

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA

SLLOANE DO VALLE NOGUEIRA FERNANDES

APLICAÇÃO FOLIAR DE DOSES DE BIOESTIMULANTE EM ARROZ
INUNDADO

Uberlândia-MG
16 dezembro 2019

SLLOANE DO VALLE NOGUEIRA FERNANDES

**APLICAÇÃO FOLIAR DE DOSES DE BIOESTIMULANTE EM ARROZ
INUNDADO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Agronomia, da
Universidade Federal de Uberlândia, como
requisito parcial para obtenção do título de
Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Hamilton Seron Pereira

Uberlândia-MG
16 dezembro 2019

SLLOANE DO VALLE NOGUEIRA FERNANDES

**APLICAÇÃO FOLIAR DE DOSES DE BIOESTIMULANTE EM ARROZ
INUNDADO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Agronomia, da
Universidade Federal de Uberlândia, como
requisito parcial para obtenção do título de
Engenheiro Agrônomo.

Banca:

Prof. Dr. Hamilton Seron Pereira

Orientador

Eng^a. Agr. MSc. Ana Carolina Pereira de Vasconcelos

Coorientadora

Eng. Agr. MSc. Thiago Prudente Siqueira

Membro da banca

Uberlândia-MG,

16 dezembro 2019

AGRADECIMENTOS

Primeiro a Deus por me dar forças de uma forma que nunca imaginei possuir para concluir esse sonho que é ser Agrônoma. Ao meu filho Lucas por ser esse presente divino, que veio tornar a minha vida mais feliz. Ao meu marido por estar comigo nos momentos de altos e baixos, por estudar comigo e se dispor ao longo de todos esses anos, me apoiando, amando e não medindo esforços para eu realizar meu sonho.

Aos meus pais Bruno e Vallyana, que me deram suporte, e não mediram esforços para a conclusão do meu curso.

Aos meus Sogros pelo amor e apoio, em especial a minha sogra Ivanete por ser uma segunda mãe e uma vovó tão presente, me apoiando neste momento tão complexo.

Aos meus irmãos Emanuelle, Caio e Samuel pelo companheirismo e incentivos.

Ao meu orientador Hamilton Seron, que me concedeu a oportunidade de trabalhar e fazer parte do LAFER. Agradeço por sua competência e por sempre estar disposto nos momentos em que mais precisei.

Aos amigos e coorientadores, Ana Carolina Vasconcelos e Thiago Prudente, pela amizade, ensinamentos, paciência, pelo suporte em todo o decorrer do trabalho e em vários momentos que eu precisei, por suas correções e incentivos, pelo exemplo que são.

RESUMO

O arroz é caracterizado como o principal alimento de mais da metade da população mundial e a interferência de doenças sobre a cultura reduz quantitativamente a produção, bem como qualitativamente, através da depreciação da qualidade final do grão do arroz. A brusone (*Pyricularia grisea*) é reconhecida como a mais importante doença da cultura, podendo acarretar danos de até 100% na produtividade do arroz. Os bioestimulantes são uma alternativa promissora no controle de doenças, já que as suas diversas formulações promovem efeitos positivos quantitativos e qualitativos. O objetivo deste trabalho foi avaliar e comparar duas fontes bioestimulantes à base de extrato de algas e silício e sua influência em arroz com e sem a presença de *Pyricularia grisea*. O experimento foi realizado em casa de vegetação pertencente à Universidade Federal de Uberlândia. Foram utilizados vasos de 10 kg, com solo classificado como Neossolo Quartzarênico. Utilizou-se a cultivar IRGA-421, adaptada ao cultivo inundado. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com três repetições, em arranjo fatorial (2x2x2+2). Os tratamentos consistiram de duas doses de bioestimulantes (1,50 e 3,00 L ha⁻¹), uma contendo concentrações de 5,7% de zinco, 17% de fósforo, 13% de nitrogênio e 2,5% de manganês, sendo esta uma formulação comercial e outra com concentrações de 1,5% de Si, 1,5% de K e 0,5% de Zn, aplicados aos 20 dias após a emergência (DAE) e no perfilhamento (V4) e duas testemunhas, sem aplicação de bioestimulantes, os tratamentos foram testados com e sem inoculação de *Pyricularia grisea*. Foram avaliados os teores de macro e micronutrientes, massa seca de raízes (MSR) e de parte aérea (MSA), valores de clorofila, produção por vaso, produtividade e massa de 100 grãos. Foram testadas as pressuposições dos dados obtidos, os quais foram submetidos à análise de variância pelo teste de Tukey e Dunnett a 0,05 de significância. O uso dessas fontes bioestimulantes na cultura do arroz, em condições de casa de vegetação, altera os teores foliares de Ca e Mg, na presença e ausência de *Pyricularia grisea* em função das diferentes doses de bioestimulante. A aplicação do produto comercial altera os teores de Zn e Si, em função das doses, aplicadas. A aplicação dos bioestimulantes não alteram os teores foliares de N, P, K, S, Fe, Cu, Mn e valores de Clorofila (SPAD) em função das diferentes doses de bioestimulante. O uso de bioestimulantes não influenciaram a MSR e MSA na cultura do arroz, no entanto, a presença do inóculo de *Pyricularia grisea* proporcionou maior peso médio de MSA.

Palavras-chave: Adubação foliar; agroquímicos de regulação hormonal; *Ascochylla nodosum*; brusone; *Oryza sativa*.

SUMÁRIO

1. Introdução.....	4
2. Material e Métodos.....	5
3. Resultados e Discussão	8
4. Conclusões	18
5. Referências.....	19

1. INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.) é uma planta da família Poaceae (Gramineae), monocotiledônea e é uma das culturas mais consumidas do mundo. Por ser uma planta de ampla adaptação em diferentes tipos de solo, clima e devido ao seu potencial produtivo, é cultivada em vários locais do mundo, com estimativa de produtividade de 487,8 milhões de toneladas para a safra de 2018/19 (CONAB, 2018).

O arroz é caracterizado como o principal alimento de mais da metade da população mundial, somente na Ásia, 60 a 70% do consumo calórico de mais de 2 bilhões de pessoas é proveniente do arroz e seus subprodutos (SNA, 2018). Em 2017, o comércio mundial de arroz atingiu um nível recorde de 47,4 milhões de toneladas, um aumento de 14% em relação a 2016 (FAO, 2018). No entanto, a confirmação destes patamares produtivos sofreu a interferência de doenças sobre a cultura, vindo a reduzir quantitativamente a produção, bem como qualitativamente, através da depreciação da qualidade final do grão do arroz (MADALOSSO, 2014).

A brusone (*Pyricularia grisea*), pode causar danos de até 100% na produtividade do arroz (PRABHU et al., 2009), sendo assim reconhecida como a mais importante doença da cultura, por limitar o potencial produtivo e vida útil das cultivares. A doença pode ocorrer em todos os órgãos e fases de desenvolvimento da cultura, causando perdas desde o desenvolvimento de grãos até a esterilização completa das panículas (PRABHU, 2003). Por possuir uma alta variabilidade genética o patógeno tem seu controle dificultado mediante sua rápida adaptação a cultivares disponíveis no mercado (PRABHU, 2003).

O uso de bioestimulante pode ser uma alternativa e uma estratégia para auxiliar as plantas na superação de estresses abióticos e danos causados por doenças como a brusone, uma vez que atuam como incremento hormonal e nutricional (LANA et al., 2009). A aplicação de bioestimulantes nos estádios iniciais de desenvolvimento da plântula, assim como sua utilização no tratamento de sementes, pode estimular o crescimento radicular, atuando na recuperação mais acelerada das plântulas em condições desfavoráveis. (LANA et al., 2009).

A crescente utilização de bioestimulantes em plantas cultivadas tem por finalidade alcançar aumentos na produção (DARIO, 1988). Almejando possibilitar o aumento do potencial fisiológico das sementes desta cultura e em outras, bem como aumento sua produtividade, o uso do bioestimulante na agricultura tem mostrado grande potencial, agregando de forma quantitativa e qualitativa na produção das culturas (ZAMBOLIM, 2012).

Muitos autores definem os bioestimulantes, como substâncias naturais ou sintéticas, oriundos da mistura de dois ou mais biorreguladores vegetais ou destes com outras substâncias (aminoácidos, nutrientes e vitaminas), que podem ser aplicados diretamente nas plantas ou em tratamento de sementes (KLAHOLD et al., 2006) e utilizados como condicionadores do sistema solo-planta, que são os bioestagroquímicos de controle hormonal, mais conhecidos como biorreguladores, bioestimulantes e bioativadores, além de fitoquímicos antiestressantes e complexantes, que têm apresentado crescente importância na agricultura (CASTRO, 2008).

Estes produtos, quando aplicados exógenamente, possuem ações similares aos grupos de reguladores vegetais conhecidos (citocininas, giberelinas, auxinas, ácido abscísico e etileno), sendo capazes de modificar processos morfológicos e fisiológicos dos vegetais (CASTRO; VIEIRA, 2001). Segundo Silva et al. (2008), estas substâncias favorecem a expressão do potencial genético da planta, por promover equilíbrio hormonal e estimular o crescimento aéreo e radicular. De acordo com Baliza et al. (2007), em plantas acumuladoras de Silício (Si), como o arroz, após a absorção desse elemento pelas plantas, o Si é polimerizado nas células da epiderme foliar, formando uma camada rígida que dificulta o ataque de diversas pragas e doenças.

Com o avanço da biotecnologia, da bioquímica e da fisiologia vegetal, novos compostos têm sido identificados nos vegetais, sendo que os avanços tecnológicos têm promovido a síntese de novas moléculas, que, aplicadas às plantas, mostram-se eficientes para a sua proteção e para a geração de aumentos em produtividade (CASTRO, 2008). Porém no Brasil, ainda há a dificuldade de registro de produtos que mesmo em classificação de baixo ou nenhum risco, são extremamente burocráticos e onerosos, dificultando o acesso destas novas tecnologias aos produtores.

O objetivo deste trabalho foi avaliar duas fontes bioestimulantes à base de extrato de algas e silício e sua influência em arroz, com e sem a presença de *Pyricularia grisea*.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, localizada no município de Uberlândia, Minas Gerais, na Universidade Federal de Uberlândia (UFU). O experimento foi implantado no dia 11 de setembro de 2015, com avaliação aos 50 e 105 DAE.

Foram utilizados vasos com 10 kg de solo, classificado como Neossolo Quartzarênico Órtico Típico (GOIS, 2013), cuja análise química foi realizada no Laboratório de Análise de Solos da Universidade Federal de Uberlândia (LABAS/UFU), seguindo metodologia da

EMBRAPA (2011). O teor de Si no solo foi determinado no Laboratório de Fertilizantes da Universidade Federal de Uberlândia (LAFER/UFU), conforme metodologia de Korndörfer et al. (2004).

Tabela 1 - Caracterização química do solo anterior à instalação do experimento.

pH	Al ³⁺	H+Al	SB	T	CTC	V			M	M.O.	
			cmol _c dm ⁻³			%				g kg ⁻¹	
4,1	0,4	2,80	0,64	1,04	3,44	18,6			38,5	1,9	
P	P rem	Si	S	K	Ca	Mg	B	Cu	Fe	Mn	Zn
12,2	16,8	3,6	18	0,04	0,5	0,1	0,08	0,8	57	1,5	1,0

P, K = (HCl 0,05 N + H₂SO₄ 0,025 N); Al, Ca, Mg = (SPT 1 N); M.O. = (Walkley-Black); Si = (CaCl₂ 0,5 mol L⁻¹); SB = Soma de bases / t = CTC efetiva / T = CTC a pH 7,0 / V = Sat. por Bases / m = Sat. por Al.

A correção do solo foi realizada utilizando-se carbonato de cálcio (CaCO₃) e carbonato de magnésio (MgCO₃) (p.a.) nas quantidades de 0,75 e 0,21 g kg⁻¹ por vaso, respectivamente. O solo foi incubado por 60 dias, sendo fornecido umidade suficiente para que os corretivos pudessem reagir durante todo o período. Para a definição da umidade ideal, foram realizados teste de capacidade de campo e reposição da água perdida por evaporação.

Antes da semeadura, foram incorporados ao solo 400 mg kg⁻¹ de fósforo (P) e 200 mg kg⁻¹ de potássio (K), provenientes das fontes MAP e KCl, respectivamente, e 50 mg kg⁻¹ do produto FTE BR-12 contendo 9% zinco (Zn), 7,1% cálcio (Ca), 5,7% enxofre (S), 2% manganês (Mn), 1,8% boro (B), 0,8% cobre (Cu) e 0,1% Mo. A semeadura do arroz foi realizada distribuindo-se 10 sementes viáveis por vaso, a uma profundidade de 2 cm, utilizando-se a variedade de arroz inundado IRGA-421. Aos 10 DAE, foi realizado o desbaste, deixando-se oito plantas por vaso. Aos 15 e 30 DAE, foi realizada a adubação de cobertura parcelada, sendo utilizados 100 mg kg⁻¹ por cobertura, totalizando 200 mg kg⁻¹, com sulfato de amônio diluído em água a uma concentração de 5 g L⁻¹ de N. Foram aplicados 100 mL da solução por vaso.

Os tratamentos consistiram de duas doses de bioestimulantes (1,50 e 3,00 L ha⁻¹) à base de extrato de *Ascophyllum nodosum* e duas testemunhas, sem aplicação de bioestimulantes, os tratamentos foram testados com e sem inoculação de *Pyricularia grisea* (1,5 x 10⁵ mL⁻¹). Os

bioestimulantes foram aplicados via foliar, sendo um produto comercial contendo nutrientes, com as concentrações de 5,7% de Zn, 17% de P_2O_5 , 13% de N e 2,5% de Mn (Produto A) e uma fonte bioestimulante contendo silicato de potássio enriquecido com zinco, nas concentrações de 1,5% de Si, 1,5% de K_2O e 0,5% de Zn (Produto B); ambos contendo pequenas quantidades de auxina, ácido abscísico e citocininas, especialmente iP e iPR. As plantas foram inoculadas após 24 horas da aplicação dos tratamentos com auxílio de pulverizador, de forma a se atingir o ponto de molhamento máximo na superfície da folha, sem que houvesse escoamento superficial. Os vasos foram isolados individualmente para que não houvesse contaminação com outros tratamentos e as aplicações foram realizadas sempre a partir das 16:00 horas.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), com três repetições, em esquema fatorial $2 \times 2 \times 2 + 2$. Foram testadas a testemunha ($0,0 \text{ L ha}^{-1}$) e duas doses dos bioestimulantes ($1,5$ e $3,0 \text{ L ha}^{-1}$) com volume de calda de 25 mL por vaso, nas concentrações de 0,0; 1,5 e 3,0 mL por litro de água, aplicados aos 20 DAE no perfilhamento (V4).

Foram realizadas as avaliações dos valores de clorofilas A, B e Total, no terço médio das folhas de três plantas por parcela, dez dias após a aplicação dos tratamentos (30 DAE). Para tal, utilizou-se clorofilômetro portátil, que expressa o teor de clorofila em unidades adimensionais, o mesmo avalia os valores utilizando como parâmetro o índice SPAD, que fornece leituras que se correlacionam com o teor de clorofila presente na folha.

As plantas de cada tratamento foram cortadas à altura do colo, separando-se a parte aérea da raiz. As folhas e as raízes foram levadas para estufa a 65°C , até atingirem massa constante, e após 72 horas, foram pesadas em balança de precisão para determinação de massa seca de parte aérea (MSA) e massa seca de raiz (MSR). Posteriormente foram moídas e submetidas a análises dos teores de macro e micronutrientes foliares, segundo EMBRAPA (2011) e o teor de Si de acordo com Korndörfer et al. (2004). Foram determinados os parâmetros de produtividade, atendendo aspectos tecnológicos previstos nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

Os dados obtidos foram submetidos aos testes de normalidade de Kolmogorov-Smirnov e de homogeneidade das variâncias de Levene, ambos a 0,01 de significância, com o programa SPSS. Em seguida, os dados foram submetidos a análises estatísticas utilizando-se o programa ASSISTAT, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey e Dunnett a 0,05 de significância.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 estão apresentados os resultados referentes a massa seca de raízes (MSR) e de parte aérea (MSA).

Tabela 2- Massa Seca de Raiz, Massa Seca de parte Aérea em função de doses de bioestimulantes, com e sem inóculo de Brusone.

Produtos	Dose	MSR (g)		Média	MSA(g)		Média
		Inoculação			Inoculação		
		Com	Sem		Com	Sem	
Produto A	1,5	21,02	32,56	25,85	79,68	61,83	68,73
	3	29,33	20,48		69,99	63,40	
Produto B	1,5	30,03	25,68	25,32	85,17	72,42	75,02
	3	23,35	22,20		72,64	70,06	
Média		25,93	25,23		76,87a	66,93b	
Testemunha		30,13	24,30		84,16	78,74	
D.M.S Dunnett		12,81			27,17		
C.V.% **		20,53			15,29		

*Médias seguidas por letras distintas minúsculas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância. ** C.V.: Coeficiente de variação.

Fagan et al. (2015) afirma que, reguladores vegetais administram a maior parte das características do sistema radicular, e muitas espécies respondem à aplicação externa de auxina através da produção de um grande número de raízes laterais, sugerindo assim que as respostas das raízes a nutrientes podem ser originadas de sinais hormonais. As citocininas também influenciam a mobilização de certos nutrientes para as folhas, advindas de outras partes da planta. Trata-se de um fenômeno conhecido como “mobilização de nutrientes induzida por citocinina”, no qual há uma relação entre o local de armazenamento do nutriente (fonte) e o local de utilização (dreno), para onde é estimulado o deslocamento dos nutrientes mediante a aplicação de citocinina (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Não houve incremento na produção de MSR e MSA com a aplicação dos bioestimulantes avaliados (Tabela 2), em concordância com Rodrigues et al. (2015) que verificaram que o uso de biorregulador composto por auxina, citocinina e giberelina, não influenciaram a MSR e MSA na cultura do arroz, no entanto, a presença do inóculo de *Pyricularia grisea* proporcionou maior peso médio de MSA. As respostas a um bioestimulante dependem da espécie vegetal e da cultivar utilizada, enquanto algumas espécies enraízam muito melhor com a aplicação desses produtos, outras respondem muito pouco ou até negativamente, isto ocorre porque o balanço hormonal (concentrações e fontes hormonais) das plantas é algo particular de cada material (RODRIGUES et al. 2015). Ainda, segundo Vasconcelos (2016), é

essencial para o bom desempenho e desenvolvimento da planta que a nutrição seja adequada, para que exista um sistema radicular bem-disposto e desenvolvido no solo. Para explorar e absorver maiores quantidades de nutrientes e água, é de suma importância que o sistema radicular seja bem desenvolvido e explore o máximo a extensão do solo. Nesse sentido, os bioestimulantes podem ser uma alternativa favorável aos agricultores, por favorecer a expressão do potencial genético das plantas e promover o equilíbrio hormonal, estimulando o crescimento radicular (SILVA et al., 2008).

Embora os dados não apresentem diferença estatística, numericamente, observa-se na Tabela 2, que em média, as parcelas submetidas ao Produto B apresentaram maior ganho de MSA do que as submetidas ao Produto A.

Tabela 3 - Valores (SPAD) de clorofila A, B e total na fase de perfilhamento (V4) em função de duas doses de bioestimulantes, com e sem o inóculo de Brusone.

Produtos	Dose	Clorofila A		Média	Clorofila B		Média	Clorofila total		
		Inoculação			Inoculação			Inoculação		
		Com	Sem		Com	Sem		Com	Sem	Média
Produto A	1,5	32,62	33,83	33,01	11,17	11,61	11,20	43,79	45,44	44,21
	3	31,92	33,68		10,86	11,17		42,78	44,84	
Produto B	1,5	32,52	32,32	32,01	11,00	10,69	10,63	43,52	43,01	42,63
	3	30,28	32,91		9,73	11,08		40,01	43,99	
Média		31,84	33,19		10,69	11,14		42,53	44,32	
Testemunha		32,71	33,01		11,16	10,30		43,87	43,31	
D.M.S Dunnett		1,54			2,98			7,19		
C.V.% **		5,55%			11,38%			6,87%		

** C.V.: Coeficiente de variação.

Segundo Rambo et al. (2004), a análise do teor de clorofila avalia o desenvolvimento da planta, sendo também utilizado para diferenciar as plantas com deficiência de N das que apresentam níveis adequados desse elemento. Assim, em relação aos valores de clorofila (Tabela 3), na fase de perfilhamento, observou-se que não houve diferença entre os produtos e doses avaliados. Segundo Vasconcelos (2016) a clorofila A está presente em todos os organismos que realizam fotossíntese e é o pigmento utilizado para realizar o iniciar o processo fotossintético, os demais pigmentos auxiliam na absorção de luz e na transferência da energia radiante para os centros de reação. O fungo causador da brusone interfere diretamente na fotossíntese da planta, pelo fato da colonização do fungo ser diretamente nas folhas, causando sintomas como manchas elípticas, com extremidades pontiagudas, centro cinza e bordos marrons, inicialmente são pequenas mais rapidamente podem aumentar de tamanho podendo causar a seca total da planta (BETTIOL,1988). Neste trabalho a inoculação não foi um fator

significativo. Porém no trabalho de Barbosa (2006), objetivando estudar o efeito de diferentes doses de um bioestimulante sobre a qualidade fisiológica das sementes de três cultivares de arroz, evidenciou comportamentos diferentes e pelos níveis de qualidade das sementes, a cultivar BRS Soberana, na dose de 1,0 L ha⁻¹ de bioestimulante foi a que proporcionou maior porcentagem de grãos inteiros e melhor qualidade das sementes.

Tabela 4 - Teores de Clorofila A, B e total na fase de alongamento (R0) em função de duas doses de bioestimulantes, com e sem o inóculo de Brusone.

Produtos	Dose	Clorofila A		Média	Clorofila B		Média	Clorofila total		
		Inoculação			Inoculação			Inoculação		
Produto A	1,5	29,29	31,84	30,72	9,60	10,77	10,35	38,89	42,61	41,07
	3	31,94	29,80		10,96	10,09		42,90	39,89	
Produto B	1,5	33,29	32,30	32,50	10,60	10,99	11,08	43,89	43,29	43,58
	3	31,64	32,76		10,61	12,13		42,26	44,89	
Média		31,54	31,68		10,44	10,99		41,98	42,67	
Testemunha		32,24	32,67		11,16	11,71		43,40	44,38	
D.M.S Dunnett		6,29			3,38			9,24		
C.V.% **		8,23%			12,92%			9,00%		

** C.V.: Coeficiente de variação.

Na Tabela 4 observa-se que a aplicação dos bioestimulantes não alteraram os valores de clorofila na fase de alongamento da cultura. Argenta et al. (2001) enfatiza a relevância que pode ser dada ao teor de clorofila: à medida que se correlacionam esses teores de clorofila e a nutrição nitrogenada da cultura, pode-se prever as necessidades de adubação antes da cultura expressar as demandas, na mesma safra, tornando o processo rápido e menos oneroso ao produtor. Essa relação entre clorofila e N é importante para que se otimize, inclusive, a atividade fotossintética da cultura e, com isso, a produção de fotoassimilados. O N e outros elementos como S, Fe e Mn provocam clorose nas folhas, em caso de deficiência, o que comprova a relevância destes nutrientes na síntese de clorofila (MALAVOLTA et al., 1997).

Não foram observadas diferenças significativas entre os produtos analisados e doses avaliadas (Tabela 5). Entretanto, observa-se que quantitativamente houve um aumento nos teores de N, com o aumento das doses (Tabela 5). Todavia, de acordo com Malavolta (2006), estes teores encontram-se abaixo do nível adequado. Segundo Maia et al. (2005), esse efeito é demonstrado quando a taxa de crescimento relativo de matéria seca é superior à taxa de absorção relativa do nutriente e, ainda, outro efeito que contribui para a diminuição dos teores

de alguns nutrientes na planta é a translocação do nutriente das folhas mais velhas para o fruto (ou enchimento de grãos), que é um dreno.

Tabela 5. Teores foliares de nitrogênio, fósforo e potássio (g kg^{-1}), em função de doses de bioestimulantes, com e sem inóculo de Brusone.

Produtos	Dose	Nitrogênio		Média	Fósforo		Média	Potássio		Média
		Inoculação			Inoculação			Inoculação		
Produto A	1,5	13,56	14,04	14,40	2,37	2,43	2,47	17,17	19,50	17,25
	3	13,90	18,80		2,47	2,60		15,67	16,67	
Produto B	1,5	12,50	13,76	16,39	2,97	2,13	2,54	16,83	14,17	16,08
	3	17,60	18,6		2,93	2,13		17,33	16,00	
Média		15,17	15,63		2,42	2,52		16,75	16,58	
Testemunha		13,85	18,23		2,40	2,33		15,33	16,83	
D.M.S Dunnett		3,03			1,48			5,79		
C.V.% **		22,95			24,94			14,38		

** C.V.: Coeficiente de variação.

O N tem influência na severidade das doenças por causar mudanças na fisiologia da planta, por afetar o crescimento ou a virulência do patógeno e por modificar o ambiente biótico e abiótico, especialmente a rizosfera (ZAMBOLIM, 2012). A redução de doenças resulta de formas específicas do N, em rotas metabólicas diferentes, alterando o crescimento e constituintes da planta ou exsudados. As formas de N também apresentam efeitos diretos sobre a germinação, sobrevivência, reprodução, crescimento, e virulência do patógeno, além de, cada fonte de N apresentar efeito específico sobre as doenças, diminuindo ou aumentando sua severidade (ZAMBOLIM, 2012). O N participa de importantes processos metabólicos, na fotossíntese, sendo constituinte da clorofila e pigmentos, entre outras funções e por isso sua deficiência resulta em redução de perfilhamento e desenvolvimento da planta, adiantamento na senescência e pode tornar a planta mais suscetível ao ataque de doenças (ZAMBOLIM, 2012).

A sílica e lignina estão ligadas à resistência à inúmeras doenças de plantas, os baixos níveis dessas substâncias podem tornar a planta mais suscetível ao ataque de doenças (ZAMBOLIM, 2012). Ainda segundo o autor o N influencia as doenças por causar mudanças fisiológicas da planta, por afetar o crescimento e virulência do patógeno e por modificar o ambiente biótico e abiótico, especialmente a rizosfera.

No entanto, observa-se na tabela 5 que os teores de P e o K estão dentro do intervalo previsto por Malavolta (2006) para a cultura do arroz. O P, em níveis adequados, auxilia na superação de doenças (GRAHAM 1982), aumentando a resistência das plantas por aumentar o balanço de nutrientes na planta ou por acelerar a maturação dos tecidos, assim auxiliando a

planta a resistir aos ataques de patógenos que tem preferência por tecidos jovens (ZAMBOLIM, 2012). O equilíbrio entre os elementos P, K e N tem desfavorecido a severidade da macha-de-olho em cafeeiro (*Cercospora coffeicola*) e em ferrugem há relatos de aumento e decréscimo da severidade da doença (*Hemileia vastatrix*) (PRABHU et al., 2007). Ainda segundo os resultados deste autor, a exsudação das raízes influencia as atividades de patógenos, desde que, o P induza o decaimento na exsudação radicular, o que é correlacionado com um decréscimo na severidade da doença.

O K é o macronutriente mais absorvido pela planta do arroz, apesar deste nutriente ser muito exigido, mais de 90% do total absorvido permanece nas partes vegetativas. Sua marcha de absorção muito se assemelha à do nitrogênio, ocorrendo, até os 110 dias de germinação, em variedades de 140 dias de ciclo (GARGANTINI; BLANCO, 1977; GIUDICE, 1979).

Evidenciando que o K é um nutriente muito importante na prevenção de doenças de plantas, uma vez que está envolvido em muitos processos celulares que influenciam a severidade da doença, muitos relatos estão envolvendo sua importância na prevenção de doenças bacterianas, fúngicas e nematológicas, porém é importante destacar que a alta relação K/Ca pode resultar em deficiência de Ca e, por consequência, menor resistência a doenças causadas por organismos que causam maceração da parede celular, como é o caso do gênero *Pectobacterium* em hortaliças (ZAMBOLIM, 2012).

Filho et al. (2000), avaliou a relação de N e K com a queima de panículas de arroz, causada por *Pyricularia grisea*, onde testou três doses diferentes de N (0, 30 e 60 kg/ha), em arroz de sequeiro em Latossolo Vermelho-Escuro e constatou que a adubação com K na ausência de N reduziu a queima de panícula, porém, em níveis acima de 20 kg/ha de K, começou a aumentar. Com relação ao K na presença de N, a severidade da doença aumentou à medida que se aumentou a dose de N e decaiu acima de 60 Kg ha⁻¹, o que ocorreu de forma semelhante ao experimento.

Os elementos Ca, Mg, e S, imóveis e de mobilidade intermediária (Mg e S), crescem na folha conforme o seu desenvolvimento de ciclo, o que sugere a necessidade de fornecimento constante para o desenvolvimento de produção, já que não existe evidências de redistribuição das folhas para o grão, com isso a época de amostragem das folhas vão interferir nos resultados (MALAVOLTA, 1982). Na Tabela 6, encontram-se os teores de Ca, Mg e S na parte aérea do arroz. Houve diferença significativa entre os teores foliares de Ca e os produtos A e B, nas doses, e na presença e ausência da doença. O maior teor de Ca foi observado com a aplicação da dose de 1,5 L ha⁻¹ do Produto B na presença do inóculo da Brusone em relação a todos os outros tratamentos (Tabela 6). Este fato pode ter sido ocasionado pela indução de resistência

causada pelo produto com o ataque do patógeno, que induziu a planta a absorver mais o Ca em resposta à colonização do fungo, e este elemento por ser um elemento essencial para a parede celular, concede união e estabilidade entre as células, compondo uma barreira física contra o ataque do fungo (BLANKENAU, 2007). A quantidade de Ca encontrado na parte aérea das plantas em todos os tratamentos ficou acima da faixa de suficiência considerada por (MALAVOLTA, 2006). O Ca é absorvido em quantidades relativamente pequenas, sendo que este nutriente é absorvido do início ao fim do ciclo (GARGANTINI; BLANCO, 1977; GIUDICE, 1979).

Tabela 6 - Teores foliares de cálcio, magnésio e enxofre (g kg^{-1}), em função de doses de bioestimulantes, com e sem inóculo de Brusone.

Produtos	Dose	Cálcio			Magnésio			Enxofre		
		Inoculação		Média	Inoculação		Média	Inoculação		Média
		Com	Sem		Com	Sem		Com	Sem	
Produto A	1,5	7,37Ba	8,47Aa	7,40	2,47Aa	2,50Ab	2,26	1,80	1,53	1,69
	3	6,80Ba	6,97Aa		2,37Aa	1,70Ba		1,83	1,60	
Produto B	1,5	10,47Aa	7,17Ab	7,84	2,50Aa	2,37Ab	2,41	1,60	1,10	1,49
	3	6,73Ba	7,00Aa		1,87Ab	2,90Aa		1,77	1,50	
Média		7,08	7,72		2,30	2,37		1,75	1,43	
Testemunha		7,40	7,43		2,13	3,03		1,43	1,87	
D.M.S		2,77			1,25			1,10		
Dunnett										
C.V.% **		15,16			21,80			28,69		

*Médias seguidas por letras distintas maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância. ** C.V.: Coeficiente de variação.

O menor teor de Mg foi observado quando foi utilizado o produto A na dose de 3,0 L ha^{-1} e na ausência do inóculo (Tabela 6). Ainda na Tabela 6, observa-se que os teores de Mg analisados se encontram em níveis adequados para a cultura de arroz (MALAVOLTA, 2006). Já o S (Tabela 6), apresentou níveis abaixo do ideal (MALAVOLTA, 2006) e não apresentou diferença significativa entre os tratamentos. A baixa absorção do elemento S, pode ter ocorrido pelo fato de que a assimilação do enxofre ser mais ativa nas folhas do que nas raízes (TAIZ; ZEIGER, 2017) e no procedimento experimental foi incorporado no solo e não houve aplicação foliar do S.

Taiz e Zeiger (2013) afirmaram que as citocininas também influenciam a mobilização de certos nutrientes para as folhas, advindas de outras partes da planta. Trata-se de um fenômeno conhecido como “mobilização de nutrientes induzida por citocinina”, no qual há uma relação entre o local de armazenamento do nutriente (fonte) e o local de utilização (dreno), para

onde é estimulado o deslocamento dos nutrientes mediante a aplicação de citocinina. Esses autores ressaltam ainda que não é necessária a metabolização, nas células-drenos, dos nutrientes para que elas sejam deslocadas ou mobilizadas.

Na Tabela 7, encontram-se os teores de Fe, Cu e Mn na parte aérea do arroz. A aplicação dos bioestimulantes não alterou os teores foliares destes elementos, em função das doses e da inoculação nas plantas de arroz. Ao contrário dos resultados obtidos neste experimento, Bognola et al. (2011), avaliando o efeito da aplicação de silicato de potássio via foliar no desenvolvimento de mudas de *Eucalyptus grandis*, observaram diferenças nos teores foliares de Fe e Mn, em função das doses, ajustando-se ao modelo quadrático. Porém, o maior teor de Cu (Tabela 7), foi observado no tratamento onde não houve aplicação dos produtos e nem a inoculação da brusone. Em geral, os teores de Cu estão dentro da faixa de suficiência considerada por Malavolta (2006).

Tabela 7 - Teores de Ferro, Cobre e Manganês nas folhas (g kg^{-1}), em função de doses de bioestimulantes, com e sem inóculo de Brusone.

Produtos	Dose	Ferro		Média	Cobre		Média	Manganês		Média
		Inoculação			Inoculação			Inoculação		
		Com	Sem		Com	Sem		Com	Sem	
Produto A	1,5	680,22	589,99	801,31	9,93	9,51	9,63	465,17	515,23	460,41
	3	1030,35	904,87		9,06	10,04		473,74	387,52	
Produto B	1,5	613,83	634,45	753,31	8,09	8,80	9,19	398,62	427,34	392,65
	3	1077,26	687,71		10,42	9,46		310,24	434,39	
Média		845,55	661,08		9,37	9,45		411,94	441,12	
Testemunha		1291,46	1501,38		8.69	17.78*		472,57	471,88	
D.M.S		1084,39			2,04			263,01		
Dunnett										
C.V.% **		56,20%			23,5%			25.06%		

* Valores diferentes da testemunha sem inoculação. ** C.V.: Coeficiente de variação.

Observa-se ainda na Tabela 7, que os teores de Fe se encontram com níveis duas vezes superiores ao nível máximo adequado para a cultura de arroz. O ferro está envolvido na reação redox (fixação de N_2 , respiração e constituinte de citocromos e ferro-proteína), que regulam a rota oxidativa das pentoses fosfato, que por sua vez vão produzir NADPH e intermediários biossintético (TAIZ; ZEIGER, 2017). Esta alta absorção pode estar relacionada com o estímulo gerado na planta à resistência ao patógeno, observando-se que, em geral, os teores foliares de Fe foram numericamente superiores na presença da doença (Tabela 7). Por sua vez, o Mn

apresentou-se dentro dos níveis adequados para a cultura de arroz, em todos os tratamentos (Tabela 7).

Na Tabela 8, encontram-se os teores de Zn e Si foliares. A aplicação do Produto A, na dose de 3 L ha⁻¹, na presença do inóculo de *Pyricularia grisea*, proporcionou maior teor de Zn em relação a testemunha com e sem inoculação. Nota-se ainda que, numericamente, foram observados maiores teores de Zn na parte aérea do arroz, devido ao fato deste produto ser enriquecido com Zn, favorecendo este maior incremento (Tabela 8). Os teores de Zn e Si encontram-se dentro dos níveis adequados para a cultura de arroz (Tabela 8), de acordo com Malavolta (2006).

Tabela 8 -Teores de Zinco e Silício presentes nas folhas (g kg⁻¹), em função de doses de bioestimulantes, com e sem o inóculo de Brusone.

Produtos	Dose	Zinco		Média	Silício		Média
		Inoculação			Inoculação		
Produto A	1,5	85,99	76,73	99,49	8,51	9,22	9,86
	3	128,95 ^{1*}	106,30		10,94	10,75	
Produto B	1,5	47,90	57,21	59,66	10,81	8,96	10,02
	3	65,89	67,62		11,98	8,34	
Média		82,18	76,96		10,56	9,32	
Testemunha		60,25	69,36		9,81	8,72	
D.M.S Dunnett		53,60			0,36		
C.V.% **		29,04			20,80		

¹: Valores diferentes da testemunha com inoculação. *: Valores diferentes da testemunha sem inoculação. **C.V.: Coeficiente de variação.

Dos elementos benéficos, o Si é o que mais tem sido pesquisado, com resultados bastantes promissores em relação ao aumento da resistência das plantas a doenças, por sua aplicação. A utilização do Si na agricultura iniciou-se pelo efeito de redução nos estresses bióticos sofridos pelas plantas, ou seja, pragas e doenças. Em diversos estudos, a sua aplicação reduziu a severidade de várias doenças em culturas como, arroz, pepino, trigo, videira, morango e cana-de-açúcar (ZAMBOLIM,2012). A incidência de doenças é menor quando o teor de Si no tecido da planta é maior (ZANÃO, 2007; ZAMBOLIM, 2012).

Observa-se na Tabela 9 que houve um maior acúmulo de Si nas plantas que foram inoculadas com a brusone, independente da aplicação e dose dos produtos. Entretanto, em relação aos teores foliares e porcentagem de Si (Tabela 9), não foram observadas diferenças significativas entre os produtos analisados e doses avaliadas. Na cultura do arroz, o acúmulo de

Si pode exceder ao de todos os macronutrientes e alcançar teores foliares próximos a 10 dag kg⁻¹ (ZANÃO, 2007). Buck (2006), estudando a absorção de Si via foliar no controle da incidência de Brusone em arroz e utilizando silicato de potássio em diferentes doses, números de aplicações e variações do pH da calda, não observou diferenças nos teores e no acúmulo de Si na parte aérea da planta, independentemente do pH da solução e do número de aplicações das doses, ao contrário dos resultados obtidos no presente estudo.

Tabela 9 - Teor de Silício Acumulado (g) e porcentagem de Silício na parte aérea do arroz, em função de doses de bioestimulantes, com e sem inóculo de Brusone.

Produtos	Dose	Si ac (g)		Média	Si (%)		Média
		Inoculação			Inoculação		
		Com	Sem		Com	Sem	
Produto A	1,5	0,68	0,56	0,67	0,85	0,92	0,99
	3	0,77	0,69		1,09	1,07	
Produto B	1,5	0,98	0,65	0,75	1,08	0,90	1,00
	3	0,85	0,59		1,20	0,83	
Média		0,80a	0,62b		1,06	0,93	
Testemunha		0,82	0,69		0,98	0,87	
D.M.S Dunnett		0,36			0,37		
C.V.% **		20,80			15,88		

*Médias seguidas por letras distintas minúsculas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância. ** C.V.: Coeficiente de variação.

Na Tabela 10, estão demonstrados os dados de produtividade em ha, produção por vaso e peso de 100 grãos. Observa-se que a produtividade e a produção por vaso, independente dos produtos, foram superiores na ausência da doença (Tabela 10). No entanto, não foram observadas diferenças no peso de 100 grãos do arroz, em função da aplicação e dose dos produtos (Tabela 10). Os possíveis benefícios alcançados com o uso de aminoácidos estão associados com a melhoria da germinação, a produção de plantas com raízes mais bem desenvolvidas e plantas mais vigorosas, bem como o enchimento mais uniforme de grãos e produtividade elevada (LUDWIG et al., 2008).

Tabela 10 - Produção por vaso (PPV), Produtividade por hectare (ha), peso de 100 grãos, em função de doses de bioestimulantes, com e sem inóculo de Brusone.

Produtos	Dose	PPV(g)		Média	Produtividade (ha)		Média	Peso de 100 grãos		
		Com	Sem		Com	Sem		Com	Sem	Média
Produto A	1,5	55,89	84,40	70,36	1236,43	1867,33	1556,62	2,30	2,31	2,30
	3	62,13	79,01		1374,63	1748,08		2,30	2,29	
Produto B	1,5	50,69	78,60	60,96	1121,53	1739,01	1348,67	2,22	2,31	2,31
	3	47,81	66,73		1057,82	1476,33		2,38	2,32	
Média		54,13b	77,19a		1197,60b	1707,69a		2,30	2,31	
Testemunha		86,36	46,77		1911,14	1034,79		2,31	2,14	
D.M.S		39,92			883,23			0,24		
Dunnett										
C.V.% **		25,17			25,17			4,45		

*Médias seguidas por letras distintas minúsculas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância. ** C.V.: Coeficiente de variação.

4. CONCLUSÕES

- O uso do bioestimulante contendo silicato de potássio e enriquecido com zinco na cultura do arroz, em condições de casa de vegetação, alterou os teores foliares de Ca e Mg, na presença e ausência de *Pyricularia grisea*, em função das diferentes doses de bioestimulante;
- A aplicação dos bioestimulantes não alterou os teores foliares de N, P, K, S, Fe, Cu, Mn e valores de clorofila (SPAD) em função das doses de aplicadas;
- A aplicação do produto comercial alterou os teores de Zn e Si, em função das doses aplicadas;
- O uso de bioestimulantes não influenciou a massa seca de raiz (MSR) e massa seca de parte aérea (MSA) na cultura do arroz;
- A presença do inóculo de *Pyricularia grisea* proporcionou maior peso médio de MSA.

5. REFERÊNCIAS

- ARGENTA, G. et al. Relação da leitura do clorofilômetro com os teores de clorofila extraível e de nitrogênio na folha de milho. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 13, n. 2, p. 158–167, 2001.
- BALIZA, D. P.; ARAUJO, J. L.; FAQUIN, V.; ÁVILA, F. W. Efeito da interação silício-nitrogênio sobre o crescimento do arroz. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 31., 2007, Gramado. **Anais...** Gramado: Serrano Centro de Convenções, 2007.
- BARBOSA, G. T. **Efeito da aplicação de doses de bioestimulante sobre a produção e qualidade fisiológica das sementes de três cultivares de arroz**. 2006. 40 p. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Produção) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2006.
- BETTIOL, W.; KIMATI, H. Seleção de microrganismos antagônicos à *Pyricularia grisea* para o controle da Brusone do arroz. **Summa Phytopathologica**, v.15, n.3/4, p.7, 1988.
- BLANKENAU, K. **Informações agronômicas**, n. 117, mar. 2007. Disponível em: <<http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/issue/IA-BRASIL-2007-117>> Acesso em: 18 fev. 2019.
- BOGNOLA, I. A et al. Aplicação de silicatos de cálcio e de potássio e o crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 31, n. 66, p. 83-92, 2011.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. 2009.
- BUCK, G. B. **Silicato de potássio via foliar e o controle da brusone do arroz**. 2006. 66 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia. 2006.
- CASTRO, G. S. A. et al. Tratamento de sementes de soja com inseticidas e um bioestimulante. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.10, p.1311-1318, 2008.
- CASTRO, P. R. C.; VIEIRA, E. L. **Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical**. Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária, 2001. 131 p.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Perspectiva para a Agropecuária 2018**. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/images/arquivos/outros/Perspectivas-para-a-agropecuaria-2018-19.pdf>>. Acesso em: 29 out. 2019.
- DARIO, G. J. A. et al. Ação de estimulante vegetal na produtividade do arroz (*Oryza sativa* L: cv. IAC-165). **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, v. 45, p. 309–317, 1988.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Manual**

de métodos de análises de solos. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230p.

FAGAN, E. B. et al. **Fisiologia Vegetal:** Reguladores Vegetais. São Paulo: Andrei, 300 p. 2015

FILHO, M. P. B. et al. Importância do silício para a cultura do arroz (uma revisão de literatura). **Informações Agronômicas**, Piracicaba, v.89, p.1-8, 2000.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION - FAO. **International year of rice.** 2004. Disponível em: <<http://www.fao.org./rice2004/en/rice.us.htm>>. Acesso em: 28 jul. 2018.

GOIS, M. S. et al. Indução de metabólitos secundários em plantas de soja tratadas com diferentes concentrações de Metil-Jasmonato. In: Jornada acadêmica da Embrapa soja, 8, 2013, Londrina. **Anais...** Londrina: Embrapa Soja, 2013. p. 156-159. (Embrapa Soja. Documentos, 339).

GRAHAM, J. H.; MENGE, J. A. Influence of vesicular-arbuscular mycorrhizae and soil phosphorus on take-all disease of wheat. **Phytopathology**, v. 72, p. 95-98, 1982.

GARGANTINI, H.; BLANCO, H.G., 1965 . Absorção de nutrientes pela cultura de arroz. *Bragantia* 24 (38) : 515-527 . GIUDICE, R.M.; FREIRE, F.M.; TANAKA, R.T., 1979 . Nutrição mineral e adubação do arroz. *Informa Agropecuário* 5 (55) : 40- 50 .

KLASHOLD, C. A. et al. Resposta da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) à ação de bioestimulante. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 28, n. 2, p. 179-185, 2006.

KORNDÖRFER, G.H.; PEREIRA, H.S.; NOLA, A. Análise de silício: solo, planta e fertilizante. 2 ed. Uberlândia: UFU, 2004. 34p. (Boletim técnico, 2).

LANA, A. M. Q. et al. Aplicação de reguladores de crescimento na cultura do feijoeiro. **Bioscience Journal**, v. 25, n. 1, p. 13-20, 2009.

LUDWIG, M. P.; LUCCA FILHO, O. A.; BAUDET, L. M.; DUTRA, L. M. C.; AVELAR, S. A. G.; OLIVEIRA, S.; CRIZEL, R. L.; RIGO, G. Armazenamento de sementes de soja recobertas com aminoácido, fungicida, inseticida e polímero e a incidência de fungos de armazenamento. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 17, ENCONTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO, 10, 2008. **Anais...** Pelotas, 2008.

MADALOSSO, M. et al. Manejo da brusone, **Revista Cultivar**, 181. ed. 2014. <Disponível em: <https://www.grupocultivar.com.br/artigos/manejo-do-brusone-na-cultura-do-arroz>>. Acesso em 21 mar. 2018.

MAIA, C. E. et al. Teores foliares de nutrientes em meloeiro irrigado com águas de diferentes salinidades. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9, p. 292 - 295, 2005.

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

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional**

de plantas: princípios e aplicações. Piracicaba: Potafos, 319 p. 1997.

PRABHU, A. S. et al. An unprecedented outbreak of rice blast on a newly released cultivar BRS Colosso in Brazil. In: WANG, G. L.; VALENT, B. **Advances in genetics, genomics and control of rice blast.** Amsterdam: Springer Science, 2009. p. 257-267.

PRABHU, A. S. et al. Phosphorous and plant disease. In: DATNOFF, ELMER AND HUBER (Ed.). **Mineral nutrition in plant disease.** St. Paul, MN: APS Press, p. 45-55, 2007.

PRABHU, A.S. et al. Estimativa de danos causados pela brusone na produtividade de arroz de terras altas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, n.9, p.1045-1051, 2003.

RAMBO, L. et al. Parâmetros de plantas para aprimorar o manejo da adubação nitrogenada de cobertura em milho. **Ciência Rural**, v. 34, p.1637-1645, 2004.

RODRIGUES, L. A. et al. Avaliação fisiológica de sementes de arroz submetidas a doses de bioestimulante. **Revista Nucleus**, Ituverava, v. 12, n. 1, abr. 2015.

SILVA, T. T. de A. et al. Qualidade fisiológica de sementes de milho na presença de bioestimulantes. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 3, p. 840-846, 2008.

SOCIEDADE NACIONAL DE AGRICULTURA – SNA: **O arroz pode sim compor a alimentação do diabético.** Disponível em: <<https://www.sna.agr.br/o-arroz-pode-sim-compor-a-alimentacao-do-diabetico/>>. Acesso em: 21 mar. 2018.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal.** 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 369p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal.** 5ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 820 p.
VASCONCELOS, A. C. P. de. **Bioestimulantes contendo silício e micronutrientes aplicados via foliar em arroz de sequeiro.** 2016. 119 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Concentração em Fitotecnia) – Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia. 2016.

ZAMBOLIM, L. **Efeito da nutrição mineral no controle de doenças de plantas.** Viçosa, MG: [s.n.], 2012.

ZANÃO JÚNIOR, L. A. **Resistência do arroz à mancha-parda mediada por silício e manganês.** 2007. 125 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2007.