

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA

FLÁVIO JOSÉ CAIXETA JÚNIOR

**FERTILIZANTES NITROGENADOS COM DIFERENTES FONTES DE
POLÍMEROS NA CULTURA DO ARROZ**

UBERLÂNDIA

2021

FLÁVIO JOSÉ CAIXETA JÚNIOR

**FERTILIZANTES NITROGENADOS COM DIFERENTES FONTES DE
POLÍMEROS NA CULTURA DO ARROZ**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Agronomia, da Universidade Federal de Uberlândia, para obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Hamilton Kikuti

UBERLÂNDIA

2021

FLÁVIO JOSÉ CAIXETA JÚNIOR

**FERTILIZANTES NITROGENADOS COM DIFERENTES FONTES DE
POLÍMEROS NA CULTURA DO ARROZ**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao curso de Agronomia, da
Universidade Federal de Uberlândia, para
obtenção do grau de Engenheiro
Agrônomo.

Aprovado pela Banca Examinadora em 15/06/2021

Eng. Agr. Msc. Daniel Bonifacio Oliveira Cardoso

Eng. Agr. Athos Gabriel Gonçalves Nascimento

Orientador: _____

Prof. Dr. Hamilton Kikuti

RESUMO

CAIXETA JÚNIOR, FLÁVIO JOSÉ. **Fertilizantes nitrogenados com diferentes fontes de polímeros na cultura do arroz.** TCC - Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Uberlândia – UFU, Instituto de Ciências Agrárias – ICIAG, Graduação em Agronomia, Uberlândia, MG. Junho de 2021.

O arroz (*Oryza sativa* L.) é o alimento mais importante para a segurança alimentar para a população mundial (energia alimentar). Para uma adequada produtividade de qualquer cultura, a correta adubação, principalmente, a nitrogenada assume um papel fundamental, com destaque especial para seu revestimento com polímeros de derivados orgânicos. Objetivou-se avaliar o comportamento de arroz em laboratório (testes de germinação e vigor) e em condições de casa de vegetação (desenvolvimento e produtividade) em função de adubos nitrogenados simples, revestidos/peletizados comerciais e não comerciais (polímeros de derivados celulósicos orgânicos desenvolvidos na UFU, Campus Pontal). Foi utilizado o delineamento experimental em blocos casualizados, em esquema fatorial 5 x 5, envolvendo cinco produtos nitrogenados (S – ureia, P – ureia com polímero comercial, M – ureia com micros comercial, I – ureia com metil celulose comercial e T – ureia com metil celulose a partir de material orgânico) e seis doses iniciais (0%; 0,02%; 0,03%; 0,04%; 0,05%; 0,06% de nitrogênio), com quatro repetições. Em casa de vegetação utilizaram-se doses com 50% e 100% da recomendação para a cultura dos cinco tipos de produtos, na fase final da cultura foi avaliada altura média de plantas, massa fresca e seca de plantas úteis e perfilhos, produtividade de grãos, produtividade de grãos por panícula e teor de água dos grãos. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variâncias e aplicado o teste de comparação de médias. O vigor e a germinação de sementes de arroz são influenciados pelas doses de produtos nitrogenados simples, revestidos existentes no mercado e outros não comerciais com polímeros de derivados celulósicos. A germinação das sementes de arroz é influenciada pelos produtos nitrogenados simples, revestidos existentes no mercado e outros não comerciais com polímeros de derivados celulósicos. A produção de biomassa e rendimento de grãos são influenciados pelas doses e produtos nitrogenados simples, revestidos existentes no mercado e outros não comerciais com polímeros de derivados celulósicos.

Palavras-chave: *Oriza sativa* L., adubos nitrogenados, germinação, rendimento de grãos.

ABSTRACT

CAIXETA JÚNIOR, FLÁVIO JOSÉ. **Nitrogen fertilizers with different polymer sources in rice crops.** TCC - Course Conclusion Paper, Federal University of Uberlândia - UFU, Institute of Agricultural Sciences - ICIAG, Graduate Course in Agronomy, Uberlândia, MG. June, 2021.

Rice (*Oryza sativa L.*) is the most important food for food security for the world population (food energy). For an adequate productivity of any crop, a correct fertilization, especially the ones with nitrogen, assumes a fundamental role, with special emphasis on its coating with polymers of organic derivatives. The aim of this study was to evaluate the behavior of rice in the laboratory (germination and vigor tests) and under greenhouse conditions (development and productivity) as a function of simple nitrogenous, coated/pelleted fertilizers commercial and non-commercial (cellulosic derivatives polymers developed at UFU, Pontal Campus). A randomized block experimental design, in a 5 x 5 meters factorial scheme, was used, involving five nitrogenous products (S - urea, P - urea with commercial polymer, M - urea with commercial micros, I - urea with commercial methyl cellulose and T - urea with methyl cellulose from organic material) and six initial doses (0%; 0.02%; 0.03%; 0.04%; 0.05%; 0.06% nitrogen), with four replications. In the greenhouse, doses with 50% and 100% of the recommendation were used for the cultivation of the five types of products, in the final stage of the culture were evaluated these points: average plant height, fresh and dry mass of useful plants and profiles, grain yield, grain yield per panicle and grain moisture content. The results obtained were put through analysis of variances and the mean comparison test was applied. The vigor and germination of rice seeds are influenced by the doses of simple nitrogen products, coated on the market and other non-commercial products with cellulosic derivatives. Biomass production and grain yield are influenced by doses and simple nitrogen products, coated on the market and other non-commercial products with cellulosic derivatives.

Keywords: *Oriza sativa L.*, nitrogen fertilizers, germination, grain yield.

LISTA DE TABELAS

- TABELA 1** - Resumo da análise de variância da porcentagem de germinação da cv. IAC-201 aos 5 e 14 dias em função de produtos nitrogenado e doses.**9**
- TABELA 2** - Resultado da porcentagem da germinação de sementes de arroz cv. IAC 201 em função dos produtos nitrogenados, considerando as médias das doses de N aos 14 DAS.**11**
- TABELA 3** - Resumo do quadro da análise de variância com as respectivas significâncias para as características Massa da planta útil fresca (M.F.P.U), Massa da planta útil seca (M.S.P.U), Massa dos perfilhos frescos (M.F.PERF), Massa dos perfilhos secos (M.S.PERF), altura da planta, produtividade (PROD), grão fresco (G. FRESCO) e grão seco (G. SECO).**13**
- TABELA 4** - Médias relativas à interação entre os produtos Ureia (U), Ureia com Polímero Comercial (UPC), Ureia com Micronutrientes (UMN), Ureia com Metil Celulose (UMC), e Ureia com Metil Celulose a partir de Material Orgânico (UMCMO) e as doses de 50% e 100% de nitrogênio para Massa Fresca de Plata (g), Massa Seca de Planta (g). Uberlândia, 2021,**14**
- TABELA 5** - Médias relativas à interação entre os produtos Ureia (U), Ureia com Polímero Comercial (UPC), Ureia com Micronutrientes (UMN), Ureia com Metil Celulose (UMC), e Ureia com Metil Celulose a partir de Material Orgânico (UMCMO) e as doses de 50% e 100% de nitrogênio para Massa Fresca de Perfilhos (g), Massa Seca de Perfilhos (g), Uberlândia, 2021.**14**
- TABELA 6** - Médias relativas à interação entre os produtos Ureia (U), Ureia com Polímero Comercial (UPC), Ureia com Micronutrientes (UMN), Ureia com Metil Celulose (UMC), e Ureia com Metil Celulose a partir de Material Orgânico (UMCMO) e as doses de 50% e 100% de nitrogênio para Altura (cm), Produtividade (kg ha⁻¹). Uberlândia, 2021.**16**
- TABELA 7** - Médias relativas à interação entre os produtos Ureia (U), Ureia com Polímero Comercial (UPC), Ureia com Micronutrientes (UMN), Ureia com Metil Celulose (UMC), e Ureia com Metil Celulose a partir de Material Orgânico (UMCMO) e as doses de 50% e 100% de nitrogênio para Massa de Grão Fresco (g) e Massa de Grão Seco (g), Uberlândia, 2021.**17**

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
2	REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1	Aspectos gerais e importância da cultura do arroz.	3
2.2	Cultivar IAC 201.	3
2.3	Adubos Nitrogenados.	4
2.4	Adubos Nitrogenados com Liberação Controlada.....	5
2.4.1	Adubos Nitrogenados revestidos com Polímeros de Derivados Celulósicos..	5
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	6
3.1	Análise em Laboratório (Germinação e Vigor)	6
3.2	Experimento em Casa de Vegetação	7
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	9
4.1	Análise em Laboratório	9
4.1.1	Germinação.....	9
4.2	Casa de Vegetação	13
5	CONCLUSÕES	19
	REFERÊNCIAS	20

1 INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.) é um cereal de grande importância econômica e social e visto que esse grão faz parte da alimentação diária de mais da metade da população mundial (FAO, 2004). É cultivada nos cinco continentes, sendo a Ásia a principal produtora com mais de 90% da produção mundial, em seguida as Américas em torno de 5% e o restante dividido entre África, Europa e Oceania (BORÉM; NAKANO, 2015).

Os maiores consumidores deste cereal também estão localizados em países asiáticos, isso se explica pelo costume cultural e pelos padrões socioeconômicos. O Brasil, atualmente se encontra em nono lugar em produção mundial, porém é ofertada basicamente para abastecimento interno do país (CONAB, 2017).

A rizicultura pode ser instalada no campo de duas formas, inundado ou sequeiro, comumente chamado de terras altas. O Brasil se destaca na produção em terras altas onde maioria está instalada na região do cerrado cujos solos têm características de baixa disponibilidade nutricional (EMBRAPA, 2003).

Devido à necessidade de estar produzindo cada vez mais em uma área relativamente pequena, em função, principalmente, da saída do homem do campo e do aumento da população mundial, houve a necessidade de aumento de investimentos em tecnologia no campo, onde as diferenças de produtividade do trabalho e da terra, entre agricultores e regiões, podem ser reduzidas pela maior difusão do conhecimento tecnológico entre os agricultores tradicionais (SAATH, 2018).

Para uma adequada produtividade de qualquer cultura, a disponibilidade de nutrientes para as plantas assume um papel fundamental, com destaque especial para uma correta adubação, principalmente quando se trata de uma região cuja acidez e a baixa fertilidade são predominantes, como o que ocorre com os solos de cerrado. Dentre os nutrientes essenciais, o maior destaque deve ser direcionado para o Nitrogênio (N), seja pela alta exigência das plantas ou pelas consideráveis perdas por lixiviação ou volatilização (REETZ, 2017).

O nitrogênio é responsável pelo aumento da área foliar da planta, o que aumenta a eficiência de interceptação da radiação solar e a taxa fotossintética, e dos componentes da produtividade e, conseqüentemente, da produtividade de grãos. A cultura de arroz geralmente responde à aplicação de nitrogênio, se outros fatores da produção não forem limitantes (FIDELIS, 2012).

As principais razões da deficiência deste nutriente no solo são devidas suas perdas, por vários processos como, lixiviação, volatilização e desnitrificação. As perdas de N utilizado em cobertura podem chegar a 78 % do N aplicado (LARA CABEZAS et al., 1997). Dessa forma, existem alternativas associadas ao manejo do fertilizante que podem minimizar as perdas por volatilização de amônia. Neste sentido, os inibidores de urease têm se destacado como estratégia bastante promissora (WATSON, 2000).

Segundo Lanna et al. (2010), a enzima urease (ureia amido-hidrolase - EC 3.5.1.5) encontrada em restos vegetais e produzida por bactérias, actinomicetos e fungos de solo é responsável por catalisar a hidrólise da ureia em dióxido de carbono (CO₂) e amônia (NH₃), sendo o principal produto da reação, disponibilizados para o ambiente (KANDELER; GERBER, 1988).

Os inibidores de urease são compostos que, quando adicionados à ureia, diminuem a atividade da urease, retardando a hidrólise do fertilizante. Em decorrência, há mais tempo para que a ureia se difunda do local de aplicação, por ação da chuva ou da água de irrigação, reduzindo a volatilização de amônia (AGROTAIN, 2001). De forma geral, recomenda-se a utilização de nitrogênio principalmente em lavouras com alto potencial produtivo, sob condições de solo e/ou de cultivo favoráveis à volatilização de amônia e na ocorrência de baixa probabilidade de incorporação da ureia ao solo por ação da água (WATSON, 2000).

As principais características exigidas para o uso de inibidores de urease são: eficiência sob baixa concentração, não toxicidade, estabilidade, compatibilidade e especificidade à ureia e baixo custo (SCIVITTARO, 2006). Entre as inovações da agricultura merece destaque a utilização de revestimento de adubos nitrogenados, com a finalidade de redução de perdas durante o ciclo da cultura, os produtos comerciais apresentam características que merecem ser avaliadas com atenção durante todo o ciclo da planta (SCHMIDT, 2017).

Objetivou-se avançar os estudos com a avaliação do comportamento de arroz, cultivar IAC 201, em laboratório e em condições de casa de vegetação em função de adubos nitrogenados simples, revestidos/peletizados comerciais e não comerciais.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Aspectos gerais e importância da cultura do arroz.

O gênero *Oryza* pertence à família Poaceae com cerca de 23 espécies descritas atualmente, distribuídas entre América Central e Sul, África, Oceania e Ásia. A principal espécie de arroz cultivada globalmente é a *Oryza sativa* L. (BELÓ, 2001).

Segundo a FAO (2004), o arroz é considerado um dos principais cereais produzidos no mundo, devido sua importância socioeconômica, sendo fonte de alimento básico para mais da metade da população mundial. No Brasil, constitui-se um componente diário na dieta brasileira, assumindo grande importância em assegurar a oferta para as classes mais carentes da população, que geralmente tem o arroz como um alimento essencial.

É consumido principalmente na forma de grão, possuindo alta concentração de amido, proteínas, vitaminas e minerais e baixo teor de lipídios. A rizicultura brasileira é responsável pelo abastecimento do consumo interno, que se manteve estável durante os últimos anos. No ano agrícola de 2020/21 o país teve produção de 10,935 mil t, impulsionada pelos ganhos em área cultivada, alcançando nesta safra cerca de 1.704,9 mil hectares e produtividade de 6.414 kg ha⁻¹ (CONAB, 2021).

Atualmente, o Brasil se encontra entre os maiores produtores mundiais, porém, é o primeiro em área colhida e produção dentre os países do Mercosul com produção de 12,2 milhões de toneladas. Os principais produtores de arroz estão localizados na região sul, sendo o principal o Rio Grande do Sul (RS) com cerca de 75,05% da produção nacional, seguido por Santa Catarina (SC) com 10,8%, Tocantins (TO) 6,43% e Mato Grosso (MT) com aproximadamente 3,845 (CONAB, 2021).

2.2 Cultivar IAC 201.

Desenvolvida pelo Instituto Agronômico de Campinas, a cultivar IAC 201 é uma semente de arroz tipo agulhinha para o sistema sequeiro de ciclo precoce. É portadora de boas características agronômicas como bom tipo, qualidade e rendimento de grãos inteiros no beneficiamento fizeram que fosse bem aceita pelo mercado, segundo o Centro de Análise e Pesquisa Tecnológica do Agronegócio de Grãos e Fibras (MARTINS, 2021).

O grão do IAC 201 possui características semelhantes às dos cultivares de arroz irrigado por inundação, preferidos pelos consumidores brasileiros. São longas finas (agulhinha), translúcidas, com alto rendimento de grãos e excelente qualidade culinária, por apresentar um teor de amilose em torno de 24% e baixa temperatura de gelatinização (MARTINS, 2021).

2.3 Adubos Nitrogenados.

Dentre os macronutrientes essenciais para o desenvolvimento da cultura, o nitrogênio se destaca, pois está presente em todos os processos metabólicos e é o responsável pelo aumento da área foliar das plantas, portanto, da taxa fotossintética. Para suprir a necessidade da cultura, são utilizados adubos nitrogenados, que por sua vez possui formas e técnicas de utilização corretas, a fim de diminuir as perdas por lixiviação, volatilização e desnitrificação e disponibilizá-las para as plantas, portanto, elevando a eficiência nutricional (BORÉM, NAKANO; 2015).

Segundo Fageria (1998), eficiência nutricional corresponde à relação entre insumos aplicados e a produção obtida, ou seja, a quantidade de grãos ou matéria seca por unidade de adubo aplicado. Isso é de grande importância para a agricultura devido aos custos dos produtos utilizados para suplementar a nutrição da lavoura e também por influenciar na produtividade da área.

Segundo GUELFY (2017), os fertilizantes nitrogenados podem ser divididos em quatro grupos: convencionais, estabilizados, liberação lenta e liberação controlada. Os convencionais são conhecidos como ureia, nitrato de amônio, sulfato de amônio, entre outros. Adubo nitrogenado estabilizado é aquele no qual tratam a ureia com aditivos para a estabilização do nitrogênio. Fertilizantes de liberação lenta ou quimicamente modificados são feitos através da condensação da ureia com aldeídos e fertilizantes nitrogenados com liberação controlada são utilizados grânulos convencionais e revestidos para que sirva de barreira física para a liberação do N para a cultura.

2.4 Adubos Nitrogenados com Liberação Controlada

São fertilizantes convencionais que após o processo de granulação têm-se os grânulos revestidos por materiais que irão diminuir a velocidade de solubilização do nitrogênio com o solo (TRENKEL, 1997). Essa classe de adubos é dividida em três categorias: revestidos com enxofre elementar, revestidos com enxofre elementar e polímeros e fertilizantes revestidos apenas com polímeros (GUELFY, 2017).

Segundo Varadachari e Goertz (2010), esses polímeros utilizados no revestimento do fertilizante possuem microporos que são responsáveis pela liberação lenta do nutriente. Todos os fertilizantes encapsulados com polímeros são projetados com três fatores críticos: seleção do fertilizante, seleção do polímero de revestimento e seleção da técnica de aplicação. É necessário atentar que essa membrana não pode ser afetada por fatores como o valor do pH, temperatura, ação de microrganismos, textura e salinidade do solo, entre outros (TRENKEL, 1997).

2.4.1 Adubos Nitrogenados revestidos com Polímeros de Derivados Celulósicos

Os polímeros que serão empregados são derivados celulósicos gerados a partir de fontes alternativas e abundantes de celulose produzidos a partir da celulose extraída da palha de milho, do tegumento do caroço de manga ou do bagaço da cana-de-açúcar desenvolvidos pela UFU, campus Pontal.

A avaliação dos processos de produção e processamento dos polímeros (matrizes poliméricas biodegradáveis derivadas de celulose, como a celulose micro cristalina, a carboximetil celulose, a metil celulose e o acetato de celulose), bem como sua incorporação nos adubos nitrogenados está sendo realizada no Campus de Monte Carmelo, em projeto paralelo.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Análise em Laboratório (Germinação e Vigor)

Esta etapa foi conduzida no laboratório de Análise de Sementes localizado no campus Umuarama, na Universidade Federal de Uberlândia. A cultivar utilizada foi o arroz agulhinha-de-sequeiro de ciclo precoce IAC 201. Realizou-se testes de germinação em rolo de papel, estes foram instalados com quatro repetições de 50 sementes por tratamento, umedecidos com água deionizada, na proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco e posteriormente foram diluídas nesta quantidade de água as concentrações dos adubos nitrogenados.

Foram utilizadas as doses de 0%; 0,02%; 0,03%; 0,04%; 0,05%; 0,06% de nitrogênio dos cinco adubos nitrogenados: Ureia (U), Ureia com Polímero Comercial (UPC), Ureia com Micronutrientes (UMN), Ureia com Metil Celulose (UMC), e Ureia com Metil Celulose a partir de Material Orgânico (UMCMO) e seis doses de adubos nitrogenados que foram definidas em função do resultado do pré-teste de germinação.

Na condução do pré-teste de germinação, foi utilizado para envolver os conjuntos de rolos de papel com as sementes, sacos plásticos de polietileno transparente. Cada saco plástico acondicionou quatro rolos de papel com sementes, contendo cada rolo de papel 50 sementes, sendo usado um saco plástico para cada tratamento e posteriormente será armazenada no germinador a temperatura entre 20° e 30° para o arroz (BRASIL, 2009).

As contagens foram feitas aos 5 dias e depois aos 14 dias após a realização da semeadura para a cultivar de arroz IAC 201, contabilizando-se, na contagem final a porcentagem de plântulas normais, anormais e sementes mortas (BRASIL, 2009).

O delineamento experimental empregado foi o delineamento em blocos casualizados, com cinco adubos nitrogenados, seis doses de adubos nitrogenados e quatro repetições. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variâncias, utilizando o teste F.

3.2 Experimento em Casa de Vegetação

Utilizando a cultivar IAC 201, o trabalho foi conduzido em vasos plásticos em casa de vegetação, localizada no Campus Umuarama, em Uberlândia, em área da Universidade Federal de Uberlândia, sendo utilizado o delineamento experimental de blocos casualizados, envolvendo os adubos nitrogenados potenciais e as concentrações de derivados celulósicos e duas doses de nitrogênio em cobertura sobre a superfície do solo (50 e 100% da recomendação) e cinco repetições.

Cada unidade experimental foi composta por um vaso com 5 dm³ de terra peneirada, retirada da área de produção agrícola da UFU, de uma camada de 0-20 cm, material que foi peneirado, homogeneizado e amostrado (amostra para análise química de disponibilidade de nutrientes) para posterior preenchimento dos vasos destinados a receber as adubações e sementes de arroz.

A adubação de base realizada por ocasião da semeadura foi de acordo com o resultado da análise de solo, sendo utilizado o superfosfato triplo (50% de P₂O₅), cloreto de potássio (60% de K₂O) e ureia comum (45% de N). A adubação de cobertura foi parcelada em duas etapas sendo a primeira aos 37 dias após a semeadura (DAS) e a segunda no pleno perfilhamento 101 DAS, utilizando os adubos nitrogenados e suas respectivas doses.

O controle da quantidade de água a ser utilizada foi realizado com base em 60% da capacidade de campo do solo, previamente calculada em laboratório e controlada com auxílio de balança digital para avaliação da massa dos vasos (amostra de três vasos por repetição). Cada vaso foi identificado e recebeu a quantidade específica de adubo, para posterior semeadura. Em cada vaso foram colocadas para germinar 20 sementes, sendo sua distribuição nos recipientes realizada de forma homogênea.

A semeadura foi realizada no dia 01/05/2018 e aos 37 DAS, foi realizado-se o desbaste para obtenção da população de plantas de seis plantas em cada vaso. Também foram realizadas inspeções periódicas para acompanhar a cultura, realizando o manejo de plantas daninhas, pragas e doenças, quando necessário. A doença fúngica identificada (*Gerlach oryzae*) foi controlada com uso de Unizeb Gold® (mancozebe) e quanto a praga foi utilizado Actara® (tiametoxam) para controle de pulgão (*Rhopalosiphum graminum*).

Na etapa final, foram realizadas as coletas manuais das plantas para as avaliações de altura média de plantas, massa de plantas fresca e seca, produtividade de grãos, produtividade de grãos por panícula e teor de água dos grãos.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variâncias, utilizando o teste F e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey. Ambos os testes foram realizados ao nível de 0,05 de significância com o auxílio do programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2011).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise em Laboratório

4.1.1 Germinação

Segundo os resultados da análise de variância (ANAVA) referente aos dados da germinação, aos 5 dias, apenas as doses foram significativas a 5% pelo teste F (Tabela 1). Em contrapartida, a germinação final aos 14 dias os efeitos de produtos e doses foram significativos, a 1% e 5% de significância, respectivamente. O coeficiente de variação (CV), para as características analisadas oscilou de 8,75% a 10% para germinação aos 14 e 5 dias respectivamente, valores considerados aceitáveis.

Tabela 1. Resumo da análise de variância da porcentagem de germinação da cv. IAC-201 aos 5 e 14 dias em função de produtos nitrogenado e doses.

ANAVA	GL	GERMINAÇÃO 5 DIAS	GERMINAÇÃO 14 DIAS
		QM	
Produtos (P)	4	131,0333 ^{ns}	121,4167**
Doses (D)	5	227,2600*	536,8333*
P x D	20	61,3933	44,5167
CV (%)		10	8,75
MÉDIA		73,15	77,08

^{ns} Não significativo. ** e * significativo a 1% e 5% pelo teste F.

A germinação de sementes de arroz traduziu-se em uma regressão linear negativa com o incremento de doses de nitrogênio, ocorrendo o decréscimo na germinação na ordem de 1,5% a cada 0,01% de nitrogênio acrescentado para os 5 dias (Figura 1). De acordo com a equação em que se traduziram os dados, a máxima germinação ocorre com a concentração controle (0%), além de revelar uma redução marcante, quando utilizada a concentração de 0,06% de nitrogênio.

Observando os valores apresentados na Figura 1A, a máxima germinação de sementes de arroz aos 5 dias foi de 73,5%, obtida com o uso de 0,02% de nitrogênio. Em termos percentuais, emprego de 0,02% de nitrogênio proporcionou um decréscimo de 3,85% na germinação quando comparada aos valores relativos do tratamento controle (0% de concentração de nitrogênio).

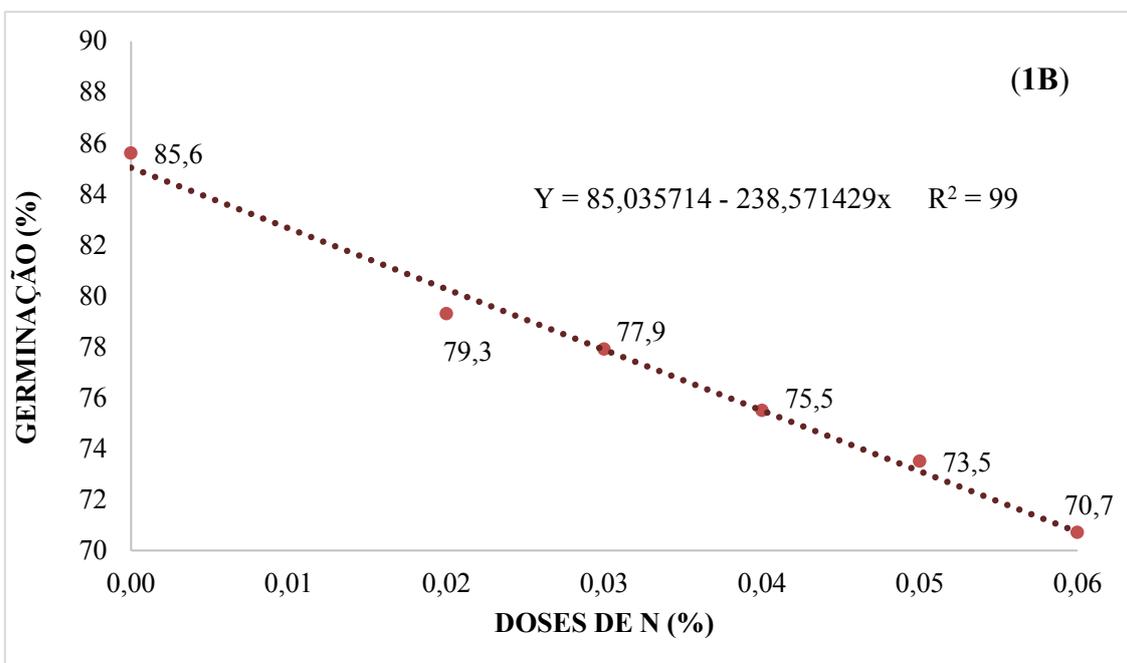
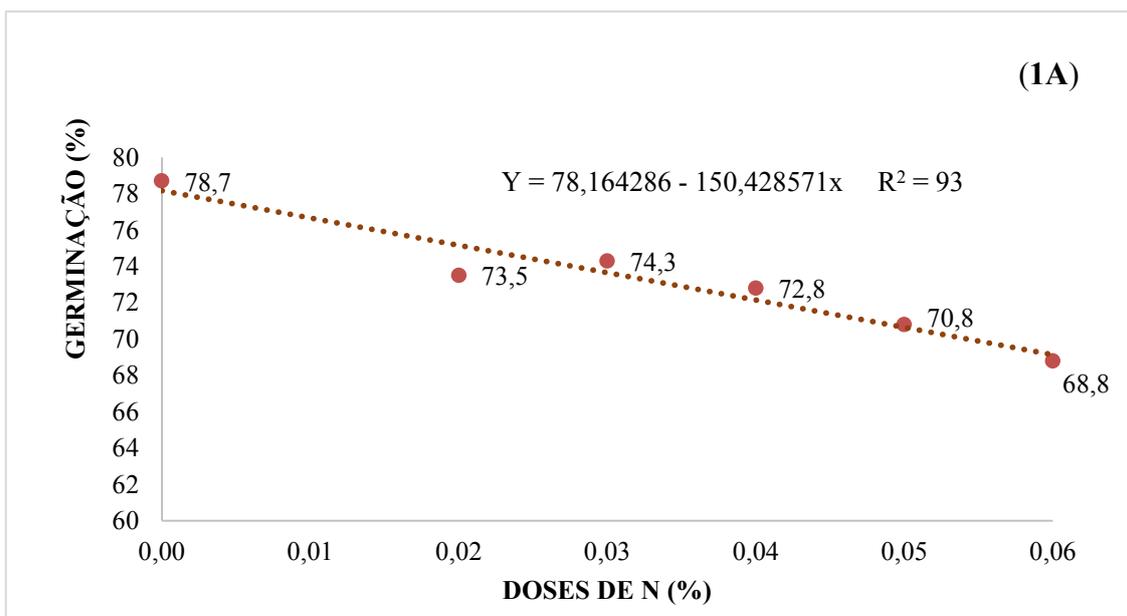


Figura 1A e 1B. Germinação de sementes de arroz (*Oriza sativa*), função das concentrações de 0; 0,02; 0,03; 0,04; 0,05; 0,06% de nitrogênio aos (1A) 5 dias após a semeadura (DAS) e (1B) aos 14 dias após a semeadura no Laboratório de Análises de Sementes – UFU,

As doses de nitrogênio afetaram significativamente a germinação das sementes de arroz avaliadas aos 14 DAS (Figura 1B), os resultados obtidos revelam que a máxima germinação ocorreu com a dose de 0% de nitrogênio.

Observando ainda os dados a partir da Figura 1A, o tratamento onde foi utilizado 0,06% de concentração de nitrogênio proporcionou uma germinação de 70,7%, está média quando comparada com a de maior porcentagem de germinação, revela uma redução de aproximadamente 17,4% de plantas germinadas, sendo justificado pelo efeito salino.

Semelhante aos resultados obtidos por Diniz (1979); Soares (1985); Assunção (1990) e Schmidt (2017b), que demonstraram a redução na porcentagem de geminação de plantas, revelando um aumento na ocorrência de plantas anormais germinadas, pelos efeitos da salinização com o aumento da concentração de nitrogênio.

Schmidt e Vieira Filho (2017a) estudando os níveis de tolerância de cultivares de arroz irrigado à salinidade da água de irrigação, na fase vegetativa, concluíram que a salinização a partir da sementeira provoca estresse salino severo, devida a redução da condutância estomática de água e CO₂, reduzindo também a taxa de crescimento e respiração das plantas de arroz, uma vez que são mais sensíveis à salinidade quando este processo se inicia no estágio de emergência da plântula, corroborando com os resultados obtidos.

Em contrapartida, Marzari et al. (2007) não verificaram influência das doses de nitrogênio sobre a germinação de plantas de arroz, e Silva (2009) não verificou diferença significativa para fontes e épocas de aplicação dos fertilizantes para vigor das sementes de trigo quanto ao índice de velocidade de germinação.

Apresentados na Tabela 2, estão os dados referentes as porcentagens de plantas de arroz germinadas em função das fontes de nitrogênio empregadas aos 14 DAS.

Tabela 2. Resultado da porcentagem da germinação de sementes de arroz cv. IAC 201 em função dos produtos nitrogenados, considerando as médias das doses de N aos 14 DAS.

PRODUTOS	MÉDIAS
Ureia com metil celulose (UMC)	80.25 A
Ureia com micronutrientes (UMN)	78.50 AB
Ureia com metil celulose M. O. (UMCMO)	76.08 AB
Ureia (U)	75.92 AB
Ureia Polímero Comercial (UPC)	74.67 B

Verifica-se, na Tabela 2, que os valores variam de 74,67% a 80,25% de plantas germinadas, para os produtos Ureia com Polímero Comercial (UPC) e Ureia Metil Celulose (UMC), respectivamente. Quando comparado com o tratamento testemunha Ureia (U - 75,92%), a Ureia Metil Celulose apresentou acréscimo de aproximadamente 5,70% de plantas germinadas, vale ressaltar que estatisticamente as duas fontes apresentaram médias iguais.

A adubação nitrogenada utilizando Ureia com Polímero Comercial (UPC), não se diferenciou estatisticamente da testemunha Ureia (U), porém, houve um decréscimo na porcentagem de plantas germinadas de 1,64%.

Reis (2013), avaliando a resposta do feijoeiro a adubação nitrogenada usando ureia convencional comparada à ureia revestida por polímeros, concluiu que as características agrônômicas e a produtividade de grãos não apresentaram diferenças entre as ureias convencional e revestida mesmo em doses superiores a recomendada.

Veçozzi et al. (2018), avaliando a solubilização e eficiência de uso de nitrogênio de fertilizantes nitrogenados de liberação controlada em arroz irrigado, comparando-os à ureia, observou resultados semelhantes. Em seu trabalho, concluíram que eficiência do uso de Ureia revestida com polímero foi semelhante a ureia não coberta, e que sua liberação não é prolongada devida a cobertura.

Autores como Slaton et al. (2009) e Miao et al. (2016), comparando ureia convencional com ureia revestida com polímero, não observaram benefícios a partir da substituição, corroborando com os resultados deste. Resultados desfavoráveis em relação ao uso de fontes cobertas, podem ser explicadas pela redução de sua eficiência em decorrência grandes quantidades de água no solo.

Em ambientes como casa de vegetação onde o suprimento de água é fornecido todos os dias e em grandes quantidades, fertilizantes polimerizados estão sujeitos a uma maior dilatação e penetração de água, acelerando a taxa de liberação do nutriente (VEÇOZZI et al., 2018).

4.2 Casa de Vegetação

Em casa de vegetação foram analisados a Massa da planta útil fresca (M.F.P.U), Massa da planta útil seca (M.S.P.U), Massa dos perfilhos frescos (M.F.PERF), Massa dos perfilhos secos (M.S.PERF), altura, produtividade (PROD), grão fresco (G. FRESCO) e grão seco (G. SECO). Na Tabela 3 é apresentado o resumo do quadro da análise de variância com as respectivas significâncias.

Tabela 3. Resumo do quadro da análise de variância com as respectivas significâncias para as características Massa da planta útil fresca (M.F.P.U), Massa da planta útil seca (M.S.P.U), Massa dos perfilhos frescos (M.F.PERF), Massa dos perfilhos secos (M.S.PERF), altura da planta, produtividade (PROD), grão fresco (G. FRESCO) e grão seco (G. SECO).

ANAVA	GL	M.F.P.U	M.S.P.U	M.F. PERF	M.S. PERF
		QM			
Produtos (p)	4	3,0435 ^{ns}	0,9185 ^{ns}	27,9165**	4,8935**
Doses (d)	1	383,1610**	54,7560**	22,2010**	1,5210 ^{ns}
P x D	4	77,3635**	5,0885**	77,0485**	7,7435**
CV (%)		27,11	14,31	21,21	24,86
Média		11,26	5,88	7,52	2,85

ANAVA	GL	ALTURA	PROD.	G. FRESCO	G. SECO
		QM			
Produtos (p)	4	2,5938 ^{ns}	1,4592 ^{ns}	0,8318 ^{ns}	0,6201 ^{ns}
Doses (d)	1	84,4483**	24,6490**	11,1513**	6,7076**
P x D	4	5,1948 ^{ns}	0,8508 ^{ns}	1,3153*	0,9610*
CV (%)		5,87	20,87	15,37	17,04
Média		36,76	4,16	3,90	3,12

^{ns} Não significativo. ** e * significativo a 1% e 5% pelo teste F.

Os produtos foram significativos para a massa de perfilhos fresca, massa de perfilhos seca. As doses foram significativas para massa de planta fresca, massa da planta seca, massa do perfilho fresca, altura, produtividade, massa de grão fresco e massa de grão seco. A interação entre produtos e doses teve significância para massa da planta fresca, massa da planta seca, massa de perfilhos fresca, massa de perfilhos seca, massa de grão fresco e massa de grão seco.

Na Tabela 4 estão as médias referentes a interação entre os produtos e as doses de 50% e 100% de nitrogênio para Massa de Planta Fresca, Massa de Planta Seca (g), Massa de Perfilhos Fresca (g), Massa de Perfilhos Seca (g).

Tabela 4. Médias relativas à interação entre os produtos Ureia (U), Ureia com Polímero Comercial (UPC), Ureia com Micronutrientes (UMN), Ureia com Metil Celulose (UMC), e Ureia com Metil Celulose a partir de Material Orgânico (UMCMO) e as doses de 50% e 100% de nitrogênio para Massa Fresca de Plata (g), Massa Seca de Planta (g). Uberlândia, 2021

Produto	Doses			
	Massa de Planta Fresca		Massa de Planta Seca	
	50%	100%	50%	100%
U	13,25 A	9,70 B	6,05 A	6,00 A
UPC	9,00 AB	13,60 AB	4,30 AB	7,20 A
UMN	8,10 AB	16,15 A	4,45 ABC	7,65 A
UMC	6,10 B	14,90 AB	4,30 BC	6,80 A
UMCMO	4,35 B	17,40 A	3,40 C	7,60 A
Média Geral	8,16 B	14,35 A	4,71 B	7,05 A

Letras diferentes na tabela indicam diferenças significativas entre os valores pelo teste de Tukey (1%).

Na Tabela 5 estão as médias referentes a interação entre os produtos e as doses de 50% e 100% de nitrogênio para Massa de Perfílos Fresca (g), e Massa de Perfílos Seca (g).

Tabela 5. Médias relativas à interação entre os produtos Ureia (U), Ureia com Polímero Comercial (UPC), Ureia com Micronutrientes (UMN), Ureia com Metil Celulose (UMC), e Ureia com Metil Celulose a partir de Material Orgânico (UMCMO) e as doses de 50% e 100% de nitrogênio para Massa Fresca de Perfílos (g), Massa Seca de Perfílos (g), Uberlândia, 2021

Produto	Doses			
	Massa de Perfílos Fresca		Massa de Perfílos Seca	
	50%	100%	50%	100%
U	2,75 C	10,40 A	1,15 B	3,80 A
UPC	6,20 B	6,70 B	2,35 B	2,55 AB
UMN	6,30 B	5,05 B	2,40 B	1,75 B
UMC	12,75 A	4,60 B	4,35 A	2,00 B
UMCMO	13,30 A	7,10 B	4,95 A	3,15 AB
Média Geral	8,26 A	6,77 B	3,04 A	2,65 A

Letras diferentes na tabela indicam diferenças significativas entre os valores pelo teste de Tukey (1%).

Para Massa de Planta Fresca e Massa de Planta Seca é possível uma tendência na qual as médias individuais dos produtos foram menores quando aplicados 50% da dose recomendada em relação a dose de 100%. Situação está que se inverte, quando observamos as médias da Ureia (U), que ao aplicarmos 50% da dose recomendada, os valores tanto para Massa de Planta Fresca e Massa de Planta Seca, são maiores do que a dose de 100%.

Em relação a Massa de Perfilhos Fresca, as médias variaram de 2,75 a 13,30g para Ureia (U) e Ureia Metil Celulose a partir de Matéria Orgânica (UMCMO), respectivamente, quando aplicados 50% da dose recomendada e de 4,60 a 10,40g para Ureia Metil Celulose (UMC) e Ureia (U), na dose plena respectivamente.

A mesma tendência foi observada na Massa de Perfilhos, onde com exceção da ureia, as médias individuais da dose de 50% dos produtos que variaram de 1,15 g para Ureia (U) a 4,95 g para Ureia Metil Celulose a partir de Matéria Orgânica (UMCMO), foram menores que as médias individuais da dose de 100%, as quais variaram de 1,75 para Ureia com Micronutrientes (UMN) a 3,80 para o tratamento controle Ureia (U).

Yang et al. (2013), relataram um menor rendimento do arroz quando aplicadas doses reduzidas de ureia enquanto TAO et al. (2014), relataram um aumento no rendimento do arroz quando utilizadas fontes de nitrogênio de liberação controlada. A demanda inicial de nitrogênio pelas plantas de arroz é relativamente baixa, e a partir do perfilhamento, o que ocorre entre 20 e 30 dias após a emergência (DAE), essa demanda tende a aumentar (SOSBAI, 2014). O que pode justificar que ao se aplicar a dose recomendada dos produtos, a Ureia (U) obteve valores acima dos demais produtos tanto para Massa de Perfilhos Fresca e Massa de Perfilhos Seca. Ao ser aplicada, a ureia está prontamente disponível para as plantas, enquanto as fontes de nitrogênio demandam de mais tempo, e em alguns casos o *timing* de disponibilidade e momento de exigência da planta, podem ter se desencontrado.

Estes trabalhos corroboram com os resultados obtidos neste estudo e indicam que algumas fontes de nitrogênio podem ser benéficas para a cultura do arroz. Porém, para que sejam economicamente viáveis, faz-se necessário que o aumento da eficiência se traduza futuramente num aumento de produtividade, possibilitando a substituição das fontes convencionais. Quando observamos os valores de Produtividade (Tabela 5), vemos que a quando aplicados 50% da dose recomendada a Ureia com Polímero comercial obteve valores acima do tratamento controle (Ureia – U). Situação que se

inverte quando se faz a aplicação plena de Ureia (U), onde vemos que a média individual do produto possui um valor maior, mesmo que estatisticamente na aplicação de 100% da dose, não houve diferença entre os produtos.

Na Tabela 6 estão as médias referentes à interação entre os produtos e as doses de 50% e 100% de nitrogênio para Altura (cm), Produtividade (kg ha^{-1}), Massa de Grão Fresco (g) e Massa de Grão Seco (g). Moraes (2015) e Pádua (2018), avaliando diferentes doses e fontes de ureia com polímeros na cultura do trigo, observaram que doses maiores de nitrogênio podem causar toxidade a cultura, diminuindo a viabilidade da cultura, desde a germinação.

Para altura de plantas não foram observadas diferenças significativas entre as doses de 50% e 100% dos produtos individualmente. As médias de altura variaram de 33,25 a 36,82 cm para Ureia (U) e Ureia com Polímero Comercial (UPC) respectivamente, na dose de 50% e de 37,83 cm (Ureia - U) a 38,71 cm (Ureia Metil Celulose a partir de Matéria Orgânica - UMCMO), na dose de 100%.

Tabela 6. Médias relativas à interação entre os produtos Ureia (U), Ureia com Polímero Comercial (UPC), Ureia com Micronutrientes (UMN), Ureia com Metil Celulose (UMC), e Ureia com Metil Celulose a partir de Material Orgânico (UMCMO) e as doses de 50% e 100% de nitrogênio para Altura (cm), Produtividade (kg ha^{-1}). Uberlândia, 2021

Produto	Altura		Produtividade	
	50%	100%	50%	100%
U	35,420 A	37,835 A	2.725 B	5.070 A
UPC	36,825 A	37,875 A	4.540 A	5.220 A
UMN	35,000 A	38,085 A	3010 AB	4.605 A
UMC	36,025 A	38,545 A	3.570 AB	4.795 A
UMCMO	33,250 A	38,710 A	3025 AB	5.030 A
Média Geral	35,304 B	38,210 A	3.374 B	4.944 A

Letras diferentes na tabela indicam diferenças significativas entre os valores pelo teste de Tukey (1%).

Tabela 7. Médias relativas à interação entre os produtos Ureia (U), Ureia com Polímero Comercial (UPC), Ureia com Micronutrientes (UMN), Ureia com Metil Celulose (UMC), e Ureia com Metil Celulose a partir de Material Orgânico (UMCMO) e as doses de 50% e 100% de nitrogênio para Massa de Grão Fresco (g) e Massa de Grão Seco (g), Uberlândia, 2021

Produto	Massa de Grão Fresco		Massa de Grão Seco	
	50%	100%	50%	100%
U	2,725 B	4,660 A	2,110 B	3,775 A
UPC	4,540 A	4,355 A	3,695 A	3,485 A
UMN	3,010 B	4,375 A	2,405 B	3,480 A
UMC	3,570 AB	4,320 A	2,880 AB	3,455 A
UMCMO	3,025 B	4,440 A	2,465 B	3,460 A
Média Geral	3,374 B	4,430 A	2,712 B	3,531 A

Letras diferentes na tabela indicam diferenças significativas entre os valores pelo teste de Tukey (1%).

Nascimento et al. (2013), avaliando o desenvolvimento e a produtividade do arroz de terras altas em sistema plantio direto, em razão de mecanismos de distribuição do adubo na semeadura e de doses de nitrogênio em cobertura, descreveu que em doses acima de 50 kg ha⁻¹ de nitrogênio, ocorre certa estabilização na altura de planta, caracterizando consumo de luxo de N, e que o excesso desse nutriente pode causar o acamamento em alguns cultivares de arroz. Isso porque o N faz parte da molécula de clorofila, proporcionando, assim, aumento na produção de fotoassimilados e, portanto, maior altura de plantas.

Em divergência aos resultados do presente estudo Lopes *et al.* (1996), verificaram incremento na estatura das plantas com o aumento das doses de nitrogênio a partir do parcelamento das aplicações.

Também são divergentes os resultados de Mauad *et al.* (2003), avaliando a cultura do arroz sob condições de túnel de plástico, o efeito das doses de nitrogênio na produção, demonstraram a redução na altura de planta com o aumento da dose de nitrogênio e concluíram que fatores como a luminosidade, temperatura e umidade são fatores determinantes para o efeito do nitrogênio na planta.

Quanto a Massa de Grãos Fresco e a Massa de Grãos Seco, constatou-se que não a diferença entre os produtos ao ser aplicada a dose plena (100%). Por outro lado, comparando as médias individuais dos produtos, a dose de 50% da recomendada, exceto para Ureia com Polímero Comercial (UPC) e Ureia Metil Celulose (UMC), os valores são inferiores comparados a de 100%.

A característica de massa de grãos, é altamente influenciada pela quantidade de nitrogênio disponível, justificando valores maiores a partir de doses maiores (GUIMARÃES et al., 2002).

Na literatura, autores como Farinelli et al. (2004), Fidelis et al. (2012), e Fonseca et al. (2012), descrevem que a massa de grãos não é influenciada pelo fornecimento de nitrogênio, enquanto Artigiani et al. (2012), afirmam que com o aumento das doses de nitrogênio, ocorre a redução da massa dos grãos de arroz.

Outros estudos devem ser realizados, para avaliar doses, épocas de aplicação para determinar as melhores práticas sem causar diminuição na produtividade e na qualidade de grãos.

5 CONCLUSÕES

O vigor e a germinação de sementes de arroz são influenciados pelas doses de produtos nitrogenados simples, revestidos existentes no mercado e outros não comerciais com polímeros de derivados celulósicos.

A produção de biomassa e rendimento de grãos são influenciados pelas doses e produtos nitrogenados simples, revestidos existentes no mercado e outros não comerciais com polímeros de derivados celulósicos.

REFERÊNCIAS

- AGROTAIN. **Agrotain: product information guidebook**. Saint Louis, 2001. 55 p.
- ARTIGIANI, A. C. C. A.; CRUSCIOL, C. A. C.; ARF, O.; ALVAREZ, R. C. F.; NASCENTE A. S. Produtividade e qualidade industrial do arroz de terras altas em função da disponibilidade hídrica e adubação. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 42:340-349. 2012
- BELÓ, André. **Avaliação de recursos genéticos para produção de híbridos de arroz (*Oryza sativa* L.)**. 104 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Recursos Genéticos e Vegetais) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Florianópolis, 2001.
- BORÉM, A.; NAKANO, P. H. **Arroz: do plantio à colheita**. – Viçosa, MG: 2 Ed. UFV, 2015 – pág. 126.
- BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária, Brasília, 399 p., 2009.
- CAMPOS, I. S.; ASSUNÇÃO, M. V. Estresse salino e hídrico na germinação e vigor do arroz. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF. V. 25, n. 6, p 857-862. 1990.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Evolução dos custos de produção e rentabilidade do arroz irrigado gaúcho nos anos-safra 2006/07 a 2016/17. **Compêndio de Estudos CONAB**. v.11, 2017.
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira de grãos**, safra 2020/21 – Oitavo levantamento, Brasília, Conab, 115 p. 2021.
- DINIZ, A. F. **Efeito da salinidade na germinação e vigor de sementes de algodão herbáceo *Gossypium hirsutum*, L.** 37 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal do Ceará, 1979.
- FAO. **International year of rice**. Disponível em: <http://www.fao.org/rice2004/es/concept.htm>. Acesso em: 29 de julho de 2019.
- FARINELLI, R.; PENARIOL F. G.; FORNASIERI FILHO, D.; BORDIN L. Efeitos da adubação nitrogenada e potássica em características agrônômicas de arroz de sequeiro cultivado sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, nº 3, p. 447-454. 2004.
- FIDELIS, R. R.; RODRIGUES, A. M.; SILVA, G. F.; BARROS, H. B.; PINTO, L. C.; AGUIAR R. W. S. Eficiência do uso de nitrogênio em genótipos de arroz de terras altas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 42, nº 1, p. 124- 128, 2012.
- FONSECA, A. E.; ARF, O, ORIOLI JÚNIOR, V.; BUZETTI, S.; RODRIGUES, R. A. F. Preparo do solo e doses de nitrogênio em cobertura em arroz de terras altas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 42, nº 2, p. 246- 253, 2012.

- FAGERIA, N. K. Otimização da eficiência nutricional na produção das culturas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v. 2, p. 6-16, 1998.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- GUELFY, Douglas. Fertilizantes nitrogenados estabilizados, de liberação lenta ou controlada. **Informações Agronômicas**, n. 157, p. 1-14, 2017.
- GUIMARÃES, C. M.; FAGERIA, N. K.; BARBOSA FILHO, M. P. Como a planta de arroz se desenvolve. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, v. 13, nº 9, p 1-2, 2002.
- KANDELER, Ellen; GERBER, H. Short-term assay of soil urease activity using colorimetric determination of ammonium. **Biology and fertility of Soils**, v. 6, n. 1, p. 68-72, 1988.
- KENNEDY, G. et al. (2002) Nutrient impact assessment of rice in major rice-consuming countries. **International Rice Commission Newsletter**, v.51, p.33-42.
- LANNA, A. C.; SILVEIRA, P. M.; SILVA, M. B.; FERRARESI, T. M.; KLIEMANN, H. J. Atividade de urease no solo com feijoeiro influenciada pela cobertura vegetal e sistemas de plantio. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**. Viçosa, v. 34, nº 6, p. 1933-1939, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832010000600018&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 17 de março de 2021.
- LARA CABEZAS, W.A.R. et al. Volatilização de NH_3 na cultura de milho: II. Avaliação de fontes sólidas e fluídas em sistema de plantio direto e convencional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.21, p.489-496, 1997.
- LOPES, S. I. G.; LOPES, M. S.; MACEDO, V. R. M. Curva de resposta à aplicação de nitrogênio para quatro genótipos de arroz irrigado. **Lavoura Arrozeira**, v.49, p.3-6, 1996.
- MARTINS, A. L. M.; BASTOS, C. R.; SOARES, J.; CASTRO, L. H. S. M.; PEREIRA, J. C. V. N. A.; AZZINI, L. E.; BORTOLETTO, N.; TISSELI FILHO, O.; GALLO, P. B. IAC 201. **Instituto Agronômico de Campinas**. 2021. Disponível em: <http://www.iac.sp.gov.br/cultivares/inicio/Folders/Arroz/IAC201.htm>. Acesso em: 19 de fevereiro de 2021.
- MARZARI, V.; MARCHEZAN, E.; SILVA, L. S.; VILLA, S.C.C.; SANTOS, F.M. dos; TELÓ, G.M. População de plantas, dose de nitrogênio e aplicação de fungicida na produção de arroz irrigado. II. Qualidade de grãos e sementes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, nº 4, p. 936-941, 2007
- MAUAD, M.; GRASSI FILHO, H.; CRUSCIOL, C.A.C.; CORRÊA, J.C. Teores de silício no solo e na planta de arroz de terras altas com diferentes doses de adubação silicatada e nitrogenada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 27, nº 5, p. 867-873, 2003.

MIAO, X. et al. Yield and nitrogen uptake of bowl-seedling machine-transplanted rice with slow-release nitrogen fertilizer. **Soil Fertility and Crop Nutrient**, v. 108, nº 1, p. 313-320, 2016. Disponível em: <https://dl.sciencesocieties.org/publications/aj/articles/108/1/313>. Acesso em: 30 de abril de 2021.

MORAES, N. L. A. **Germinação de Trigo em Função de Doses e Tipos de Fertilizantes Nitrogenados**. 20 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2015.

NASCIMENTO, V.; ARF, O.; ALVES, M. C.; BONINI, C. S. B.; KANEKO, F. H.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M. Mecanismos de abertura do sulco e da adubação nitrogenada em arroz de terras altas. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 60, n. 6, p. 802-810, 2013. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-737X2013000600008&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 08 de maio de 2021.

PADUA, Laura Julieta Rodrigues. **Potencial fisiológico de sementes de trigo em função de doses e produtos nitrogenados com e sem revestimento**. 29 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018.

REETZ, H. F. **Fertilizantes e seu uso eficiente** / Harold F. Reetz. Tradução: Alfredo Sheid Lopes. São Paulo, ANDA, 178 p. 2017.

REIS, Ana Paula. **Resposta do feijoeiro à adubação nitrogenada com ureia convencional e revestida com polímero**. 29 f. Monografia (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal de Brasília, Brasília, 2013.

SAATH, K. C. O.; FACHINELLO, A. L. Crescimento da demanda mundial de alimentos e restrições do fator terra no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 56, n. 2, p. 195-212, 2018.

SCHMIDT, F.; VIEIRA FILHO, L. O. Tolerância de cultivares de arroz da Epagri à salinidade da água de irrigação na fase vegetativa. **Agropecuária Catarinense**, [S. l.], v. 30, n. 1, p. 89-95, 2017a. Disponível em: <https://publicacoes.epagri.sc.gov.br/RAC/article/view/40>. Acesso em: 18 abril. 2021.

SCHMIDT, F.; VALE, M. L. C. do; KNOBLAUCH, R.; VERDI, R.; SCHWARTZ, D. Manejo da Adubação Nitrogenada e Desempenho Agrônômico do Arroz Irrigado Cultivado em Zonas de Altitude no Estado de Santa Catarina. **Agropecuária Catarinense**, [S. l.], v. 30, n. 3, p. 72-78, 2017b. Disponível em: <https://publicacoes.epagri.sc.gov.br/RAC/article/view/34>. Acesso em: 18 abril. 2021.

SCIVITTARO, W. B. Inovações tecnológicas no manejo do nitrogênio para o arroz irrigado / Walkyria Bueno Scivittaro, Algenor da Silva Gomes. -- Pelotas: **Embrapa Clima Temperado**, 27p. 2006.

SILVA, Simone Aparecida. **Fontes e Épocas de Aplicação de Nitrogênio em trigo em Plantio Direto no Cerrado**. 80f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Sistemas de Produção) - Universidade Estadual Paulista – Campus de Ilha Solteira, 2009.

SLATON, N.A. et al. Rice response to urea and two polymer-coated urea fertilizers. B.R. **Wells Rice Research Studies**, v.581, p.211:219, 2009. Disponível em: <http://arkansasagnews.uark.edu/581-28.pdf>. Acesso em: 19 de abril de 2021.

SOARES, K.T. **Efeito de soluções salinas com diferentes potenciais osmóticos, na germinação e vigor de sementes de algodão herbáceo (*Gossypium hirsutum*, L.)**. 56 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1985.

SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO - SOSBAI. **Arroz irrigado**: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil. Porto Alegre: SOSBAI, 189 p. 2014.

TAO, Y. et al. Potential to improve N uptake and grain yield in water saving ground cover rice production system. **Field Crops Research**, v.168, p.101-108, 2014. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378429014002500>. Acesso em: 17 de maio de 2021.

TRENKEL, M. E. **Slow-and controlled-release and stabilized fertilizers: an option for enhancing nutrient use efficiency in agriculture**. IFA, International fertilizer industry association, 2010

VARADACHARI, C.; GOERTZ, H. M. Slow-release and controlled-release nitrogen fertilizers. **Indian Nitrogen Group**, Society, 2010.

VAUGHAN, D. A.; MORISHIMA, H.; KADOWAKI, K. Diversity in the genus *Oryza*. **Current Opinion in Plant Biology**, v. 6, pág. 139-146, 2003.

VEÇOZZI, T. A.; SOUSA, R. O.; SCIVITTARO, W. B.; WEINERT, C.; TARRILLO, V. R. C. Soil solution and plant nitrogen on irrigated rice under controlled release nitrogen fertilizers. **Ciência Rural** [online], vol.48, 2018. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782018000100251&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 18 abril. 2021.

WATSON, Catherine J. Urease Activity and Inhibition: Principles and Practice. 454. ed. Colchester: **International Fertiliser Society**, 2000. 39 p.

YANG, Y. Controlled-release urea for rice production and its environmental implications. **Journal of Plant Nutrition**, v.36, n.5, 2013. Disponível em: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01904167.2012.756892>. Acesso em: 30 de abril de 2021.