; CHENG, H.; Hybrid rice seed production method. **US Patent** 20110232247 A1. 2011.