

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA
CAMPUS ITAQUI
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**RESPOSTA PRODUTIVA DO FRACIONAMENTO DE NITROGÊNIO EM
GENÓTIPOS DE ARROZ NA FRONTEIRA OESTE DO RIO GRANDE DO SUL**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Anderson Fernandes Azevedo

**Itaqui, RS, Brasil
2015**

ANDERSON FERNANDES AZEVEDO

**RESPOSTA PRODUTIVA DO FRACIONAMENTO DE NITROGÊNIO EM
GENÓTIPOS DE ARROZ NA FRONTEIRA OESTE DO RIO GRANDE DO SUL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Agronomia da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), como requisito parcial para obtenção do grau de **Engenheiro Agrônomo**.

Orientador: Guilherme Ribeiro

**Itaqui, RS, Brasil
2015**

Azevedo, Anderson Fernandes
RESPOSTA PRODUTIVA DO FRACIONAMENTO DE NITROGÊNIO EM
GENÓTIPOS DE ARROZ NA FRONTEIRA OESTE DO RIO GRANDE DO
SUL/ Anderson Fernandes Azevedo. 29 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal do
Pampa, BACHARELADO EM AGRONOMIA, 2015.
"Orientação: Guilherme Ribeiro".

1. *Oryza sativa* L.. 2. Adubação nitrogenada. 3. Rendimento de Grãos. I.
Resposta produtiva do fracionamento de nitrogênio em genótipos de arroz
na fronteira oeste do rio grande do Sul.

ANDERSON FERNANDES AZEVEDO

**RESPOSTA PRODUTIVA DO FRACIONAMENTO DE NITROGÊNIO EM
GENÓTIPOS DE ARROZ NA FRONTEIRA OESTE DO RIO GRANDE DO SUL**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Graduação em
Agronomia da Universidade Federal do
Pampa (UNIPAMPA), como requisito
parcial para obtenção do grau de
Engenheiro Agrônomo.

Trabalho de conclusão de curso defendido e aprovado em: 10 de Julho de 2015.
Banca examinadora:

Prof. Doutor Guilherme Ribeiro
Orientador
Curso de Agronomia - Unipampa

Msc. em Agronomia Gil Cunegatto Marques Neto
Técnico Superior Orizícola (IRGA)

Agrônomo Geter Alves Machado
Técnico Orizícola (IRGA)

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, pela vida. Aos meus amados pais Bernadete Fernandes Azevedo e Dirnei Pires Azevedo e, a meus irmãos Dirnei Pires Azevedo Júnior, Cristian Fernandes Azevedo e Bruno Ricardo Fernandes Azevedo, que foram incansáveis em todos os momentos e sem eles nada seria possível. Um agradecimento em especial a minha ex-namorada Sabrina Palma, sempre me ajudando, confortando, torcendo, acreditando no meu potencial, mesmo quando tudo parecia estar perdido, sem esta confiança depositada em mim, não estaria aqui hoje.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por se fazer presente em todos os momentos firmes ou incertos da minha jornada, transmitindo segurança necessária para chegar até aqui.

Aos meus pais, agradeço pela paciência nos momentos de luta! Obrigado por terem me apoiado e acreditado na minha capacidade, me dando forças para mais uma conquista. Aprendi que vale a pena acreditar nos meus sonhos e lutar por eles.

A dona Maristela Dubal Martins Saggin, que me ajudou a dar o primeiro passo nesta empreitada, o meu muito obrigado pelo suporte e carinho no início desta caminhada.

Agradeço a toda família Carneiro Martini, por todos os momentos, em especial a Dona Joice Carneiro Martini que faz por mim o que só uma mãe faria. Tenham a certeza de que o meu agradecimento é pequeno diante da grandeza do que fizeram por mim!

Ao Sr. Gerson Saggin, agradeço de todo meu coração a amizade o aprendizado e carinho nestes anos.

Aos meus amigos, em especial ao Geter Alves Machado que considero um irmão o agradeço por cada momento compartilhado, cada palavra dita, nas dificuldades, nos momentos de felicidade, por acreditar em mim.

Agradeço a todos que de alguma forma ou de outra contribuíram para minha formação.

“Algo só é impossível até que alguém duvide e resolva provar ao contrário.”

ALBERT EINSTEIN

RESUMO

RESPOSTA PRODUTIVA DO FRACIONAMENTO DE NITROGÊNIO EM GENÓTIPOS DE ARROZ NA FRONTEIRA OESTE DO RIO GRANDE DO SUL

Aluno: Anderson Fernandes Azevedo.

Orientador: Guilherme Ribeiro.

Local e data: Itaqui-RS, 11 de Julho, 2015.

A adubação nitrogenada é um dos principais pilares para que ocorra máxima resposta no potencial produtivo de cada genótipo de arroz. Diferenças na aplicação dose total ou fracionada de nitrogênio, nos genótipos de arroz irrigado poderão constituir-se em estratégia promissora para maximizar o melhor uso deste macronutriente. O objetivo deste trabalho foi avaliar a resposta produtiva em relação a aplicação total ou fracionada de nitrogênio em diferentes estádios fenológicos de genótipos híbridos e convencionais de arroz irrigado na fronteira oeste do Rio Grande do Sul. O experimento foi conduzido em duas safras agrícolas 2013/14 e 2014/15, avaliando seis genótipos de arroz irrigado, sendo quatro híbridos (Avaxi CI, Inov CI, XP 102 CI, XP 111 CI) e duas cultivares convencionais (Puitá Inta CI e Guri Inta CI), sendo submetidas ao fracionamento da aplicação de nitrogênio (N). O Fracionamento constitui de três formas: i) uma aplicação (100% de N) em solo seco com 15 dias após a emergência; ii) duas aplicações (70% + 30% N) sendo a primeira em solo seco com 15 DAE e a segunda na diferenciação do primórdio floral; e iii) três aplicações (50% + 30% + 20% N) a primeira sem solo seco com 15 DAE, a segunda na DPF e a terceira no final da floração. O fator fracionamento e suas interações com genótipo, safra, e genótipo x safra não foram significativas. Dessa forma, a aplicação de nitrogênio em uma dose inteira ou fracionada em duas ou três vezes não apresentam diferenças. Assim uma aplicação total antes da entrada da água é uma alternativa para reduzir os custos de produção aos produtores rurais. A interação genótipo x safra foi significativa, na safra 2013/14 o efeito de genótipos foi significativo para a variável produtividade de grãos, tendo como o híbrido XP 111 CI superior aos demais, já em relação à safra 2014/15, todos os genótipos híbridos foram superiores as cultivares convencionais.

Palavras-chave: *Oriza sativa* L., adubação nitrogenada, rendimento de grãos.

ABSTRACT

REPLY PRODUCTIVE OF THE FRACTIONATION OF NITROGEN IN GENOTYPES RICE IN THE WEST FRONTIER OF THE RIO GRANDE DO SUL

Student: Anderson Fernandes Azevedo.

Advisor: Guilherme Ribeiro.

Place and date: Itaqui-RS, July 11, 2015.

Nitrogen fertilization is one of the main pillars to occur maximum response in the productive potential of each rice genotype. Differences in the application in whole or fractional dose of nitrogen in rice genotypes may form themselves into promising strategy to maximize the best use of this macronutrient. The objective of this study was to evaluate the productive response regarding full or fractional application of nitrogen in different growth stages of hybrid and conventional rice genotypes on the western border of Rio Grande do Sul. The experiment was conducted in two growing seasons 2013/14 and 2014/15, assessing six genotypes of rice, four hybrids (Avaxi CI, Inov CI, CI XP 102, XP 111 CI) and two conventional cultivars (PUITA Inta CI and Guri Inta CI), being subjected to the division of the application of nitrogen (N). The Fractionation is in three ways: i) an application (100% N) in dry soil 15 days after emergence; ii) two applications (70% + 30% N) being the first in dry soil with 15 DAE and the second in the differentiation of floral primordia; and iii) three applications (50% + 30% + 20% N) the first without dry soil with 15 DAE, the second in the DPF and the third at the end of flowering. The fractionation factor and its interaction with genotype, crop, and genotype x crop were not significant. Thus, the application of nitrogen in a whole or in divided doses two or three times does not differ. Thus a complete application before the water intake is an alternative to reduce production costs for farmers. The genotype x season was significant in the harvest 2013/14 the effect of genotype was significant for the variable grain yield, with the hybrid XP 111 CI superior to the other, as compared to the 2014/15 season, all hybrid genotypes They were higher than the conventional cultivars.

Key words: *Oryza sativa* L., nitrogen fertilizer, grain yield.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Resumo da análise de variância para a variável produtividade de grãos em genótipos de arroz irrigado, em função de safras (13/14 e 14/15) e do fracionamento de nitrogênio, em Itaqui, 201520

Tabela 2: Valores médios para a variável produtividade de grãos (kg ha^{-1}) em genótipos de arroz irrigado, nas safras agrícolas 13/14 e 14/15, em função do fracionamento de nitrogênio: 100 (uma aplicação (100%) em solo seco com 15 DAE (dias após a emergência); 70+30 (duas aplicações (70% + 30%) sendo a primeira em solo seco com 15 DAE e a segunda na DPF (diferenciação do primórdio floral)); e 50+30+20 (três aplicações (50% + 30% + 20%) a primeira sem solo seco com 15 DAE, a segunda na DPF e a terceira no final da floração). Itaqui, 2015.21

Tabela 3: Médias para a variável produtividade de grãos (kg ha^{-1}) em genótipos de arroz irrigado em duas safras agrícolas 13/14 e 14/15. Itaqui, 2015.....23

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	18
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	20
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	25
5 REFERÊNCIAS.....	26

1 INTRODUÇÃO

Um dos cereais mais produzidos e consumidos no mundo o arroz (*Oryza sativa* L.), tem expressiva importância à nutrição humana e ao setor econômico (SOSBAI, 2014). No Brasil, a cultura representa grande impacto na parte econômica e social, visto que está presente na mesa de quase toda população brasileira (FAO, 2014).

Mais da metade da população mundial tem como fonte de alimentação o arroz, desta forma caracteriza-se por ser um dos produtos mais produzidos em todos os continentes, principalmente nos países em desenvolvimento, devido a esta elevada demanda pelo cereal (FAO, 2014). Fonte de amido, vitaminas, minerais, proteínas e carboidratos o arroz é uma fonte de energia para a vida nutricional das pessoas em todo o mundo (WALTER et al, 2008)

A produtividade vem crescendo, não pelo aumento da área cultivada, mas especialmente, pelo ganho de produtividade, fazendo uma relação entre as safras de 2000 a 2005 a média entre estes anos foi de 5.587 kg^{-1} , já a média dos últimos cinco anos 2010 a 2015, resultou uma média de 7.469 kg ha^{-1} . (CONAB, 2015).

A produção de arroz no estado do Rio Grande do Sul representa de forma significativa uma grande parte do setor econômico do país. O estado alavanca uma posição de destaque em relação à produção deste cereal, chegando a 8,6 milhões de toneladas de arroz nesta última safra, representando cerca de 66% da produção nacional (CONAB, 2015).

Em reflexo a grande demanda por alimentos no mundo, a produção de arroz irrigado na Fronteira Oeste, mais precisamente no município de Itaqui-RS, contribui para um aumento de oferta e qualidade de alimentos, fazendo com que as buscas por novas tecnologias, para um incremento na produtividade de arroz irrigado não cessem.

Com mais de um milhão de hectares semeadas e com produtividade média de $7,711 \text{ kg ha}^{-1}$, o Rio Grande do Sul destaca-se como o maior produtor de arroz do Brasil, garantindo o alimento de milhões de pessoas (IRGA, 2014). A alta tecnificação dos produtores e da cadeia produtiva do arroz auxiliam no aumento da oferta deste produto (SOSBAI, 2014). Segundo Alcochete (2005), um dos fatores do incremento na produtividade da cultura do arroz se deve a utilização de cultivares mais produtivas. Diante da introdução de novas tecnologias na lavoura orizícola, o arroz híbrido surgiu como uma grande inovação para setor, em virtude do seu

potencial produtivo superior as cultivares convencionais, baseado no vigor híbrido ou heterose (RICE TEC, 2007). A busca de um genótipo que apresente alto potencial produtivo e qualidade de grãos é o principal desafio a ser avaliado e desenvolvido pelos programas de melhoramento genético de arroz irrigado. Para a garantia deste sucesso, a exploração da heterose se torna uma importante conquista para o melhoramento de cultivares, proporcionando assim elevada eficiência nas lavouras de arroz irrigado, consolidando ganhos significativos na produção (YOUNG & VIRMANI, 1990).

Por outro lado, existem fatores de produção que podem limitar o sucesso tanto de genótipos híbridos e dos genótipos convencionais, como o uso ineficiente do nitrogênio (N) (SOSBAI, 2014). Esse nutriente é essencial para as plantas, e mais especificamente para as liliopsidas, sendo requerido em grandes quantidades, desta forma é um fator que pode determinar o potencial produtivo das cultivares de arroz (FAGERIA, 2003).

Por participar da formação de proteínas, aminoácidos e de outros compostos importantes no metabolismo, o nitrogênio é tido como um macronutrinete primário essencial para as plantas, visto que sua ausência bloqueia a síntese de citocinina, hormônio responsável pelo crescimento das plantas, causando redução no seu tamanho e conseqüentemente redução da produção de grãos (MENGEL & KIRKBY, 1982).

Este nutriente está diretamente ligado ao aumento da área foliar das plantas, que por sua vez eleva a eficiência de interceptação da radiação solar e da taxa fotossintética e quando a planta está deficiente de nitrogênio, resulta numa baixa produção de massa verde, senescência acelerada, deixando visível esta deficiência através do amarelecimento das folhas mais velhas (MALAVOLTA, 2006).

Atualmente houve grande avanço no que diz respeito a recomendação de adubação, podendo ser recomendadas e função do manejo da lavoura, cultivar a ser semeada, da caracterização do clima da região e do tipo de solo. Diferenças na época de aplicação e no fracionamento de N nos genótipos de arroz irrigado poderão constituir-se em estratégia promissora para maximizar o melhor uso deste macronutriente (SOSBAI, 2014). Neste contexto, o uso correto e eficiente deste fertilizante é de extrema importância para a viabilidade e sustentabilidade na lavoura arrozeira.

A resposta da cultura do arroz irrigado à adubação nitrogenada é frequentemente apontada como o ponto chave para a obtenção de altas produções deste cereal. A produtividade da lavoura arrozeira está diretamente associada com a escolha de cultivar, da adubação e do manejo (SOSBAI, 2014).

O N faz parte da composição da clorofila, participando de forma direta na fotossíntese, e também faz parte de muitos compostos, principalmente das proteínas (SOUZA et al. 2004). Uma vez absorvido pelas plantas, pode ser assimilado na própria raiz ou ser transportado para as folhas, onde, então, ocorre a sua assimilação (BREDEMEIER & MUNDSTOCK, 2000).

Segundo Cantarella (2007), o sistema solo- planta o ciclo do N é muito complexo, pois a maior fração de N está na forma orgânica no solo, ou como parte de organismos vivos. O nitrogênio pode ingressar no sistema solo-planta por deposições atmosféricas, fixação biológica, adubações químicas ou orgânicas, e pode sair por meio de remoções pelas culturas, volatilização e lixiviação. Todos estes processos do ciclo do N, são controlados por fatores físicos, químico e biológicos e afetados por condições climáticas. Na matéria orgânica do solo o N está na forma de proteínas, aminoácidos, ácidos nucleicos e nucleotídeos.

O nitrogênio é absorvido principalmente na forma de nitrato (NO_3^-) que é a forma mais encontrada na maioria dos solos e, amônio (NH_4^+) variando de acordo com as condições de solo é constantemente liberado por materiais em decomposição sendo transformadas em nitrato por bactérias nitrificantes (SANTI et. al., 2003). Ambas as formas podem ser absorvidas pelas plantas em taxas e proporções dependentes do metabolismo em cada estágio (DEANNE & DRUMMOND, 1983).

Segundo Anghinoni (1986), a quantia de nitrogênio assimilado e absorvido durante todo o ciclo cultura, depende exclusivamente da presença de carregadores específicos da membrana plasmática, da atividade das enzimas envolvidas no ciclo, da disponibilidade de energia necessária para estes processos e do estágio de desenvolvimento da planta. Relatado por Taiz & Zeiguer (2009), o N participa na formação da panícula, e dos grãos, desta maneira influencia diretamente na produtividade da cultura do arroz.

Para a obtenção de alta produtividade na cultura do arroz, o nitrogênio pode ser o principal elemento para este fomento, visto que é atuante para o crescimento de colmos, raízes e folhas, aumentando o índice de área foliar (MALAVOLTA, 2006).

No manejo do arroz, o nitrogênio é aplicado para melhor explorar o potencial produtivo da lavoura, sendo recomendado o fracionamento dos 100% de nitrogênio em duas situações: 50% em estágio V₃-V₄ que se dá o início do perfilhamento, realizado ainda com o solo seco, antes da entrada de água; e os outros 50% de N aplicado no ponto de algodão, na iniciação do primórdio floral (estádio R₀), já em condições de alagamento (SOSBAI, 2014). A aplicação de N perfilhamento influencia no número de filhos por unidade de área e, conseqüentemente o número de panículas, já a aplicação no início da fase reprodutiva, o suprimento de n influencia o número de grãos por panícula, diante disto se recomenda o parcelamento do N em cobertura nestes dois estádios fenológicos (FAGERIA et al., 2007).

Brandão (1974) explica que a aplicação de N, promove melhor desenvolvimento das plantas, resultando em aumento da produção de palha e de grãos, pois uma grande parte do nitrogênio absorvido desempenha papel importante na formação dos órgãos reprodutivos e dos grãos. A resposta do arroz ao nitrogênio varia grandemente com o tipo de planta, clima, manejo de água e propriedades do solo (FAGERIA & WILCOX, 1977).

A absorção do N é mais elevada a partir do início do período reprodutivo, coincidindo com o estágio R₀, e culminando com o ponto de máxima exigência no florescimento na cultura do arroz (LOPES, 1991). Pela rápida volatilização da amônia e lixiviação de nitrato devido a ações externas, apenas 50% do N é absorvido pelas plantas (BREDEMEIER & MUNDSTOCK, 2000).

Segundo os levantamentos do Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA, 2015), da safra 2014/15, as cultivares Puitá Inta CI e Guri Inta CI representam na fronteira oeste aproximadamente 60% da área semeada. A grande utilização destes genótipos se deve a grande aceitação da indústria, pelo bom rendimento de grãos inteiros e por ser uma alternativa produtiva em áreas infestadas de arroz vermelho.

A produção da lavoura arroseira no país, em especial no estado do RS, tem sido prejudicada pelo manejo adotado pelos produtores. Um dos principais problemas observados por muitos, é a disseminação do arroz vermelho em todo estado, com isso o uso de cultivares e genótipos dotadas da tecnologia Clearfield®, é a única saída para que os produtores continuem produzindo com qualidade, objetivando maior lucratividade (SOSBAI, 2014).

Com o aparecimento de arroz vermelho nas lavouras, o uso de cultivares de arroz irrigado tolerantes aos herbicidas do grupo das imidazolinonas, é uma alternativa de grande impacto para áreas semeadas por vários anos consecutivos. O herbicida recomendado para esse sistema é o Only®, composto pela mistura formulada dos herbicidas imazethapyr + imazapic (AGROFIT, 2014).

As cultivares híbridas possuem elevado potencial produtivo devido à grande capacidade de perfilhamento (RICE TEC, 2007). As cultivares híbridas avaliadas foram: Avaxi CI e Inov CI, XP 102 e XP 111 de ciclo precoce, apresentam tolerância a brusone e a mancha foliar, são extremamente responsivas à adubação. Com grande representatividade no estado, as cultivares Guri Inta CL e Puitá Inta CI, são as mais utilizadas em áreas infestadas com arroz vermelho, por possuírem a tecnologia CLEARFIELD® e por serem materiais de elevado potencial produtivo (SOSBAI, 2014).

Diante da necessidade de uma melhor compreensão da interação genótipos e parcelamento (fracionamento) de nitrogênio, foi comprovado por Scivittaro; Machado (2004), as maiores taxas de absorção de N encontram-se entre as fases de perfilhamento e início da fase reprodutiva, resultando em produtividade, com base neste relato, foi testada nesse trabalho a hipótese de que o parcelamento em diferentes estádios de desenvolvimento proporciona melhor aproveitamento do N fornecido à cultura.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a resposta produtiva em relação a aplicação total ou fracionada de nitrogênio em diferentes estádios fenológicos de genótipos híbridos e convencionais de arroz irrigado na fronteira oeste do Rio Grande do Sul.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido nas safras 2013/14 a campo, na área experimental da Universidade Federal do Pampa, Campus Itaqui e na safra 2014/15 o experimento foi conduzido na área experimental do Sindicato Rural de Itaqui-Maçambará, no município de Itaqui-RS em parceria com o 19º Núcleo de Assistência Técnica e Extensão do Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA).

De acordo com Wrege et al., (2011) sobre o sistema proposto por Köppen, o clima da região é classificado como de categoria C, subtipo Cfa, subtropical, sem estação seca definida, com precipitação média anual de 1600 mm e temperatura média anual de 19°C, e altitude de 57 m.

O solo onde foram conduzidos os ensaios é classificado como Plintossolo, ocupando 56,78% da área do município. A ocorrência de Plintossolos Argilúvicos Eutróficos petroplínticos foram mapeados em maior extensão na região da fronteira oeste, entre São Borja e Itaqui (STRECK et al., 2008). Ocorrem em terrenos de várzea, com relevo plano e suave ondulado e menos frequentemente ondulado. Possui as seguintes características: solos geralmente profundos, mas que apresentam uma camada de impedimento nos primeiros 20 cm de profundidade, baixa fertilidade, imperfeitamente drenados, formados sob condições de restrição à percolação de água, pegajosos quando úmidos, mas que endurecem irreversivelmente quando secam, formando uma crosta que dificulta a emergência de plantas (SANTOS et al., 2006).

A adubação, dada a partir da recomendação seguida da interpretação da análise de solo, que tem os seguintes teores: pH em H₂O = 4,9; P = 1,8 mg dm⁻³; K = 27 mg dm⁻³; Ca = 2,7 cmol c dm⁻³; Mg = 0,4 cmol c dm⁻³; Al = 0,4 cmol c dm⁻³; V = 36,1%; M.O. = 2,9%. Para todos os tratamentos avaliados, constaram de 350 kg ha⁻¹ da mistura formulada 05-20-20 de (N-P-K) na adubação de base (10 kg de N, 70 kg de P, e 70 kg k) e 120 kg ha⁻¹ de nitrogênio em cobertura. O sistema de irrigação utilizado foi por inundação contínua, com lâmina de água iniciada aos 15 dias após a emergência das Plântulas.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, no esquema fatorial triplo 3 x 6 x 2, com três repetições. Foram avaliados o fracionamento da aplicação de N em diferentes estádios fenológicos, em seis genótipos de arroz irrigado e em duas safras agrícolas.

As aplicações de nitrogênio foram realizadas subdividindo-se as dosagens em uma aplicação (100%) em solo seco com 15 DAE (dias após a emergência); duas aplicações (70% + 30%) sendo a primeira em solo seco com 15 DAE e a segunda na DPF (diferenciação do primórdio floral); e a terceira aplicação (50% + 30% + 20%) a primeira em solo seco com 15 DAE, a segunda na DPF e a terceira no final da floração. Os genótipos avaliados foram quatro híbridos comerciais AVAXI CI, INOV CI, XP102 CI, XP111CI e duas cultivares convencionais, Guri Inta CI e Puitá Inta CI.

Na semeadura dos genótipos, foi utilizado 40 kg ha⁻¹ para os híbridos e 90 kg ha⁻¹ para as cultivares convencionais, o espaçamento adotado foi de 17 cm entre linhas, com nove linhas por parcela com cinco metros de comprimento, sendo considerada como área útil de 2,55 m² contando apenas as três linhas centrais.

Os tratos culturais para manejo de plantas daninhas, mais precisamente de *cyperus iria*, foi usado herbicida seletivo Basagran® 600 na dosagem 1,6 L/ha⁻¹, e para controle de arroz vermelho foi usado KIFIX® na dosagem de 140 g ha⁻¹. Para controle de lagartas foi aplicado o inseticida Mustang 350 na dosagem de 60 ml/ha⁻¹. O controle de percevejo do arroz *Oebalus poecilus*, foi usado 150 mL ha⁻¹ do inseticida Engeo™ Pleno. Todas as recomendações foram seguidas pelas recomendações da Agrofit (AGROFIT, 2014).

A colheita do experimento foi realizada de forma manual e a trilha realizada com trilhadora mecanizada quando os grãos apresentavam teor médio de umidade entre 20 à 23%. Após determinado o rendimento de grãos, bem como sua umidade, foi retirada amostra de um quilograma e posta em estufa de fluxo ar forçado até que os mesmos atingiram 13%. Os dados experimentais foram submetidos a análise de variância e posterior comparação de médias, utilizando o programa computacional Genes (CRUZ, 2013).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando as fontes de variação safra e fracionamento, bem como as interações genótipo x fracionamento, safra x fracionamento, genótipo x safra x fracionamento não diferiram estatisticamente entre si (Tabela 1).

O efeito de genótipos foi significativo para a variável produtividade de grãos, conforme dados apresentados na Tabela 1. Esses resultados demonstram que existem diferenças no comportamento dos genótipos para a característica analisada, nas condições ambientais de Itaqui/RS.

Tabela 1. Resumo da análise de variância para a variável produtividade de grãos em genótipos de arroz irrigado, em função de safras (13/14 e 14/15) e do fracionamento de nitrogênio, em Itaqui, 2015.

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio
Genótipo	5	58918351**
Safras	1	23775865
Fracionamento	2	8179901
Genótipo x Safra	5	8253253**
Genótipo x Fracionamento	10	1950011
Safra x Fracionamento	2	1870944
Genótipo x Safra x Fracionamento	10	1852291
Resíduo	60	1393723
C.V.(%)		11,71

**= significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste t.

A melhores médias de produtividade de cultivares tipo modernas, no Rio Grande do Sul, foram obtidas com a aplicação de 114 a 126 kg ha⁻¹ de N (VAHL, 1999). Logo a recomendação de 120 kg ha⁻¹ de N em cobertura está de acordo com a capacidade de absorção e assimilação das cultivares, maximizando a produtividade de cada um dos genótipos (SOSBAI, 2014). Dessa forma, encontrar maneiras de elevar o aproveitamento é essencial para elevar os patamares de produtividade.

Como alternativa surge a possibilidade do fracionar ou não a aplicação nitrogenada. Os dados demonstram que a aplicação de 100% de N em solo seco com 15 dias após a emergência (DAE), e com duas aplicações (70% + 30%) sendo

a primeira em solo seco com 15 DAE e a segunda na DPF (diferenciação do primórdio floral), e a terceira aplicação (50% + 30% + 20%) efetuada na a primeira ainda solo seco com 15 DAE, segunda na DPF e a terceira no final da floração, não apresentaram diferenças significativas.

Fageria et al. (2003) verificaram em outros experimentos que as maiores produtividades foram obtidas quando o nitrogênio foi fracionado e aplicado na linha semeada, junto com fósforo e potássio, e em mais duas aplicações em cobertura. Outros trabalhos na literatura mostram algumas variações em relação a melhor época de aplicação, como relatado por Fageria & Baligar (2005) que avaliou a possibilidade de aplicar a metade do N na semeadura e a outra metade no estágio de perfilhamento, não encontrando viabilidade neste fracionamento.

A tabela 2, evidencia a superioridade de rendimento de grãos dos genótipos híbridos de arroz, com média de 12.499 kg ha⁻¹ para o XP 111 CL, 10.924 kg ha⁻¹ para o Avaxi CL, 10.851 ha⁻¹ para o XP 102 CL e 10.276 ha⁻¹ para o Inov CL, sendo significativos a rendimento de grãos em relação as cultivares convencionais.

Tabela 2. Valores médios para a variável produtividade de grãos (kg ha⁻¹) em genótipos de arroz irrigado, nas safras agrícolas 13/14 e 14/15, em função do fracionamento de nitrogênio: 100 (uma aplicação (100%) em solo seco com 15 DAE (dias após a emergência); 70+30 (duas aplicações (70% + 30%) sendo a primeira em solo seco com 15 DAE e a segunda na DPF (diferenciação do primórdio floral)); e 50+30+20 (três aplicações (50% + 30% + 20%) a primeira em solo seco com 15 DAE, a segunda na DPF e a terceira no final da floração). Itaquí, 2015.

Genótipos	Safra 13/14			Safra 14/15			Média
	100	70+30	50+30+20	100	70+30	50+30+20	
Avaxi CL	9463	9269	10028	12321	12637	11828	10924a
Guri Inta CL	7546	9976	8526	6828	7538	8899	8219b
Inov CL	9582	8395	9751	10275	12166	11487	10276a
Puita Inta CL	7599	8170	7602	6720	8923	7137	7692b
XP 102 CL	9233	10997	10478	9793	12765	11842	10851a
XP 111	12024	11769	12533	13305	13320	12046	12499a
Média	9241	9763	9820	9874	11225	10540	10077

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade de erro entre si.

As épocas de aplicação fracionada de N tanto do início do perfilhamento e no início ou no final da fase reprodutiva não contribuíram para um incremento no

rendimento de grãos, discordando com o estudo de Marzari et al. (2005), que a aplicação de N na fase vegetativa contribui para a formação de afilhos e, portanto, aumento no número de panículas, desta forma influenciando diretamente na produtividade de grãos. As maiores taxas de absorção de N encontram-se entre as fases de perfilhamento e início da fase reprodutiva, resultando em produtividade (SCIVITTARO & MACHADO, 2004). Fatores determinantes para exploração do máximo potencial produtivo do arroz e, garantia de resposta a aplicação de N, são: tipo de planta, condições climáticas, especialmente temperatura e radiação solar (MARCHEZAN, 2002).

A avaliação e quantificação do nitrogênio no solo disponível as plantas são muito complexas e difíceis para a cultura do arroz, pelo simples fato de todos os processos que ocorrem após o alagamento serem interligados (FAGERIA & STONE, 2003). Isto também ocorre para o estabelecimento da probabilidade de resposta da cultura à aplicação de fertilizantes nitrogenados, o que explica, em parte, os resultados de pesquisa com aplicação de N para o arroz, os quais são muito variáveis e não permitem conclusões definitivas, ou mesmo satisfatórias, para recomendar precisamente as quantidades de N para a cultura, como confirmado por este experimento onde o rendimento de grãos em relação as variáveis genótipos x fracionamento não foram significativas, oferecendo um alternativa para apenas uma aplicação de N 100% da dose recomendada em solo seco, proporcionando mais economia aos orizicultores.

Na tabela 3 fica evidenciado a superioridade dos genótipos híbridos na safra 14/15, devido à alta potencial genético produtivo. Cornélio et al. (2007) verificaram que em relação à produtividade de grãos de arroz, com doses (0, 40, 80, 120 e 160 kg ha⁻¹) em diferentes estádios fenológicos (início do perfilhamento e diferenciação do primórdio floral) de aplicação de N foram significativas, indicando a influência de ambos sobre essa característica. Segundo Kischel et al. (2011), que estudou a resposta de genótipos da mesma espécie mostram exigências nutricionais e estresses diferenciados, constatando diferenças principalmente em relação a eficiência na absorção de N em estudos com genótipos de arroz irrigado.

Foi verificada diferença entre a interação genótipo x safra, evidenciando que os genótipos apresentam comportamento diferenciado ao longo das safras. Destacando o desempenho do híbrido XP 111 CL na safra 13/14 superior as demais, já para a outra safra (14/15) todos os híbridos apresentaram maior produtividade de

grãos. Considerando o efeito da safra para interação genótipos híbridos apresentaram incrementos na produtividade na safra 14/15, ou seja, apresentam comportamento produtivo pelo ano de cultivo (safra), por outro lado, as cultivares convencionais apresentaram instabilidade no comportamento, tendo um decréscimo na produtividade.

Tabela 3. Médias para a variável produtividade de grãos (kg ha^{-1}) em genótipos de arroz irrigado em duas safras agrícolas 13/14 e 14/15. Itaqui, 2015.

Genótipos	Safra 2013/14	Safra 2014/15
Avaxi CL	9586 b B*	12262 a A
Guri Inta CL	8683 b A	7755 b A
Inov CL	9243 b B	11309 a A
Puitá Inta CL	7790 b A	7594 b A
XP 102 CL	10236 b A	11467 a A
XP 111 CL	12109 a A	12890 a A

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, e maiúsculas, na linha, não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade de erro entre si.

Pelo que diz respeito a resposta de genótipos a aplicação de N em cobertura, foi confirmada por Schoenfeld (2013), em trabalho relacionado a diferentes doses e fracionamento de N, constatou que a aplicação de nitrogênio em diferentes doses fracionada até três vezes, eleva rendimento de grãos, destacando o uso de nitrogênio para adubação de cobertura de genótipos arroz convencionais.

Em relação a aplicação de 100% da dose em solo seco, a eficiência da aplicação de N com posterior alagamento do solo ainda é pouco conhecida nas regiões produtoras do Rio Grande do Sul. Dessa forma, se faz necessária uma avaliação mais aprofundada dos processos de perda e aproveitamento do N pela cultura de arroz em função do tempo em que a uréia fica depositada em superfície antes da irrigação. Logo após as aplicações do N no estágio V3-V4, entrou-se com a água, e para a segunda época de aplicação, o método para determinar o ponto de algodão (diferenciação do primórdio floral) foi fazendo um corte com um canivete no sentido vertical em algumas plantas escolhidas ao acaso e assim verificando o estágio R o logo após realizada a aplicação, e para a terceira época foi verificando o final da floração.

A aplicação de N no início do perfilhamento influencia no número de afilhos por unidade de área e, conseqüentemente o número de panículas, já a aplicação no início da fase reprodutiva, o suprimento de N influencia o número de grãos por

panícula, diante disto é recomendado o parcelamento do N em cobertura nestes dois estádios fenológicos (SOSBAI, 2014). A utilização de doses, épocas de aplicação fracionadas ou não, podem aumentar significativamente a eficiência do uso dos fertilizantes nitrogenados e, conseqüentemente, a produtividade de culturas anuais, como o arroz (HERNANDES et al., 2010).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo principal deste trabalho foi analisar se diante das variações que existem em distintos anos agrícolas, poderiam nos dar uma resposta diferente da qual encontramos. Porém o resultado foi mais satisfatório, sendo uma alternativa de para a diminuição do custo da lavoura, com o nitrogênio podendo ser aplicado em apenas uma vez em solo seco 15 dias após a emergência das plântulas, pois não se obteve diferenças entre o fracionamento da aplicação de nitrogênio nos genótipos híbridos e cultivares convencionais.

Para a safra 2013/14, o genótipo XP 111 Cl, obteve a maior média entre os genótipos híbrido e cultivares convencionais, já na safra 2014/15 Os 4 genótipos híbridos obtiveram diferenças significativas em relação as cultivares convencionais em rendimento de grãos.

5 REFERÊNCIAS

- ALCOCHETE, A. A. N. **Diversidade genética e mapeamento de qtls do sistema gênico de macho-esterilidade termosensível (tgms) do genoma de arroz (*Oryza sativa* L.)**. Tese – Universidade de Brasília, Brasília 145 p., 2005.
- ANGHINONI, I. Adubação nitrogenada nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. In: SANTANA, M.B.M. **Adubação nitrogenada no Brasil**. Ilhéus: CEPLAC/SBCS, Cap. I. p.1-18, 1986.
- BRANDÃO, S.S. **Cultura do arroz**. Viçosa, UFV, 1974. 194p.
- BREDEMEIER, C.; MUNDSTOCK, C.M. Regulação da absorção e assimilação do nitrogênio nas plantas. **Ciência rural** v.30 no.2 Santa Maria Mar./Apr. 2000.
- CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H.; BARROS, M. F. de; FONTES, R. L.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. Fertilidade do Solo. Viçosa, MG: **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, p.82-87. 2007.
- CONAB – Companhia Nacional do Abastecimento. **Indicadores/Safras**. Disponível em <<http://www.conab.gov.br>> Acesso em 17 de abril de 2015.
- CORNÉLIO, V.M. de O.; REIS, M. de S.; SOARES, A. A.; SOARES, P.C.; OLIVEIRA, J.A. Efeito de doses e épocas de aplicação de nitrogênio na incidência de doenças, produção e qualidade sanitária das sementes de arroz. **Ciência agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 1, p. 47-52, jan./fev., 2007.
- CRUZ, C. D. **Programa Genes – Estatística Experimental e Matrizes**. Disponível para download em: <http://www.ufv.br/dbg/genes/Genes_EUA.htm>. Acesso em: 30/07/2015.
- DEANNE-DRUMMOND, C.E; GLAS, A.D.M. *Short-term studies of nitrate uptake into barley plants using ion-specific and Cl_3* . II. Regulation of NO_3^- efflux by NH_4^+ . **Plant physiology**, Dordrecht, v73, p. 105-110, 1983.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISAS AGROPECUÁRIAS (EMBRAPA). **Origem e História do Arroz. 2010**. Disponível em: <<http://www.cnpaf.embrapa.br/arroz/historia.htm>>. Acesso em: 28 de jun. 2015.
- FAGERIA, N.K.; BARBOSA FILHO, M.P. Avaliação preliminar de cultivares de arroz irrigado para a maior eficiência de utilização de nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.17, p.1709-1712, 1982.
- FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C. *Enhancing nitrogen use efficiency in crop plants*. **Advances in Agronomy**, New York, v. 88, n. 1, p. 97-185, 2005.
- FAGERIA, N. K.; SANTOS, A. B. dos; CUTRIM, V. dos. Produtividade de arroz irrigado e eficiência de uso do nitrogênio influenciados pela fertilização nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 42, n. 7, p. 1029-1034, jul. 2007.

FAGERIA, N.K.; STONE, L.F. Manejo do Nitrogênio. In: FAGERIA, N.K.; STONE, L.F.; SANTOS, A.B. dos. **Manejo da Fertilidade do Solo para o Arroz Irrigado**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, p.51-94, 2003.

FAGERIA, N. K.; WILCOX, G. E. Influência de nitrogênio e fósforo no crescimento do arroz. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v. 30, n. 301, p.24-28, 1977.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Statistical database**. Disponível em:< <https://www.fao.org.br/publicacoes.asp>>. Acesso em: 15 junho. 2015.

FU, J. YANG, J. Research advantages in high-yielding cultivation and physiology of superrice. **Rice Science**. Beijing, v. 19, no. 3, p. 177-184, 2012.

GULARTE, M. A.; SARAIVA, C. T.; ELIAS, M.C.; MENEGHETTI, V. L.; OLIVEIRA, L. C.; LUZZARDI, R. G. **Caracterização tecnológica e de consumo do híbrido Avaxi**. II simpósio Sul-Brasileiro de Qualidade de Arroz, 2005, Pelotas. II Simpósio Sul-Brasileiro de Qualidade de Arroz. Pelotas. Egraf UFPel, v. 1. p. 471-478, 2005.

HERNANDES, A., BUZETTI, S., ANDREOTTI, M., ARF, O., SA, M.E. Doses, fontes e épocas de aplicação de nitrogênio em cultivares de arroz. **Ciencia agrotecnica**, Lavras, v. 34, p. 307-312, 2010.

IRGA. Instituto Rio Grandense do Arroz. **Dados de safra – Área, produção e produtividade**. Disponível em: <http://www.irga.rs.gov.br/uploads/anexos/1329418135Area_Producao_e_Produtividade.pdf>. Acesso em: 27 de junho. 2015.

KISCHEL, E.; FIDELIS, R.R.; SANTOS, M.M. dos; BRANDÃO, D.R.; CANCELLIER, E.L.; NASCIMENTO, I.R. Efeito do nitrogênio em genótipos de arroz cultivados em várzea úmida do Estado do Tocantins. **Revista Ceres**, Viçosa, v.58, n.1, p.84-89, 2011.

LOPES, S.I.G. et al. Avaliação do ganho genético do programa de melhoramento do IRGA no período de 1961 a 2004. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, v.2, Santa Maria, **Anais**. RS. Santa Maria: Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado, V.1, 567p. p.67-69, 2005.

LOPES, S. I. G. **Eficiência da adubação potássica e distribuição radicular do arroz irrigado**. 1991. 96 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1991.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres Ltda., 638 p., 2006.

MAPA/ Agrofit, 2014. **Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários**, Disponível em:< http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>Coordenação-Geral de Agrotóxicos e Afins. Acesso em 15 fevereiro, 2015.

MARCHEZAN, E. **Aspectos práticos e desafios para altas produtividades na lavoura de arroz irrigado**. In: Arroz irrigado, uso intensivo e sustentável de várzeas. Santa Maria: Aldeia Norte, p.5-18, 2002.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. 3 ed. Bern: International Potash Institute, p. 295-318, 1982.

MIRANDA, S. H. G.; SILVA, G. S.; BRAGHETTA, M. A.; ESPÓSITO, H. O. M. A cadeia agroindustrial orizícola do Rio Grande do Sul. **Análise Econômica**, v. 27, n. 52, p. 75-96, 2009.

RATHER, A.G.; ZARGAR M.A.; SHEIKH F.A..Genetic divergence in rice (*Oryza sativa* L.) under temperate conditions. **Indian Journal Agriculture Science**. Indian, v. 71: p. 344-345, 2001.

RICETEC, 2011 - RiceTec Sementes Ltda – **Manejo de Híbrido**. RiceTec na América Latina - 2011 – Disponível:<<http://www.ricetec.com.br/america>>. Acesso em 17 de abril, 2015.

RICETEC, 2007 - RiceTec Sementes Ltda – **Características Industriais dos Grãos Híbridos de Arroz RiceTec no Brasil**. RiceTec na América Latina - 2007 – Disponível:< http://www.ricetec.com.br/comum/arquivos/3/Handbook_2010_c3.pdf>. Acesso em 11 de abril, 2015.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de OLIVEIRA, J. B. de; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. (Ed.). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.

SCHOENFELD, R. et al., **Produtividade do arroz irrigado e eficiência da adubação nitrogenada influenciadas pela dose e pelo fracionamento da aplicação**. In: VIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 2013, Santa Maria, RS. Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado. Anais V.2, 1673p. p.782-785, 2013.

SCIVITTARO, W. B.; MACHADO, M. O. Adubação e calagem para a cultura do arroz irrigado. In: GOMES, A. da S.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. M. de. (Ed.). **Arroz irrigado no Sul do Brasil**. Brasília, DF: **Embrapa Informação Tecnológica**; Pelotas, RS: Embrapa Clima Temperado, p. 259-303, 2004.

SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO (SOSBAI). **Arroz Irrigado: Recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Santa Maria: SOSBAI, 2014, 189 p.

SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. Brasília: Embrapa, ed.2, 416 p., 2004.

STRECK, E.V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R.S.D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P.C.; SCHNEIDER, P.; GIASSON, E. & PINTO, L.F.S. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2.ed. Porto Alegre, EMATER/RS-ASCAR, 222 p., 2008.

- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 848 p., 2009.
- VAHL, L.C. Fertilidade de solos de várzea. In: GOMES, A. da S.; PAULETTO, E.A. (Ed.). **Manejo de solo e da água em áreas de várzeas**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, p.119-162, 1999.
- WALTER, M.; MARCHEZAN, E.; AVILA, L. A. Arroz: composição e características nutricionais. Santa Maria: **Ciência Rural**, v.38, n.4, p.1184-1192, jul. 2008.
- WREGGE, M. S.; STEINMETZ, S.; REISSER JUNIOR, C.; ALMEIDA, I. R. de. (Ed.). **Atlas climático da Região Sul do Brasil**: Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Pelotas: Embrapa Clima Temperado; Colombo: Embrapa Florestas, 333 p, 2011.
- YOUNG, J. B.; VIRMANI, S. S. Heterosis in rice over environments. **Euphytica, Netherlands**, v. 51, p. 87-93, 1990.