

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

**FONTES DE ZINCO NO TRATAMENTO DE SEMENTES EM ARROZ IRRIGADO**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**Sergio Felix Dos Santos**

**Itaqui, RS, Brasil  
2015**

**Sergio Felix Dos Santos**

**FONTES DE ZINCO NO TRATAMENTO DE SEMENTES EM ARROZ IRRIGADO**

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: Dr. Eloir Missio

**Itaqui, RS, Brasil  
2015**

S237f Santos, Sergio Felix dos

Fonte de zinco no tratamento de sementes em arroz irrigado / Sergio Felix dos Santos Santos.

29 p.

Trabalho de Conclusão de Curso(Graduação)-- Universidade Federal do Pampa, BACHARELADO EM AGRONOMIA, 2015.

"Orientação: Eloir Missio".

1. Micronutrientes. 2. Componentes de rendimento. 3. Oryza sativa. I. Título.

**Sergio Felix Dos Santos**

**Fontes de zinco no tratamento de sementes em arroz irrigado**

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. Dr. Eloyr Missio

Orientador

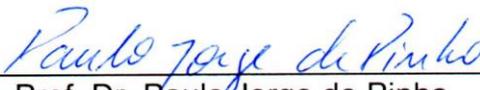
Curso de Agronomia - UNIPAMPA



---

Prof. Dr. Alexandre Russini

Curso de Agronomia - UNIPAMPA



---

Prof. Dr. Paulo Jorge de Pinho

Curso de Agronomia - UNIPAMPA

Dedico este trabalho aos meus amados pais, Sergio e Beatriz, a minha noiva Liane maiores incentivadores e fontes inesgotáveis de apoio, amor e compreensão.

## **AGRADECIMENTO**

Agradeço a Deus por minha vida, família e amigos.

Ao Prof. Dr. Eloir Missio pela orientação e pelo apoio para que eu realizasse o trabalho de conclusão de curso.

Ao Prof. Ms. Hugo Pina Dias por me proporcionar o conhecimento de sua experiência como profissional para que minha formação fosse também um aprendizado de vida.

Ao tio Ruben Felix pelo suporte no decorrer desta caminhada.

Aos professores, minha gratidão pela forma de conduzir o curso em todas as etapas.

A todos os colegas de curso pelo convívio e pelos momentos de amizade, em especial ao Gustavo Trivisio pela dedicação e esforço nesta etapa de nossas vidas.

A todas as pessoas que, direta ou indiretamente contribuíram para a realização desta pesquisa.

“A utopia está lá no horizonte. Me aproximo dois passos, ela se afasta dois passos. Caminho dez passos e o horizonte corre dez passos. Por mais que eu caminhe, jamais alcançarei. Para que serve a utopia? Serve para isso: para que eu não deixe de caminhar”.

Eduardo Galeano

## RESUMO

### Fontes de zinco no tratamento de sementes em arroz irrigado

Autor: Sergio Felix Dos Santos

Orientador: Dr. Eloir Missio

Itaqui, 10 de Julho de 2015.

O zinco (Zn) é um micronutriente para a cultura do arroz por participar de diversas rotas bioquímicas e na estruturação da parede celular. Considerando as pequenas quantidades demandadas pelas culturas e a dificuldade de distribuição uniforme na lavoura, justifica-se o tratamento de sementes. O experimento foi implantado com base no delineamento em blocos casualizados, com esquema fatorial 3 x 2 com quatro repetições. O experimento foi realizado na estação experimental do IRGA, no Sindicato Rural de Itaqui em uma área com solo da classe Plintossolo. O objetivo deste trabalho foi avaliar o tratamento de sementes com duas fontes de Zn, uma na forma de óxido e outra na forma de sulfato, em três cultivares de arroz irrigado por inundação, em relação a produtividade da cultura, número de panículas, número de grãos por panícula e peso de mil grãos. Utilizaram-se as cultivares de arroz irrigado QM 1010 e Prime e BR-Irga 424. Os tratamentos utilizados consistiram de zinco na forma de óxido, na forma de sulfato e o tratamento testemunha, que não recebeu zinco. As duas fontes de zinco correspondem a produtos comerciais recomendados para uso na cultura do arroz. O tratamento de sementes foi realizado minutos antes da semeadura conforme recomendação do fabricante. Foram avaliados os componentes de rendimento, número de panículas por área, produtividade por hectare, número de grãos por panículas (cheios e falhados) e peso de 1000 grãos. Não houve diferença significativa para a produtividade de grãos entre a testemunha e as duas fontes de Zn, entretanto houve uma tendência de aumento na produção em função do uso de Zn pelas duas fontes, sendo que o zinco na forma de sulfato apresentou incrementos maiores que o zinco na forma de óxido. O híbrido QM 1010 apresentou produtividade de grãos, número de grãos cheios, peso de mil grãos e número de grãos falhados significativamente maior que as demais cultivares.

Palavras-chave: Micronutrientes, componentes de rendimento, *Oryza sativa*.

## **ABSTRACT**

### **Sources of zinc in the treatment of seeds in rice**

Author: Sergio Felix dos Santos

Advisor: Dr. Eloir Missio

Itaqui, 10 de julho de 2015.

Zinc (Zn) is a micronutrient for rice cultivation by participating in various biochemical pathways and structuring the cell wall. Given the small amounts demanded by the cultures and the uniform distribution of difficulties in farming, justified the treatment of seeds. The experiment was carried out based on a randomized block design with factorial 3 x 2 with four replications. The experiment was conducted at the Experimental Station of IRGA, in Itaqui Rural Syndicate in an area with soil of Plinthosol class. The objective of this study was to evaluate the treatment of seeds with two sources of Zn, one in oxide form and another in the form of sulfate in three cultivars of flooded rice in relation to crop yield, number of panicles, number of grains per panicle and thousand kernel weight. They used the rice cultivars QM 1010 and prime and BR-Irga 424. The treatments consisted of zinc in the oxide form, in the form of sulfate and the control treatment that did not receive zinc. The two sources of zinc correspond to commercial products recommended for use in rice cultivation. Seed treatment was done minutes before sowing according to the manufacturer's recommendation. We evaluated yield components, panicle number per area, per hectare yield, number of grains per panicle (full and failed) and 1000 grain weight. There was no significant difference in grain yield between the witness and the two sources of Zn, however there was a trend of increased production due to the use of Zn by two sources, and zinc as sulphate presented increments larger than the Zinc oxide form. The hybrid QM 1010 showed grain yield, number of filled grains, thousand grain weight and number of grains failed significantly higher than the other cultivars.

Keywords: Micronutrients, yield components, *Oryza sativa*.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Cultivares de arroz irrigado utilizadas no experimento.....17
- Figura 2** - Alocação das parcelas e cultivares de arroz entre as taipas.....17
- Figura 3** - Três cultivares tratadas com fontes de zinco. ....21

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1-** Quadro de análise de variância para a produtividade de grãos, peso de mil grãos, número de panículas por área, número de grãos inteiros e número de grãos falhados em função de diferentes fontes de Zn e cultivares de arroz.....19

**Tabela 2-** Produtividade de arroz ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) em função de diferentes cultivares e fontes de zinco.....19

**Tabela 3-** Número de panículas de arroz por área em função de diferentes cultivares e fontes de zinco.....22

**Tabela 4-** Número de grãos inteiros de arroz em dez panículas em função de diferentes cultivares e fontes de zinco.....23

**Tabela 5-** Número de grãos falhados de arroz em dez panículas em função de diferentes cultivares e fontes de zinco.....23

**Tabela 6-** Peso de mil grãos(g) de arroz em função de diferentes cultivares e fontes de zinco.....23

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	12
2 OBJETIVOS.....	15
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	16
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	19
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	25
REFERÊNCIAS.....	26

## 1 INTRODUÇÃO

O arroz é um dos cereais mais cultivados no mundo, em especial na Ásia onde concentra 90% da produção e consumo mundial de arroz (FUNGUETTO,2006). É um dos mais importantes grãos em termos de valor econômico no Brasil. É considerado um cereal de grande importância em muitos países em desenvolvimento, principalmente na Ásia e Oceania, onde vivem 70% da população dos países em desenvolvimento e cerca de dois terços da população subnutrida mundial. É alimento básico para cerca de 2,4 bilhões de pessoas e, segundo estimativas, até 2050, haverá uma demanda para atender ao dobro desta população(EMBRAPA, 2005). O arroz é um dos alimentos com melhor balanceamento nutricional, fornecendo 20% da energia e 15% da proteína per capita necessária ao homem. O consumo médio mundial de arroz é de 60 kg/pessoa/ano. Os países Asiáticos são os maiores consumidores mundiais. No Brasil são consumidos 45 kg/pessoa/ano (SOSBAI, 2014). É uma cultura extremamente versátil, que se adapta a diferentes condições de solo e clima, é considerada a espécie que apresenta maior potencial para o combate a fome no mundo (EMBRAPA, 2005).

Segundo Barata (2005), na produção mundial de arroz, o Brasil se destaca como o principal produtor entre os países ocidentais. Apesar das reduções de produção em algumas safras nos últimos anos, devido a adversidades climáticas, a produção brasileira de arroz vem apresentando uma tendência de crescimento, em função, principalmente, do constante incremento de produtividade.

O cultivo de arroz irrigado, praticado na região Sul do Brasil contribui, em média, com 54% da produção nacional, sendo o Rio Grande do Sul o maior produtor brasileiro. O Estado de Santa Catarina, onde predomina o sistema pré-germinado de plantio, responde pelo segundo lugar na produção do grão irrigado, com 800 mil toneladas anuais (MAPA, 2015).

A colheita no Rio Grande do Sul, principal produtor do cereal (aproximadamente 69% da produção nacional) foi concluída, com produtividade média de 7.716 kg/ha e 8,64 milhões de toneladas, cultivada em 1,12 milhão de hectares. As variações percentuais foram positivas, contrariando as expectativas iniciais, provocadas principalmente por problemas enfrentados no período

recomendado para o plantio. O aumento de produtividade e da produção total foi de 6,5% (CONAB, 2015).

Nesse contexto, o manejo da fertilidade do solo é de fundamental importância para a cultura do arroz. As recomendações e o uso dos macronutrientes nitrogênio(N), fósforo(P) e potássio(K) é bem disseminada entre os produtores, já o uso de enxofre(S), cálcio(Ca), magnésio(Mg) e micronutrientes carece de informações na literatura. Segundo Prado, et al.,(2007) o desequilíbrio nutricional, principalmente dos micronutrientes tem sido um dos fatores para as perdas na produção de grãos, pelo motivo que estes nutrientes participam das rotas bioquímicas que garantem a formação de lipídeos, proteínas e ainda contribuem na estruturação das membranas celulares.

Considerando apenas os micronutrientes, as deficiências de Zn são as mais comuns no Brasil, entretanto, segundo Bissani, et al.,(2008) são mais frequentes em solos sob vegetação do cerrado, no Brasil central, ou em solos que receberam calagem excessiva, onde o pH do solo é muito alto, ou onde o material de origem é pobre em Zn, como em alguns solos arenosos. Entretanto, Santos, et al.,(2011) afirma que deficiência desse micronutriente aparece em algumas classes de solo e tem se agravado com o cultivo intensivo ao longo do tempo, principalmente nas regiões centro-oeste, sudeste e sul do Brasil .

Este micronutriente tem função no desenvolvimento das plantas tanto de parte aérea quanto do sistema radicular, além de estar presente na produção do ácido indol acético, hormônio vegetal promotor de crescimento, está presente em mais de 80 proteínas com papel fundamental na nutrição de plantas (MALAVOLTA, 2006).

Os teores de zinco no solo estão diretamente relacionados com o pH do solo, sendo que em solos com pH alcalino há uma menor concentração de Zn, enquanto que naqueles com pH mais ácido sua concentração no solo tende a ser maior.

Em solos inundados, devido a redução do sulfato, ocorre a formação do sulfeto de zinco(ZnS), que fica imobilizado. (ENGLER, et al.,1975, citado por FERREIRA e CRUZ, 1991).

Segundo Leite e Skogley. (1977), citado por FERREIRA e CRUZ, (1991) a retenção de zinco esta diretamente relacionada à matéria orgânica, havendo portanto maior retenção do elemento na camada de 0 a 20 cm do que na camada de 20 a 40 cm. Existem vários fatores que afetam a disponibilidade de Zn. Um dos

principais fatores que ajudam na absorção do elemento pelas plantas é a utilização da adubação nitrogenada, uma vez que esta promove acidificação do solo, aumentando sua disponibilidade, e promove maior desenvolvimento vegetativo da parte aérea e radicular das plantas, aumentando a necessidade de zinco (BARBOSA FILHO et al., 1994).

A compactação do solo decorrente das inúmeras operações de manejo realizadas desde o preparo do solo até a colheita tem interferência na absorção de Zn. A compactação do solo resulta num menor crescimento radicular e, conseqüentemente, menor volume de solo explorado pelo sistema radicular, ocasionando menor absorção deste micronutriente pelas plantas de arroz (FERREIRA; CRUZ, 1991).

Segundo Matsuda & Ikuta, (1979), as forças de retenção entre o Zn e a matéria orgânica, formando os quelatos, são bastante diferentes, sendo que essas forças são maiores do que quando o Zn está na forma trocável. Assim Leite e Skogley (1977, citado por FERREIRA e CRUZ, 1991) afirmam que a retenção de Zn esta diretamente relacionada à matéria orgânica, havendo, portanto, maior retenção do elemento na camada superficial do solo, do que nos horizontes subsuperficiais.

O Zn pode ocorrer em três formas principais no solo para suprir as plantas; na solução do solo, adsorvido aos colóides do solo, sendo o Zn trocável, e Zn fixado. A forma fixada pode atingir valores elevados, uma vez que o zinco é capaz de substituir alguns elementos da estrutura dos minerais de argila, permanecendo assim indisponível para as plantas (DECHEN & NACHTIGALL, 2006).

O tratamento de sementes é a melhor forma de fornecimento do micronutriente zinco, considerando a necessidade de pequenas quantidades deste micronutriente pelas plantas e permitindo uma distribuição uniforme na área. Aplicação de Zn via semente, de 2,2 a 5,7 g kg<sup>-1</sup> foi a alternativa mais econômica em relação a aplicação no solo (SLATON, et al., 2001, citado por FERREIRA e CRUZ, 1991). O tratamento de sementes de arroz beneficia o crescimento inicial e pode ser uma técnica importante para suprir a carência no estágio inicial de crescimento na qual o sistema radicular é pouco desenvolvido (ROZANE, et al., 2008).

De acordo com Muraoka(1981) a absorção de Zn pela semente se dá quase que integralmente, aumentando a reserva da semente. Por este motivo a utilização deste micronutriente via semente é uma alternativa econômica ainda pouco estudada para arroz irrigado (BONNECARRÈRE et al. 2003).

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivos gerais**

Considerando estas questões, o objetivo deste trabalho foi avaliar três cultivares de arroz irrigado por inundação, submetidas ao tratamento de sementes com duas fontes de Zn.

### **2.2 Objetivos específicos**

Avaliar produtividade da cultura.

Quantificar o número de panículas por área.

Determinar o número de grãos por panícula (cheios e falhados).

Determinar o peso de mil grãos.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na estação experimental do IRGA, no Sindicato Rural de Itaquí, no Estado do Rio Grande do Sul, no ano agrícola 2014/2015 em uma área com solo da classe Plintossolo com drenagem moderada a imperfeita e até mal drenado, com características de segregações de óxidos de ferro.

O experimento foi implantado utilizando o delineamento experimental em blocos casualizados, com esquema fatorial 3 x 2 com quatro repetições.

Foram utilizadas três cultivares de arroz irrigado, sendo elas híbrido QM 1010, híbrido prime e IRGA 424 (Figura 1). Cada cultivar foi alocada entre duas taipas, facilitando o manejo da irrigação e o controle de plantas daninhas (Figura 2).

Os tratamentos utilizados a base de Zn foram, óxido de Zn (Fonte 1 na concentração de 128,0 g de Zn por litro) e sulfato de Zn (Fonte 2 na concentração de 700 g de Zn por litro) e testemunha. O tratamento das sementes foi realizado de acordo com a recomendação de cada fabricante, sendo que para fonte 1 óxido de Zn utilizou-se 2 ml por kg de semente e para fonte 2 sulfato de Zn utilizou-se 3 ml por kg de semente diluídos em água .

As parcelas eram constituídas de 12 linhas espaçadas a 17 cm, e três metros de comprimento, compreendendo uma área de 6,12 m<sup>2</sup>. À parcela útil consistiu de dois metros longitudinais (foi descartado meio metro nas extremidades da parcela) e 8 linhas centrais (foram descartadas duas linhas laterais em cada lado da parcela), totalizando uma área útil de 2,72 m<sup>2</sup>. Os produtos a base de Zn foram diluídos em água e aplicados sobre as sementes que foram recobertas com a solução, utilizando-se a dosagem recomendada pelo fabricante para tratamento de sementes. O tratamento das sementes foi realizado minutos antes da semeadura de forma manual colocando a calda diretamente sobre as sementes e misturados de modo que o produto fosse distribuído uniformemente sobre as mesmas. A adubação foi realizada com base na análise de solo e as recomendações de adubação de acordo com a CQFS, (2004), considerando a produtividade maior que 9 ton ha<sup>-1</sup>. A semeadura foi realizada de forma manual considerando a densidade de sementes recomendada para cada cultivar de arroz irrigado por inundação, sendo 40 kg ha<sup>-1</sup> para as cultivares, híbridos QM 1010 e Prime e, 100 kg ha<sup>-1</sup> para a cultivar BR-Irga 424. Foram avaliados os componentes de rendimento no momento da colheita

**Figura 1** - Cultivares de arroz irrigado utilizadas no experimento.



Fonte:Autor.

**Figura 2** - Alocação das parcelas e cultivares de arroz entre as taipas.



Fonte: Autor.

produtividade por hectare, número de panículas por área, número de grãos por panículas (cheios e falhados) e peso de 1000 grãos.

A produtividade foi determinada considerando a umidade de 13% da massa de grãos. No momento da colheita foi contado o número de panículas por área, em seguida foram separadas 10 panículas aleatoriamente e contado o número de grãos cheios e grãos falhados, após realizou-se a pesagem dos grãos cheios para determinar o peso de mil grãos. A produtividade foi determinada utilizando balança de precisão, pelo método indireto de umidade para o qual utilizou-se o aparelho motomco 999es, corrigindo-se para 13% de umidade.

A análise estatística foi realizada com o programa Sisvar, e os dados de fontes de Zn e cultivares foram submetidos ao teste de Tukey a 5% de significância.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados obtidos par os parâmetros avaliados constatou-se que houve efeito significativo apenas para o fator cultivar (Tabela1).

**Tabela 1** - Quadro de análise de variância para a produtividade de grãos, peso de mil grãos, número de panículas por área, número de grãos inteiros e número de grãos falhados em função de diferentes fontes de Zn e cultivares de arroz.

Fonte de Variação	Quadrado Médio					
	GL	Produtividade	Peso de mil grãos	Nº de panículas/área	Nº de grãos inteiros	Nº de grãos falhados
Cultivar	2	117013108,08*	61,77*	553301,08*	826545,02*	21414,77*
Fontes	2	1235821,08 <sup>ns</sup>	0,36 <sup>ns</sup>	8629,08 <sup>ns</sup>	219,44 <sup>ns</sup>	198,86 <sup>ns</sup>
Cultivar X Fontes	4	3555256,66 <sup>ns</sup>	0,40 <sup>ns</sup>	13195,66 <sup>ns</sup>	17162,52 <sup>ns</sup>	1571,02 <sup>ns</sup>
Blocos	3	6833774,25 <sup>ns</sup>	0,76 <sup>ns</sup>	1212,25 <sup>ns</sup>	80702,55 <sup>ns</sup>	2403,43 <sup>ns</sup>
Erro	24	3452214,05	1,31	10065,54	33809,32	925,33
Total	35	-	-	-	-	-
CV%	-	18,19	4,06	10,44	16,85	33,17

\* significativo a 5%; <sup>ns</sup> não significativo pelo teste F.

Quanto às fontes e a interação com as cultivares não houve efeito significativo. Semelhante Schöffel, E.R. & Dal'Col Lucio, A (2001) o resultado da análise de variância mostrou que não houve efeito significativo para interação entre as cultivares de arroz e as doses de Zn avaliadas.

Observou-se que para as fontes, óxido de zinco e sulfato de zinco, não apresentaram efeito significativo para a produtividade de arroz cultivado a campo na Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul para as três cultivares estudadas (Tabela 2).

**Tabela 2** - Produtividade de arroz (kg ha<sup>-1</sup>) em função de diferentes cultivares e fontes de zinco.

Tratamento	Cultivares		
	Prime	QM 1010	IRGA 424
Testemunha	6.807 bB	13.093 aA	6.449 bB
Óxido de zinco	7.748 bB	13.739 aA	8.073 bB
Sulfato de zinco	8.225 bB	14.588 aA	8.153 bB
C.V%	18,19	18,19	18,19

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Entretanto, em alguns trabalhos de pesquisa com arroz foi constatado diferenças no desenvolvimento da planta, em função das fontes sulfato e óxido (FLOR et al.,1974; OHSE et al.,1997). As diferenças encontradas na literatura, para as diferentes fontes são atribuídas a solubilidade do material empregado e também

da cultivar escolhida (FAGERIA et al., 1995). Respostas semelhantes foram obtidas por Bonnacarrère et al.,(2004) que também não observou efeito positivo do Zn no arroz, em experimento realizado em casa de vegetação em solução nutritiva.

Embora não havendo diferença significativa o zinco na forma de óxido apresentou incremento de produção de 941 kg ha<sup>-1</sup> na cultivar prime, 646 kg ha<sup>-1</sup> na cultivar QM 1010 e 1624 kg ha<sup>-1</sup> na cultivar IRGA 424. Já o Zn na forma de sulfato apresentou incrementos ainda maiores, sendo 1418 kg ha<sup>-1</sup> para a cultivar prime, 1495 kg ha<sup>-1</sup> para a cultivar QM 1010 e 1704 kg ha<sup>-1</sup> para a cultivar IRGA 424.

A diferença mínima significativa, segundo o teste de Tukey a 5%, é de 1895 kg ha<sup>-1</sup>, muito próximo das diferenças observadas, e que se mantiveram constantes, para as três cultivares tratadas com zinco na forma de sulfato. Embora não significativo estatisticamente, o incremento no rendimento de grãos pelas duas fontes de zinco estudadas foram importantes e justificáveis sob o aspecto econômico neste experimento. É necessário, entretanto, ampliar este estudo em outras condições de solo e em outros anos agrícolas para melhor compreender a situação, já que a pesquisa diz não haver resposta consistente para micronutrientes no Rio Grande do Sul (BISSANI, et. al., 2005). As diferenças obtidas para mais ou para menos, no rendimento do arroz, não são consistentes e não se diferenciam por critérios objetivos, isto tem sido atribuído ao seu adequado suprimento tanto pelo solo, como também pelos adubos e corretivos de acidez, que contem micronutrientes na sua composição (SOSBAI, 2014).

Acredita-se que as diferenças entre as fontes sejam devidas a forma e concentração do produto, assim o sulfato de zinco, mais solúvel, prontamente disponível para a cultura e com uma maior concentração no produto comercial, obteve melhor resultado perante a fonte de óxido, que é menos solúvel e tem menor concentração do produto comercial. Conforme Ferreira e Cruz (1991) a fonte mais usada na aplicação no solo é a de sulfato de zinco, que é altamente solúvel em água, seguida da de óxido de zinco, com baixa solubilidade em água. Em experimento realizado no departamento de fitotecnia da UFSM com sementes de arroz irrigado, submetidos ao tratamento de sementes com quatro fontes de zinco e cinco doses, o óxido de zinco reduziu o vigor das plântulas em relação ao sulfato de zinco e outras fontes (OHSE et al.,1997).

Entre as cultivares a QM 1010 foi a mais produtiva (Tabela 2 e Figura 3). As características das cultivares de ciclo médio que, apresentam, de um modo geral, no

Rio Grande do Sul, melhor produtividade do que as muito precoces ou muito tardias, mas esse comportamento pode variar com o local e o manejo utilizado na lavoura (SOSBAI, 2014).

Em experimento realizado a campo na safra 2011/2012 em seis locais no Rio Grande do Sul, ficou afirmado que os híbridos apresentam desempenho superior em relação as cultivares testemunhas para o carácter rendimento de grãos destacando-se entre os híbridos o QM1010 (ROSSO et al.,2013). Este destaca-se pelo uso de baixa densidade de semeadura ( $40\text{kg ha}^{-1}$ ) e alto potencial produtivo, apresentando resistência ao degrane natural das panículas, boa resistência à brusone e tolerância à toxidez por excesso de ferro no solo. Possui grãos longos finos e características industriais e de cocção adequadas ao mercado nacional (SOSBAI, 2014).

**Figura 3** –Três cultivares tratadas com fontes de zinco.



Fonte: Autor.

Em experimentos realizados na região do cerrado, em arroz de sequeiro, não houve diferença significativa entre fontes e modo de aplicação de zinco via solo, via tratamento de sementes e via adubação foliar em relação a produção de grãos (Barbosa Filho, 1994).

O número de panículas foi significativo apenas para o fator cultivar (Tabela 3), no qual a cultivar Irga 424 obteve maior número de panículas por área em relação a cultivar Prime e cultivar QM 1010, porém não ocorreu interação com a fonte de zinco utilizada.

**Tabela 3** - Número de panículas de arroz por área em função de diferentes cultivares e fontes de zinco.

Tratamento	Cultivares		
	Prime	QM 1010	IRGA 424
Testemunha	755 bB	897 bB	1.144 aA
Óxido de zinco	710 bB	1.047 bB	1.138 aA
Sulfato de zinco	724 bB	1.050 bB	1.181 aA
C.V%	10,44	10,44	10,44

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

De forma semelhante BARBOSA FILHO et al.,(1983) observaram que o número de panículas por metro quadrado não foi afetado pelo tratamento de sementes com micronutrientes, sendo que o zinco manteve alto este parâmetro. Estes resultados mostram semelhança com Funguetto (2006), onde o número de panículas por planta, obtido em casa de vegetação, não mostrou significância dos tratamentos, com média dos resultados de 8 panículas por planta, independente dos tratamentos com zinco. A cultivar IRGA 424 apresenta ciclo médio, porte baixo e destaca-se pelo alto potencial produtivo, possui tolerância à toxidez por excesso de ferro e é resistente à brusone (SOSBAI, 2014). Respostas semelhantes ao número de panículas foram encontradas em experimento realizado no ano agrícola 2009/2010 na estação experimental IRGA em Cachoeirinha, sendo que a cultivar Irga 424 apresentou maior número de panícula  $m^{-2}$  em relação as demais cultivares testadas que foram Puitá inta CL e QM 1010 (Soares, 2012).

O número de grãos inteiros foi significativo apenas para o fator cultivar, não havendo interação com a fonte de zinco (Tabela 4), entretanto dados obtidos em pesquisa, em que o número de grãos por panícula e os pesos dos grãos por planta mostraram-se positivamente correlacionados com a dose de zinco e proporcionaram aumento na produção (FUNGUETTO,2006).

**Tabela 4** - Número de grãos cheios de arroz em dez panículas em função de diferentes cultivares e fontes de zinco.

Tratamento	Cultivares		
	Prime	QM 1010	IRGA 424
Testemunha	1.061 bB	1.379 aA	843 bB
Óxido de zinco	975 bB	1.338 aA	945 bB
Sulfato de zinco	958 bB	1.444 aA	874 bB
C.V%	16,85	16,85	16,85

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Entretanto as características dos genótipos estão diretamente relacionado com número de grãos cheios, de maneira semelhante. Soares (2012), afirmou que a cultivar híbrido QM 1010 foi superior as cultivares Puita inta CI e Irga 424 em relação ao número de grãos inteiros por panícula.

Os resultados referentes ao número de grãos falhados em dez panículas e peso de mil grãos (Tabela 5 e 6), foram significativos apenas para o fator cultivares, não ocorrendo significância para os tratamentos com as fontes de zinco.

**Tabela 5** - Número de grãos falhados de arroz em dez panículas em função de diferentes cultivares e fontes de zinco.

Tratamento	Cultivares		
	Prime	QM 1010	IRGA 424
Testemunha	71 bB	137 aA	73 bB
Óxido de zinco	53 bB	128 aA	99 bB
Sulfato de zinco	56 bB	153 aA	52 bB
C.V%	33,17	33,17	33,17

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

**Tabela 6** - Peso de mil grãos(g) de arroz em função de diferentes cultivares e fontes de zinco.

Tratamento	Cultivares		
	Prime	QM 1010	IRGA 424
Testemunha	27.48 bB	30.62 aA	26.81 bB
Óxido de zinco	27.75 bB	30.80 aA	26.19 bB
Sulfato de zinco	27.00 bB	31.65 aA	26.42 bB
C.V%	4,06	4,06	4,06

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Entretanto Lopes, (1999) afirma que a planta estando bem nutrida na fase reprodutiva, pode favorecer a diminuição do abortamento de grãos, ou seja, quanto melhor seu equilíbrio nutricional maior será a capacidade da planta em manter maior número de grãos, o que, conseqüentemente pode influenciar no peso de grãos. Entretanto em experimentos realizados a campo com aplicação de fertilizantes foliares no estágio reprodutivo do arroz irrigado não interferiu no comprimento das panículas, número de espiguetas, peso de mil grãos e rendimento de grãos, não havendo vantagem em seu uso (DARIO et al., 2012).

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O tratamento de sementes de arroz irrigado com zinco na forma de óxido de zinco ou de sulfato de zinco não apresentou resultados significativos para os componentes de rendimento produção de arroz, número de panículas por área, número de grãos cheios e falhados por panícula e peso de mil grãos nas três cultivares avaliadas.

A cultivar híbrido QM 1010 apresentou produção por hectare, número de grãos cheios, peso de mil grãos e número de grãos falhados significativamente maior que as cultivares Prime e IRGA 424.

A cultivar BR IRGA 424 obteve número de panículas por área significativamente maior que as cultivares QM 1010 e PRIME.

Apesar do resultado não ser significativo observou-se uma tendência de que a utilização de zinco nas sementes tenha proporcionado algum incremento na produção e que estes podem ser economicamente importantes, sendo que o zinco na forma de sulfato foi mais eficiente que o zinco na forma de óxido.

Sugere-se repetir o estudo utilizando uma maior diversidade de solos assim como aumentar o número de repetições para reduzir a variabilidade nos dados e verificar se esta tendência se confirma nos próximos anos.

## REFERÊNCIAS

- BARBOSA FILHO, M. P.; FAGERIA, N. K.; FONSECA, J. R. Tratamento de sementes de arroz com micronutrientes sobre o rendimento e qualidade de grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.18, n.3, p.219-222, 1983.
- BARBOSA FILHO, M. P.; DYNIA, J. F.; FAGERIA, N. K. **Zinco e ferro na cultura do arroz**. Embrapa-SPI, Brasília, 1994, 71p.
- BARBOSA FILHO, M. P.; PEREIRA, M. **Nutrição e adubação do arroz (sequeiro e irrigado)**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1987. 129p. (Boletim Técnico, 9).
- BARATA, T. S. **Caracterização do consumo de arroz no Brasil**: Um estudo na Região Metropolitana de Porto Alegre. 2005. 93p. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Centro de Estudos e Pesquisas em Agronegócios, Porto Alegre 2005.
- BISSANI, C.A.; GIANELLO, C.; CAMARGO, F.A.O.; TEDESCO, M. J. **Fertilidade dos solos e manejo da adubação de culturas**. 2. ed. Porto Alegre: Metrópole, 2008. 344p.
- BONNECARRÈRE, R. A. G. et al. Resposta de Genótipos de Arroz Irrigado à Aplicação de Zinco. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia (Uruguaiana)**, Uruguaiana, v. 10, p. 214-222, 2004.
- COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC. **Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 10. Ed. Porto Alegre, 2004. 400p.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**, Brasília, v. 2, n.10 Mensal, 2015.
- DARIO, G.J.A. et al. Adubação foliar na fase reprodutiva do arroz irrigado **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.18 n. 1-4, p.68-80, jan-mar, 2012.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Cultivo do arroz irrigado no Brasil**. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Arroz/ArrozIrrigadoBrasil/cap01.htm>>. Acesso em 12 de Abril de 2015.

ENGLER, R. M.; PATRICK Jr., W. H. Stability of sulfides of manganese, iron, zinc, copper, and mercury in flooded and non flooded soil. **Soil Science**, Baltimore, 1975. In: FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. da. **Micronutrientes na Agricultura**. Piracicaba: Potafos/CNPq, 1991. 734 p.

FLOR, M. C. A.; CHEANEY, R.; NEIRA, P. S. O problema da deficiência do zinco em arroz. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v. 27, n. 282, p. 20-23, 1974.

FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. da. **Micronutrientes na Agricultura**. Piracicaba: Potafos/CNPq, 1991. 734 p.

FERREIRA, D. F. **Sisvar**: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia (UFPA)*, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

HOROWITZ, A.; DANTAS, H.S. Geoquímica dos elementos menores nos solos de Pernambuco. IV. Zinco na zona litoral-mata. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Série Agronomia, Rio de Janeiro, v.11, p. 27-35, 1976.

LEITE, J.P.; SKOGLEY, E. O. Retention and leaching of copper and zinc in "tabuleiro" soils as influenced by nutrient carrier. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, 12:27-34, 1977. In: FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. da. **Micronutrientes na Agricultura**. Piracicaba: Potafos/CNPq, 1991. 734 p.

MAYSUDA, K.; IKUTA, M. Adsorption strength of zinc for soil húmus. I. Relationship between adsorption forms and adsorption strengths of zinc added to soils and soil humus. **Soil Science and Plant Nutrition**, Tokyo, v.15, p.169-174, 1969.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). **Arroz**. 2015 Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/arroz>>. Acesso em 12 de Abril de 2015.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. Viçosa: UFV, 2006. 631p.

MURAOKA, T. **Solubilidade do zinco e do manganês em diversos extratores e disponibilidade desses dois micronutrientes para o feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) cv. Carioca**. 1981. 141p. Piracicaba, Tese (Doutorado em Agronomia). ESALQ/USP, São Paulo, 1981.

DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. B. Micronutrientes. In: FERNANDES, M. S. **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do solo, 2006, p. 327-354.

OHSE, S.; SANTOS, O. S.; MENEZES, N. L.; SCHMIDT, D. Efeito de fontes e doses de zinco sobre a germinação e o vigor de sementes de arroz irrigado. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 19, n. 2, p. 369-373, 1997.

PRADO, R. M. ; NATALE, W. ; MOURO, M. C . Fontes de zinco aplicado via semente na nutrição e crescimento inicial do milho cv. Fort. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 23, n. 2, p. 16-24, Abr./Jun. 2007.

ROZANE, D. E. ; PRADO, R. de M. ; ROMUALDO, L. M. ; SIMÕES, R. R. . Resposta de plântulas de arroz cv. BRS-Soberana à aplicação de zinco via semente. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, p. 847-854, 2008.

ROSSO, F. A. et al **Avaliação de genótipos de arroz híbrido no estado do Rio Grande Do Sul (RS)- Safra 2011/12**. Disponível em:  
<<http://www.cbai2013.com.br/cdonline/docs/trab-1702-243.pdf>> Acesso em 05 junho de 2015.

SANTOS, O.S. Aplicação de zinco em sementes de arroz irrigado e no solo. **Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais**, Guarapuava v.7 n.2 p. 255 - 263 Maio/Ago. 2011.

SOARES, B. G. **Integração de práticas de manejo para diferentes expectativas de produtividade de arroz irrigado**. Disponível em:  
<<http://hdl.handle.net/10183/63308>> Acesso em 07 de junho de 2015.

SCHÖFFEL, E. R. ; LÚCIO, A. D. Comportamento de variedades de arroz sob diferentes doses de zinco aplicada no solo. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia (Uruguaiana)**, Uruguaiana, v. 8, n.1, p. 23-29, 2001.

SLATON, N. A. et al. Evaluation of zinc seed treatments for rice. *Agronomy Journal*, Amsterdam, v. 93, p. 152-157, 2001. In: FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. da. **Micronutrientes na Agricultura**. Piracicaba: Potafos/CNPq, 1991. 734 p.

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