



## INFLUÊNCIA DO TRATAMENTO DE SEMENTES DE ARROZ COM BIOATIVADOR SOB ESTRESSE DE BAIXA TEMPERATURA

Andréia da Silva Almeida<sup>1</sup>, Sandro de Oliveira<sup>2</sup>, Adilson Jauer<sup>3</sup>, Géri Eduardo Meneghello<sup>4</sup>, Bruna Barreto<sup>2</sup>

1. Dra. bolsista PNPd – CAPES Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Universidade Federal de Pelotas- UFPel/FAEM, Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil.

2. Pós-Graduando do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Universidade Federal de Pelotas- UFPel/FAEM, Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil. (sandrofaem@yahoo.com.br).

3. Engenheiro agrônomo, Doutor, Syngenta Crop Protection.

4. Engenheiro agrônomo, Doutor, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Universidade Federal de Pelotas- UFPel/FAEM, Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil.

Recebido em: 12/04/2014 – Aprovado em: 27/05/2014 – Publicado em: 01/07/2014

### RESUMO

O arroz é a fonte de alimento para mais da metade da população mundial. No Brasil a produção concentra-se no Estado do Rio Grande do Sul. Em certas condições de clima, as baixas temperaturas podem tornar o principal limitante da produção. Neste sentido, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a influência do tratamento de sementes de arroz com tiametoxam/lambdacyhalotrin, quando estas são postas para germinar em diferentes temperaturas. Os tratamentos utilizados foram doses do produto (0, 300, 400 e 500 mL/100 kg de sementes<sup>-1</sup>) e diferentes temperaturas para a realização do teste de germinação (25, 20, 16, 13 e 10 °C). As três cultivares foram avaliadas em relação à tolerância a baixa temperatura em resposta aos tratamentos, por meio do teste de germinação, o qual foi realizado com diferentes temperaturas. A contagem de plântulas normais foi realizada aos 7 dias após a semeadura para a temperatura de 25, 20 e 16°C e aos 20 dias para a temperatura de 13 e 10°C, sendo os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais. O tratamento de sementes de arroz com tiametoxam e o lambdacyhalotrin apresentou um acréscimo na germinação. Quando o teste foi realizado nas temperaturas de 10 e 13°C a resposta do tratamento foi mais acentuada. Sementes de arroz, não tratadas apresentam menor germinação em baixas temperaturas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Frio, germinação, recobrimento de sementes, *Oryza sativa* L.,

### INFLUENCE OF SEED TREATMENT OF RICE WITH BIOACTIATOR UNDER STRESS OF LOW TEMPERATURE

#### ABSTRACT

Rice is the food source for most of the world population. In Brazil, production is concentrated in the state of Rio Grande do Sul. In certain weather conditions low temperatures can become the primary limiting factor of production. In this sense, the

objective of this study was to evaluate the influence of treatment of rice seeds with thiamethoxam / lambdacyhalotrin when they are germinated at different temperatures. The treatments were the product doses (0, 300, 400 and 500 kg of seeds ML100-1) and different temperatures for the completion of germination (25, 20, 16, 13 and 10°C). The three cultivars were evaluated for tolerance in response to low temperature treatment, through germination, which was carried out at different temperatures. The count of normal seedlings was recorded 7 days after sowing for the temperature of 25, 20 and 16°C and at 20 days for the temperature of 13 and 10°C, with the result expressed as a percentage of normal seedlings. The treatment of rice seeds with thiamethoxam and lambdacyhalotrin showed an increase in germination. When the test was carried out at temperatures of 10 and 13°C treatment response was more pronounced. Rice seeds, untreated have lower germination at low temperatures.

**KEYWORDS:** *Oryza sativa* L., seed coating, seed germination, cold.

## INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.) é o principal alimento para a grande parte da população mundial, constituindo-se, juntamente com o trigo e o milho, nos alimentos mais produzidos no mundo. No Brasil, foram cultivados na safra 2013/2014 aproximadamente 2,5 milhões de hectares de arroz. Sendo os Estados do Rio Grande do Sul (RS) e Santa Catarina (SC) os maiores produtores, correspondendo respectivamente, com 66 e 8% da produção nacional (CONAB, 2014).

As baixas temperaturas representam um dos principais limitantes para a produtividade do arroz em diversas regiões do mundo (HASTHANASOMBUT et al., 2011). A faixa de temperatura ótima para a produção do arroz encontra-se entre 25°C e 30°C, sendo que temperaturas inferiores a 20 °C geralmente são prejudiciais (YOSHIDA, 1981). Devido à origem tropical da cultura, todo e qualquer estágio de desenvolvimento da planta é sensível à temperatura baixa, porém, os estágios de germinação e desenvolvimento inicial das plântulas e o reprodutivo, são os mais prejudicados pela ocorrência de frio (CRUZ & MILLACH, 2000).

A resistência a baixas temperaturas é buscada nas fases iniciais de desenvolvimento da planta (germinação/emergência e plântula), com o propósito de antecipar a semeadura, aumentando também a janela de semeadura, além de evitar que a etapa reprodutiva coincida com a época de início de frio (março), quando contornar o problema se torna mais difícil. Além disso, com a semeadura antecipada, o período reprodutivo acontece numa época de maior intensidade de radiação solar (dezembro/janeiro), favorecendo o aumento da produtividade (MERTZ et al., 2009).

Os produtos químicos utilizados na agricultura, dentre eles inseticidas e fungicidas, normalmente são avaliados quanto à eficiência no controle de pragas e doenças, entretanto, alguns deles podem provocar efeitos capazes de modificar o metabolismo e a morfologia vegetal (CASTRO et al., 2007).

O inseticida tiametoxam utilizado no tratamento de sementes, quando absorvido é transportado dentro da planta através de suas células, ativando várias reações fisiológicas como a expressão de proteínas. Estas proteínas interagem com vários mecanismos de defesa de estresses da planta, permitindo que ela enfrente melhor as condições adversas, tais como secas, baixo pH, alta salinidade de solo, radicais livres, estresses por temperatura altas, efeitos tóxicos de níveis elevados de alumínio, ferimentos causados por pragas, ventos, granizo, ataque de viroses e

deficiência de nutrientes (ALMEIDA et al., 2009). Além disso, possui também efeito fitotônico, isto é, desenvolvimento mais rápido do vegetal expressando melhor seu vigor.

Em arroz, foi observado aumento da germinação, vigor, produtividade, área foliar e radicular, estande mais uniforme, uniformidade na emergência e melhor desenvolvimento inicial (CLAVIJO, 2008). E assim, reduz o tempo para estabelecimento da cultura no campo, diminuindo os efeitos negativos de competição com plantas daninhas ou por nutrientes essenciais presentes no solo (CATANEO, 2008). Sob condições de campo, as plantas são normalmente expostas a vários fatores de estresses que podem reduzir sua capacidade de expressar e atingir seu potencial genético de produtividade. Plantas tratadas com tiametoxam apresentam maior tolerância a estes fatores de estresse e, conseqüentemente, podem se desenvolver mais vigorosamente em condições subótimas, permitindo melhores chances de atingir seu potencial genético de produtividade.

O tiametoxam /Lambda cyhalotrin tem sido muito utilizado no controle de pragas na cultura da soja (FARIAS et al., 2006), do milho (AVILA & DUARTE, 2012) e trigo (MACHADO & SANTOS, 2013), com poucas informações sobre seu efeito no tratamento de semente. Diante disso, o objetivo do trabalho foi avaliar a influência do tratamento de sementes de arroz com tiametoxam/lambdacyhalotrin, quando as sementes de arroz são submetidas à baixa temperatura.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no Laboratório Didático de Análise de Sementes (LDAS), pertencente ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes (FAEM/UFPel). Foram utilizadas sementes de três cultivares de arroz (BR IRGA 418, BR IRGA 424 e Puita INTA CL).

As sementes foram tratadas com um produto comercial contendo 210 gramas de ingrediente ativo tiametoxam e 37,5 gramas de ingrediente ativo Lambda cyhalotrin por litro de produto. Os tratamentos utilizados foram doses do produto (0, 300, 400 e 500 mL 100 kg de sementes<sup>-1</sup>) e diferentes temperaturas para a realização do teste de germinação (25, 20, 16, 13 e 10 °C). O recobrimento das sementes foi realizado seguindo a metodologia utilizada por NUNES (2005), que consiste num método manual em sacos plásticos (3L), onde com o auxílio de uma pipeta graduada, as doses foram aplicadas diretamente no fundo dos sacos plásticos e espalhadas até uma altura de 15 cm. O volume de calda utilizado foi de 0,6 L /100 kg de sementes, a qual foi completada com água destilada, sendo suficiente para promover uma distribuição uniforme do produto sobre as sementes. Posteriormente, as sementes foram posta no fundo do saco plástico e agitadas por aproximadamente três minutos até estarem uniformemente tratadas. Após o tratamento, as sementes foram secas em temperatura ambiente por um período de 24 horas.

As três cultivares foram avaliadas em relação à tolerância a baixa temperatura em resposta aos tratamentos, por meio do teste de germinação sendo utilizadas três repetições com oito sub-amostras de 50 sementes (400 sementes por repetição) para cada cultivar. As sementes foram colocadas para germinar em rolos de papel *germitest*, os quais foram previamente umedecidos com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes o seu peso seco, seguindo os critérios estabelecidos pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). A contagem de plântulas normais foi realizada aos sete dias após a semeadura para a temperatura de 25, 20

e 16°C e aos 20 dias para a temperatura de 13 e 10°C, sendo os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais.

Foram conduzidos estudos independentes para cada cultivar, utilizando delineamentos experimentais inteiramente casualizado, em fatorial 4 x 5 (doses do produto x temperaturas), com quatro repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e havendo significância dos dados foi realizada regressão polinomial. Para a análise estatística foi utilizado o Sistema de Análise Estatística Winstat versão 1.0 (MACHADO & CONCEIÇÃO, 2003).

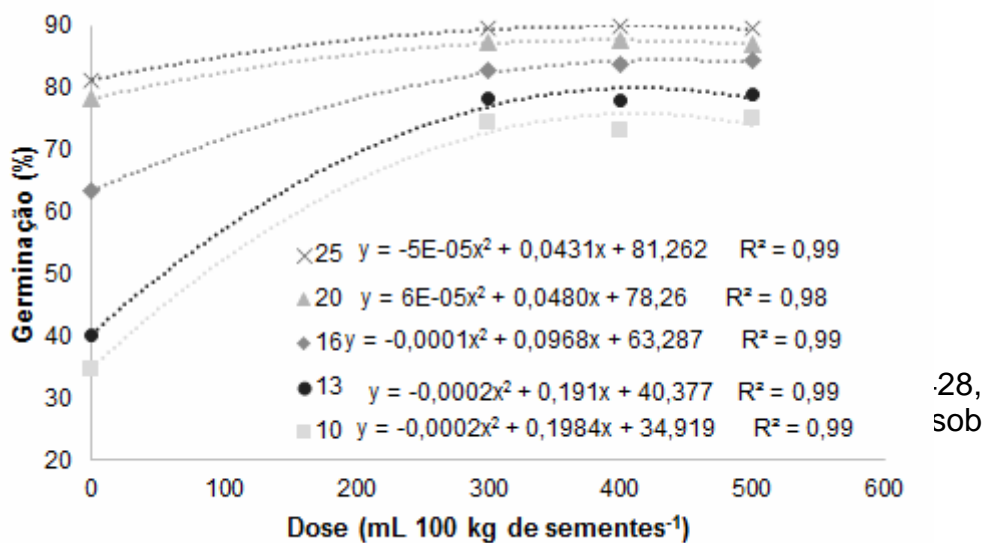
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados, pode-se observar que as sementes de arroz das cultivares BR IRGA 428, BR IRGA 424 e Puita INTA CL tratadas com tiametoxam/Lambda cyhalotrin, foram superiores em todas as temperaturas testadas, quando comparadas com os valores obtidos na dose zero (sem aplicação de tiametoxam/Lambda cyhalotrin), variando apenas a intensidade dessa diferença devido à dose utilizada e da temperatura.

Ao analisar os dados apresentados na Figura 1, constata-se que as sementes apresentaram acréscimos significativos na germinação quando são tratadas, independentes da temperatura em que o teste foi realizado, podendo ainda observar que esses acréscimos são mais evidenciados nas menores temperaturas (10, 13 e 16°C), sendo que estas foram as mais adversas, mas quando as sementes são tratadas independente da dose apresentaram germinação superior a dose zero. Na temperatura de 10°C esse acréscimo foi em média 49 pontos percentuais no ponto de máxima eficiência que foi na dose de 496 mL mL/100 kg de sementes. Já na temperatura de 13°C, no ponto de máxima eficiência ocorreu um acréscimo de aproximadamente 46 pontos percentuais, quando comparado com a dose zero. Para a temperatura de 16°C a dose de máxima eficiência foi 484 mL mL/100 kg de sementes, com um acréscimo na germinação de aproximadamente 23 pontos percentuais. Nas temperaturas de 20 e 25°C esse aumento foi em média de 9 pontos percentuais quando comparadas com a dose zero, com pontos de máxima eficiência nas doses de 400 e 431 mL mL/100 kg de sementes respectivamente.

Em estudo realizado com diferentes cultivares de arroz expostas ao frio durante a germinação resultou em alterações fisiológicas ocorridas em decorrência do frio, constatando-se que o estresse ocasionado pelas baixas temperaturas provocou prejuízos à germinação em todas cultivares de arroz avaliadas (MERTZ, et al., 2009). Da mesma forma pode ser observado nesta pesquisa, onde nas sementes de arroz não tratadas, em temperaturas mais baixas a porcentagem de germinação foi menor. Porém, quando as sementes foram tratadas com tiametoxam constata-se que mesmo em temperaturas baixas o efeito negativo do frio é amenizado, proporcionando acréscimos na porcentagem de germinação de plântulas normais.

O tratamento com tiametoxam favoreceu positivamente a qualidade fisiológica das sementes de arroz (ALMEIDA et al., 2011), da mesma forma em sementes de soja foi observado que o tiametoxam provocou aceleração da germinação das sementes, induzindo maior desenvolvimento do eixo embrionário minimizando os efeitos negativos em situações de estresse (CATANEO, 2008). Sendo que o mesmo efeito positivo foi observado também em sementes de cenoura (ALMEIDA et al., 2009) e em sementes de algodão (LAUXEN et al., 2010).

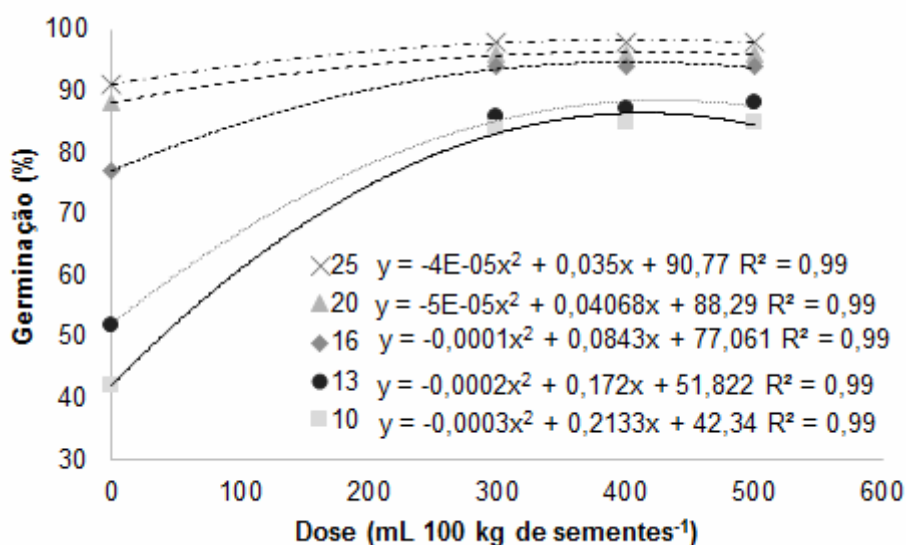


.28,  
sob

Na Figura 2, pode-se observar que as sementes tratadas com tiametoxam/Lambda cyhalotrin, nas diferentes temperaturas tiveram acréscimos positivos em relação a dose zero, sendo que o efeito do tratamento foi mais evidenciado nas menores temperaturas, as quais são mais prejudiciais a germinação das sementes, mostrando assim o bom desempenho do tratamento. Os resultados encontrados neste trabalho corroboram com os obtidos por CASTRO et al., 2007, trabalhando com soja e por CLAVIJO (2008) com arroz, ao afirmarem que sementes tratadas com tiametoxam tiveram sua germinação acelerada por estimularem a atividade de enzimas, além de terem apresentado estande e emergência mais uniforme e melhor arranque inicial. Também em sementes de soja, CATANEO (2008) observaram que o tiametoxam acelera a germinação, induz maior desenvolvimento do eixo, já que os efeitos do Lambda cyhalotrin não são ainda conhecidos, contudo sabe-se que ele não inibe o efeito de bioativador do tiametoxam.

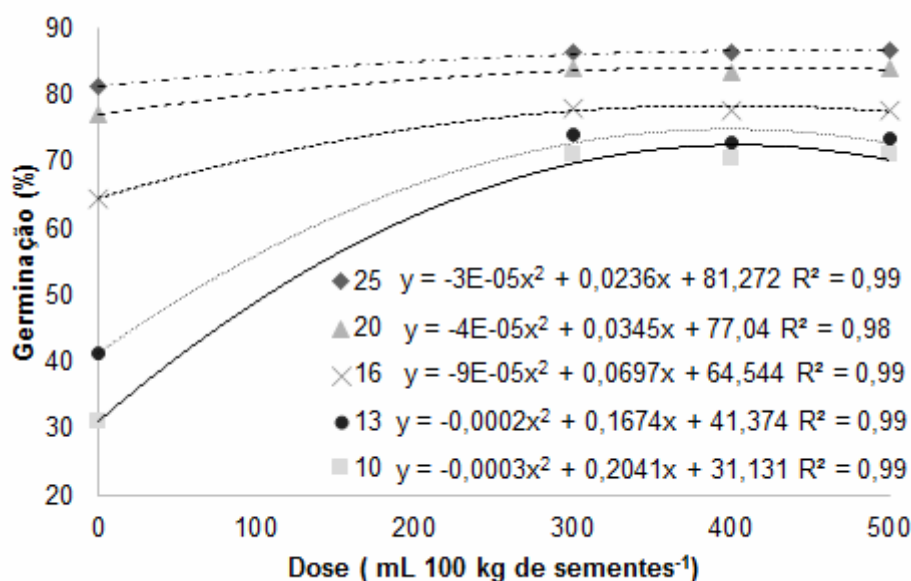
Segundo YADAV (2010) temperaturas baixas diminuem a velocidade do metabolismo de conversão do amido do endosperma para açúcar dentro da sementes. O que pode retardar a germinação em campo, prolongando o período de emergência e a exposição das sementes a patógenos de solo, podendo então ocasionar a redução da densidade de plantas, ou gerar plantas fracas e desuniformes (DUNAND, 1993, CRUZ, 2010).

De acordo com CRUZ et al. (2010) em ensaio de sobrevivência, com plântulas de arroz da cultivar Irga 424, submetidas a temperatura de 10°C por dez dias e avaliados quanto a sobrevivência após sete dias de recuperação sob temperatura normal, apenas 2,5% das plântulas sobreviveram ao estresse ao frio. Tais justificativas podem explicar a baixa porcentagem de plântulas normais observadas nas sementes não tratadas, nas temperaturas de 10 e 13°C. No entanto, cabe salientar o efeito positivo do tratamento de sementes com tiametoxam/Lambda cyhalotrin, que proporcionaram maiores percentuais de plântulas normais, mesmo nas temperaturas mais baixas (10 e 13°C).



**FIGURA 2.** Germinação (%), sementes de arroz cultivar BR IRGA 424, tratadas com tiametoxam/ Lambda cyhalotrin sob diferentes temperaturas.

De acordo com o que observa-se, na Figura 3, que diz respeito aos resultados da cultivar de arroz Puita INTA CL, as sementes quando tratadas com tiametoxam/Lambda cyhalotrin apresentaram aumentos em relação a dose zero, em todas as temperaturas em que o teste foi realizado, sendo que como nas demais cultivares, o aumento nos percentuais de germinação foram mais acentuados nas menores temperaturas. A dose de aproximadamente 400 mL/100 kg de sementes apresentou em média os maiores acréscimos em todas temperaturas estudadas, sendo os pontos de máximo percentual de plântulas normais nas doses de 393, 431, 387, 418 e 340 mL/100 kg de sementes, nas temperaturas de 25, 20, 16, 13 e 10 graus centígrados, respectivamente. Nas temperaturas que mais se obteve incremento na germinação (10 e 13°C), obteve-se germinações de 65,8 e 76,4 pontos percentuais, sendo os acréscimos de aproximadamente 35 pontos percentuais quando comparado a dose zero. Resultados contrários foram observados em estudo com sementes de girassol, onde o tratamento das sementes com fungicidas, inseticidas e suas associações, não promoveram efeitos na germinação nem no vigor das sementes (GRISI et al., 2009). Também em sementes de girassol DAN et al. (2012) não observaram diferenças entre os diferentes inseticidas utilizados no tratamento de sementes e a testemunha, logo após o tratamento e aos 15 dias após o tratamento das sementes.



**FIGURA 3.** Germinação (%), sementes de arroz cultivar Puita INTA CL, tratadas com tiametoxam/ Lambda cyhalotrin sob diferentes temperaturas.

O estresse ocasionado pelas baixas temperaturas (13°C) provocou prejuízos à germinação em todas as cultivares de arroz avaliadas, em decorrência das alterações fisiológica provocadas pelo frio (MERTZ, et al., 2009). Da mesma forma pode ser observado nesta pesquisa, em que todas as cultivares sementes de arroz não tratadas. No entanto, quando as sementes foram tratadas pode-se observar que o efeito do frio não foi tão drástico como nas sementes não tratadas, mostrando assim os benefícios do tiametoxam na germinação das sementes de arroz. De acordo com ALMEIDA et al. (2009) o tiametoxam é transportado dentro da planta através de suas células e ativa várias reações fisiológicas como a expressão de proteínas da membrana. Segundo ALBERTS (2002), as proteínas das membranas estão geralmente associadas a carboidratos, lipídeos ou a cadeias de polissacarídeos e estas proteínas interagem com vários mecanismos de defesa de estresses da planta. Com isso, permite que ela enfrente melhores condições adversas, tais como secas, baixo pH, alta salinidade de solo, radicais livres, estresses por temperatura altas, efeitos tóxicos de níveis elevados de alumínio, ferimentos causados por pragas, ventos, granizo, ataque de viroses e deficiência de nutrientes (ALMEIDA et al., 2009).

O tratamento de sementes de arroz com o produto comercial que contém 210 gramas de ingrediente ativo tiametoxam e 37,5 gramas de ingrediente ativo Lambda cyhalotrin por litro de produto, promove acréscimos na porcentagem de plântulas normais nos cultivares estudadas, sendo estes acréscimos mais evidenciados, quando realizado o teste de germinação em baixas temperaturas, mostrando assim, ser eficiente e podendo trazer benefícios para as sementes quando semeadas em temperaturas mais amenas.

### CONCLUSÕES

O tratamento de sementes de arroz com tiametoxam e o lambdacyhalotrin apresentou acréscimo na germinação. Quando o teste foi realizado nas



temperaturas de 10 e 13 °C a resposta do tratamento é mais acentuada. Sementes de arroz, não tratadas apresentam menor germinação em baixas temperaturas.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A. S.; CARVALHO, I.; DEUNER, C.; TILLMANN, M. A. A.; VILLELA, F. A. Bioativador no desempenho fisiológico de sementes de arroz. **Revista brasileira de Sementes**, v. 33, n. 3, 2011.

ALMEIDA, A. S.; TILLMANN, M. A. A.; VILLELA, F. A.; PINHO, M. S. Bioativador no desempenho fisiológico de sementes de cenoura. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 3, p. 87-95, 2009.

ALBERTS, B. **Fundamentos da Biologia Celular**: uma introdução à biologia molecular da célula, Porto Alegre: Artmed, 2002.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Disponível em: [http://www.agricultura.gov.br/arq\\_editor/file/2946\\_regras\\_analise\\_\\_sementes.pdf](http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/2946_regras_analise__sementes.pdf). Acesso, 09 de abril de 2014.

CASTRO, P. R. C.; PEREIRA, M. A. Bioativadores na agricultura. **Tiametoxam: uma revolução na agricultura brasileira**: GAZZONI, D. L. (Ed.). 2008, p. 118-126.

CASTRO, P. R. C.; PITELLI, A. M. C. M.; PERES, L. E. P.; ARAMAKI, P. H. Análise da atividade reguladora de crescimento vegetal de tiametoxam através de biotestes. **Publicatio**. UEPG (Ponta Grossa), v. 13, p. 25-29, 2007.

CATANEO, A. C. Ação do Tiametoxam (Thiametoxam) sobre a germinação de sementes de soja (Glicine Max.L): Enzimas envolvidas na mobilização de reservas e na proteção contra situação de estresse (deficiência hídrica, salinidade e presença de alumínio). **Tiametoxam: uma revolução na agricultura brasileira**. Gazzoni, D.L. (Ed.). 2008, p. 123-192.

CATANEO, A. C. **Ação do Tiametoxam (Thiametoxam) sobre a germinação de sementes de soja (Glicine Max.L): Enzimas envolvidas na mobilização de reservas e na proteção contra situação de estresse (deficiência hídrica, salinidade e presença de alumínio)**. In: GAZZONI, D. L. (Coord.). **Tiametoxam: uma revolução na agricultura brasileira**. Petrópolis, RJ; Ed. Vozes, p.123-192, 2008.

CLAVIJO, J. **Tiametoxam: un nuevo concepto em vigor y productividad**. Bogotá, Co; Ed. Arte Litográfico, pp.196. 2008.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento de safra brasileira**: Sexto levantamento de grãos, safra 2013/2014. Disponível em: [http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14\\_03\\_12\\_08\\_41\\_24\\_boletim\\_graos\\_marco\\_2014.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14_03_12_08_41_24_boletim_graos_marco_2014.pdf).

CRUZ, P. R. Exigências climáticas para a cultura do arroz irrigado. Boletim técnico 11. Cachoeirinha: IRGA/Estação experimental, Seção de Melhoramento Genético, pp.36, 2010.



CRUZ, R. P. da; MILLACH, S. C. K. Melhoramento genético para tolerância ao frio em arroz irrigado. Revisão Bibliográfica. **Ciência Rural**, v. 30, n. 5, p. 909–917, 2000.

DAN, L. G. M.; GOULART, M. M. P.; DAN, H. A.; SILVA, A. G.; BARROSO, A. L. L.; BRACCINI, A. L.; MENEZES, J. F. S. Desempenho de sementes de girassol tratadas com inseticidas sob diferentes períodos de armazenamento. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**. v. 6, n.1, p. 30, 2012.

CRUZ, R. P.; DUARTE, I. T. L.; CABREIRA, C. Inheritance of race cold tolerance at the seedling stage. *Sicentia Agricola*, v. 76, n. 6, p. 660-674, 2010.

DUNAND, R. T. Gibberellic acid seed treatment in rice. *Louisiana Agricultural Experiment Station*, n. 842, p. 19, 1993.

GRISI, P. U.; SANTOS, C. M.; FERNANDES, J. J.; SÁ JÚNIOR, A. Qualidade das sementes de girassol tratadas com inseticidas e fungicidas. **Bioscience Journal**, v. 25, n. 4, p. 28-36, 2009.

HASTHANASOMBUT, S.; PAISARNWIPATPONG, N.; TRIWITAYAKORN, K.; KIRDMANEE, C.; SUPAIBULWATANA, K. Expression of OsBADH1 gene in Indica rice (*Oryza sativa* L.) in correlation with salt, plasmolysis, temperature and light stresses. **Plant Omics Journal**, v. 4, n. 7, p. 400-407, 2011.

LAUXEN, L. R.; VILLELA, F. A.; SOARES, R. C. Desempenho fisiológico de sementes de algodão tratadas com tiametoxam. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 3, p. 61-68, 2010.

MERTZ, L. M.; HENNING, F. A.; SOARES, R. C.; BALDIGA, R. F.; PESKE, F. B.; MORAES, D. M. Alterações fisiológicas em sementes de arroz expostas ao frio na fase de germinação. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, Nota científica, 2009.

YADAV, S. K. Cold stress tolerance mechanisms in plants. **Agronomy for sustainable development**, v. 30, p 515-527, 2010.

YOSHIDA, S. **Fundamentals of rice cropscience**. Los Bãnos: International Rice Research Institute, 1981. Cap. 1. Growth and development of the rice plant: p. 1-63.