

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

LUCAS PHILIPPI PAIM DO PRADO

**CARACTERES AGRONÔMICOS EM VARIEDADES DE ARROZ INUNDADO
EM FUNÇÃO DA APLICAÇÃO FOLIAR DE BIOESTIMULANTES E
MICRONUTRIENTES**

Uberlândia-MG, fevereiro de 2017

LUCAS PHILIPPI PAIM DO PRADO

**CARACTERES AGRONÔMICOS EM VARIEDADES DE ARROZ
INUNDADO EM FUNÇÃO DA APLICAÇÃO FOLIAR DE
BIOESTIMULANTES E MICRONUTRIENTES**

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: Dr. Hamilton Seron Pereira

Uberlândia-MG,

Fevereiro de 2017

LUCAS PHILIPPI PAIM DO PRADO

Caracteres agronômicos em variedades de arroz inundado em função da aplicação foliar de bioestimulantes e micronutrientes

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 de avaliação:



Prof. Dr. Hamilton Seron Pereira
Orientador

Eng^a. Agr. Msc. Ana Carolina Pereira de Vasconcelos
Membro da banca

Eng. Agr. Thiago Prudente Siqueira
Membro da banca

Uberlândia-MG, fevereiro de 2017

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Jesus por me dar forças quando tudo parecia difícil no decorrer do curso, também por me ajudar em mais uma etapa importante da minha história, pelo dom precioso da vida e pela minha vocação profissional.

Aos meus pais Jeovandir e Maria Abadia, que sempre me apoiaram em meus estudos e em minha caminhada, e não mediram esforços para que mais essa etapa acontecesse, com muito amor e carinho. Agradeço também ao meu irmão Pedro Victor pelo companheirismo e incentivo sempre em todas as ocasiões.

A minha namorada Laura Caroline, uma das pessoas que mais me impulsionou e incentivou-me. Agradeço pelo cuidado, compreensão, pela disposição e pela paciência. Sem ela, com certeza esse trabalho não teria acontecido.

Aos meus amigos: David Luiz, Jorge Alfredo, Lincoln França, Marllon Gefferson, Marcelo Mueller, Thiago Prudente, Cleidson Tomaz, Farlon Pires, Natalia Paulino, Adalberto Piassa, Antonio Prado, pela companhia, pelos momentos de integração, pelas brincadeiras, pelo incentivo e pela convivência em todos esses anos e por fazerem parte de minha vida.

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 necessitei.

A Ana Carolina Vasconcelos, pela amizade, pelo suporte em todo o decorrer do trabalho, por suas correções e incentivos, pela paciência, e por sempre insistir e incentivar-me para realizar o meu melhor. Agradeço também ao Thiago pelo companheirismo e por todo o suporte no decorrer do trabalho.

RESUMO

Atualmente há um forte questionamento na comunidade científica acerca da ação de agroquímicos de regulação hormonal na nutrição de plantas cultivadas com níveis adequados de nutrientes, pois com uma crescente demanda populacional, uma agricultura cada vez mais técnica precisará ser desenvolvida. O objetivo deste trabalho foi avaliar e comparar duas fontes bioestimulantes à base de extrato de algas contendo silício e micronutrientes, nos aspectos nutricionais, vegetativos e produtivos em duas variedades de arroz inundado. O experimento (teste biológico) foi realizado em casa de vegetação pertencente à Universidade Federal de Uberlândia. Foram utilizados vasos de 10 kg, com solo classificado como Neossolo Quartzarênico. Utilizaram-se as cultivares BRS Atalanta e IRGA 421 (ambas adaptadas ao cultivo inundado). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com seis repetições, em arranjo fatorial ($2 \times 2 + 1$). Os tratamentos consistiram de duas doses (1,50 e 3,00 L ha⁻¹) e testemunha adicional (0,00 L ha⁻¹) de duas fontes bioestimulantes, o Produto 1 contendo concentrações de 5,7% de zinco, 17% de fósforo, 13% de nitrogênio e 2,5% de manganês, e o Produto 2 (uma fonte contendo silicato de potássio enriquecido com zinco), nas concentrações de 1,5% de Si, 1,5% de K e 0,5% de Zn em aplicação única. Foram avaliados: valores de clorofila A, B e Total; teores foliares de silício, macro e micronutrientes; massa de matéria seca de raiz e parte aérea, número de panículas por vaso, massa de 100 grãos, produção por vaso e produtividade. Foram testadas as pressuposições estatísticas dos dados obtidos, os quais foram submetidos a análise de variância pelo teste de Tukey a 0,05 de significância. A aplicação das fontes bioestimulantes contendo micronutrientes e silicato de potássio enriquecido com zinco alterou significativamente os teores foliares de N, Ca, Fe, Zn, Cu, os valores de clorofilas B, da relação N/Si e a produção de massa de matéria seca de raiz. Entretanto, os teores foliares de P, K, S, Mg, Mn, Si, dos valores de clorofilas A e Total, da produção de massa de matéria seca da parte aérea, número de panículas por vaso, massa de 100 sementes, produção por vaso e produtividade não sofreram alteração significativa em função das diferentes doses dos dois bioestimulantes.

Palavras-chave: Adubação foliar; agroquímicos de regulação hormonal; *Ascophyllum nodosum*; nutrição de plantas; *Oryza sativa*;

Sumário

1. INTRODUÇÃO	7
2. MATERIAL E MÉTODOS	9
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	11
4. CONCLUSÕES.....	27
5. REFERENCIAS.....	28

1. INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa L.*) é um dos cereais mais produzidos e consumidos no mundo, caracterizando-se como principal alimento para mais da metade da população mundial. Sua importância é destacada principalmente em países em desenvolvimento, tais como o Brasil, desempenhando papel estratégico em níveis econômico e social (FAO, 2016). Atualmente a produção mundial de arroz beneficiado é de aproximadamente 480 milhões de toneladas. Nesse cenário, o Brasil participa com 12.205,9 milhões de toneladas, sendo o país com maior produção e área colhida no Mercosul (CONAB, 2015).

No Brasil, há dois grandes sistemas de produção para a cultura do arroz, o primeiro, denominado arroz irrigado, normalmente se cultiva o arroz com irrigação por inundação controlada, e, o segundo, denominado de arroz de terras altas, considera o cultivo em sequeiro, podendo haver irrigação suplementar por aspersão. O cultivo do arroz irrigado por inundação se concentra na região Sul do Brasil, nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, sendo responsável por 78% da produção brasileira (EMBRAPA, 2012). O arroz de terras altas concentra-se, principalmente, na região Centro-Oeste, nos estados de Mato Grosso e Goiás, na região Norte, nos estados do Tocantins, Roraima e Pará e na região Nordeste, no estado do Maranhão (LANA, et al., 2012).

Aliando-se a importância econômica e social desse cereal nos países em desenvolvimento, à crescente demanda populacional, exigindo-se, dessa forma, aumento na produção de alimentos com alta fonte de energia e nutrientes, novas alternativas de produção vêm sendo estudadas e desenvolvidas para proporcionar incrementos na produção e, nesse contexto, o uso de bioestimulantes na agricultura pode ser uma alternativa promissora para os produtores rurais.

Os bioestimulantes tem mostrado, por meio de pesquisas, potencial para o aumento da produtividade de determinadas culturas, como feijão (ABRANTES et al., 2011), soja (BERTOLIN et al., 2010), algodão (ALBRECHT et al., 2009), pimentão (PALANGANA et al., 2012), alface (GUIMARÃES et al., 2006) e cana-de-açúcar (MIGUEL et al., 2009). Estes produtos se caracterizam por apresentarem em sua composição uma mistura de reguladores vegetais (substâncias sintéticas com efeitos semelhantes aos hormônios biossintetizados pelas plantas que, em reduzidas

concentrações podem controlar o crescimento e o desenvolvimento dos vegetais), ou a combinação destes com diferentes substâncias, como aminoácidos, vitaminas, ácidos orgânicos, extratos de algas e nutrientes (STEINER; PAVAN, 2015).

Os bioestimulantes podem auxiliar as plantas a minimizarem os efeitos de estresses bióticos e abióticos, uma vez que atuam como incremento hormonal e nutricional (OLIVEIRA et al., 2016). Segundo Vieira (2001) e citado por Garcia et al. (2009), culturas como o arroz, feijão e soja, apresentaram incrementos no sistema radicular em função da presença de bioestimulante, o que pode aumentar a capacidade das plantas em absorver nutrientes.

Diante do exposto, esse trabalho foi desenvolvido com o objetivo de comparar duas fontes bioestimulantes à base de extrato de algas e micronutrientes, avaliando a influência de diferentes concentrações destes produtos sobre o desenvolvimento e produtividade de arroz, cultivado sob sistema irrigado em duas cultivares.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em casa de vegetação pertencente à Universidade Federal de Uberlândia (UFU), localizada no município de Uberlândia, Minas Gerais. O experimento foi implantado no dia 11 de setembro de 2015, com avaliação aos 50 e 105 DAE (dias após a emergência).

Foram utilizados vasos com 10 kg de solo, classificado como Neossolo Quartzarênico Órtico Típico (EMBRAPA, 2013), cuja análise química fora realizada no Laboratório de Análise de Solos da Universidade Federal de Uberlândia (LABAS/UFU) seguindo metodologia de EMBRAPA (2011). O teor de Si no solo foi determinado no Laboratório de Fertilizantes da Universidade Federal de Uberlândia (LAFER/UFU) seguindo metodologia proposta por Korndörfer et al. (2004).

As características químicas do solo anteriores à sua correção encontram-se na Tabela 1.

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
-----mg dm ⁻³ -----				----- cmol _c dm ⁻³ -----			-----mg dm ⁻³ -----				
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 feita 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, recebendo umidade suficiente para que os corretivos pudessem reagir durante todo o período. Para tal, 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 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 duas variedades de arroz inundado: BRS Atalanta e 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. Aplicaram-se 100 mL da solução por vaso.

Foi utilizado nos tratamentos dois bioestimulantes à base de extrato de *Ascophyllum nodosum*, via foliar, sendo um produto comercial contendo nutrientes, com as concentrações de 5,7% de Zn, 17% de P, 13% de N e 2,5% de Mn (Produto 1), e uma fonte contendo silicato de potássio enriquecido com zinco, nas concentrações de 1,5% de Si, 1,5% de K e 0,5% de Zn (Produto 2); ambos contendo pequenas quantidades de auxina, ácido abscísico e citocininas, especialmente iP e iPR.

e O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), com seis repetições, em esquema fatorial 2x2+1. Foram utilizadas duas doses dos bioestimulantes (1,5 e 3,0 L ha⁻¹) e a testemunha (0,0 L ha⁻¹), sendo aplicados 1,5; 3,0 e 0,0 mL de cada fonte por litro de água, respectivamente, com volume de calda de 25 mL por vaso, em aplicação única no perfilhamento (20 DAE).

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 (50 DAE). Para tal, utilizou-se clorofilômetro portátil, que expressa o teor de clorofila em unidades adimensionais; massa de matéria seca (g) de parte aérea (MSA) e massa de matéria seca (g) de raiz (MSR). As plantas de cada tratamento foram seccionadas 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. Após 72 horas, foram pesadas em balança de precisão e tiveram extraídos seus teores de macro e micronutrientes foliares, segundo EMBRAPA (2011), e o teor de Si de acordo com Korndörfer et al. (2004).

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 a 0,05 de significância.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados referentes aos valores de clorofila (Tabelas 1, 2 e 3), teores nutricionais (Tabelas 4, 5, 6, 7 e 8), componentes de produção, massa de matéria seca de raízes e parte aérea (Tabelas 10 e 11), número de panículas por vaso, massa de 100 sementes, produção por vaso e produtividade (Tabelas 12 e 13) nos dois cultivares estão apresentados a seguir.

Na Tabela 1, encontram-se os valores obtidos nas avaliações de clorofila A, B e Total nas fases de alongamento e perfilhamento na cultivar BRS Atalanta. Observa-se que os valores de clorofila foram significativos apenas para a interação dos bioestimulantes e doses na avaliação de clorofila B na fase de alongamento (Tabela 2). Segundo Taiz e Zeiger (2009) e citado por Freitas e outros (2013), a medida indireta de clorofila por meio do clorofilômetro pode ser um método eficiente para auxiliar na determinação do estado nutricional das plantas de arroz, pois cerca de 50 a 70% do nitrogênio (N) total presente na folha é constituinte da clorofila e está envolvido na carboxilação de enzimas nos cloroplastos e nas reações fotossintéticas. Assim, o teor de clorofila nas folhas, pode proporcionar uma maior eficiência na fotossíntese da planta.

Tabela 1. Valores (SPAD) de clorofila A, B e total na fase de perfilhamento (V0) e de alongamento (R4), na cultivar BRS Atalanta, em função de doses variadas de bioestimulantes.

Valores de clorofila						
	Clorofila A (perf.)	Clorofila B (perf.)	Clorofila Total	Clorofila A (along.)	Clorofila B (along.)	Clorofila Total
Produto						
Produto 1	32,48	10,88	43,36	31,53	10,59	42,13
Produto 2	31,92	10,31	42,23	31,45	10,18	41,64
Doses (L ha⁻¹)						
0,0 ⁺	31,24	10,00	41,24	31,87	10,91	42,78
1,5	32,05	10,33	42,38	31,71	10,21	41,39
3,0	32,35	10,86	43,21	31,28	10,56	41,84
Teste F						
Produtos (A)	1,83 ^{ns}	1,50 ^{ns}	1,18 ^{ns}	0,01 ^{ns}	1,06 ^{ns}	0,21 ^{ns}
Doses (B)	0,71 ^{ns}	1,36 ^{ns}	0,65 ^{ns}	0,35 ^{ns}	0,79 ^{ns}	0,06 ^{ns}
A * B	0,07 ^{ns}	0,09 ^{ns}	0,07 ^{ns}	3,48 ^{ns}	7,88*	5,50 ^{ns}
Fatorial * Testemunha	0,17 ^{ns}	1,33 ^{ns}	1,80 ^{ns}	0,21 ^{ns}	1,39 ^{ns}	0,57 ^{ns}
D.M.S	2,74	1,70	3,88	2,70	1,45	3,88
CV (%)	4,98	10,80	6,14	5,86	9,19	6,14

Médias seguidas por letras distintas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05,^{ns} não significativo, *Diferentes pelo teste de Dunnett a 0,05, ⁺Tratamento adicional.

Observa-se na Tabela 2 que houve interação entre os produtos e doses aplicadas. Quando aplicada a dose de 1,5 (L ha⁻¹) do produto 1 na fase alongamento, o valor de clorofila B na cultivar BRS Atalanta foi superior aos demais tratamentos. Observa-se ainda que, quando se utilizou o Produto 2, aplicado na maior dose avaliada (3,0 L ha⁻¹), o valor da clorofila B foi semelhante aos valores observados quando não houve aplicação dos produtos. Conforme Taiz e Zeiger (2004), a clorofila A é o pigmento utilizado para realizar a fase fotoquímica (o primeiro estágio do processo fotossintético), enquanto que os demais pigmentos auxiliam na absorção de luz e na transferência da energia radiante para os centros de reação, sendo assim chamados de pigmentos acessórios. Entre os principais pigmentos acessórios, além da clorofila B, presente em vegetais superiores, algas verdes e algumas bactérias, estão também incluídos outros

tipos de clorofilas: a clorofila *C*, em feofitas e diatomáceas; e clorofila *D*, em algas vermelhas.

Tabela 2. Valores de clorofila B na fase de alongamento (R4) na cultivar BRS Atalanta, em função da aplicação de doses de bioestimulantes.

Clorofila B (alongamento)			
Produto * Dose (A * B)			
Produtos	Doses (L ha ⁻¹)		
	0,0 ⁺	1,5	3,0
Produto 1	10,91	10,97 Aa	10,21Aa
Produto 2		9,46*Bb	10,91Aa

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05. *Diferentes pelo teste de Dunnett a 0,05, +Tratamento adicional.

Na tabela 3, encontram-se os valores de clorofila A, B e total nas fases de perfilhamento e alongamento, na cultivar IRGA-421. Observa-se que não houve diferença para os produtos avaliados, e que as doses de bioestimulantes não influenciaram nos valores (SPAD) de clorofila.

Tabela 3. Valores (SPAD) de clorofila A, B e total na fase de perfilhamento (V0) e de alongamento (R4), na cultivar IRGA-421, em função de doses variadas de bioestimulantes.

Teor de clorofila						
	Clorofila A (perf.)	Clorofila B (perf.)	Clorofila Total	Clorofila A (along.)	Clorofila B (along.)	Clorofila Total
Produto						
Produto 1	33,01	11,20	44,21	30,71	10,35	41,07
Produto 2	32,00	10,62	42,63	32,49	11,08	43,58
Doses (L ha⁻¹)						
0,0 ⁺	32,86	10,73	43,59	32,45	11,43	43,89
1,5	32,83	11,12	43,94	31,68	10,49	42,17
3,0	32,20	10,71	43,91	31,54	10,95	42,48
Teste F						
Produtos (A)	1,83 ^{ns}	1,41 ^{ns}	1,75 ^{ns}	3,02 ^{ns}	1,71 ^{ns}	2,76 ^{ns}
Doses (B)	0,71 ^{ns}	0,71 ^{ns}	0,75 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,67 ^{ns}	0,04 ^{ns}
A * B	0,07 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,19 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,04 ^{ns}
Fatorial * Testemunha	0,17 ^{ns}	0,11 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,54 ^{ns}	1,31 ^{ns}	0,85 ^{ns}
D.M.S	2,73	1,77	4,39	3,76	2,05	5,56
CV (%)	5,59	11,07	6,73	7,89	12,19	8,22

Médias seguidas por letras distintas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05,^{ns} não significativo, *Diferentes pelo teste de Dunnett a 0,05, ⁺Tratamento adicional.

Na Tabela 4, encontram-se os teores de macronutrientes da parte aérea na variedade BRS Atalanta. É possível inferir que os produtos, assim como as doses, não influenciaram nos teores de nutrientes, não havendo interação entre os produtos e doses avaliadas.

De acordo com Raij et al. (1996) citado por Barbosa (2006), os teores de N adequados para a cultura do arroz devem se aproximar de 27-35 g kg⁻¹, sendo os teores encontrados (Tabela 4) inferiores aos adequados para a cultura. Também foram inferiores os teores de fósforo (P) (Tabela 4), que segundo estes autores devem estar entre 1,8 a 3,0 g kg⁻¹.

Em relação ao potássio (K), os teores obtidos na cultivar BRS Atalanta, na dose de 1,5 L ha⁻¹ no Produto 2, e nos tratamentos onde se utilizou o Produto 2, foram considerados adequados, entre 13 e 30 g kg⁻¹ (BARBOSA, 2006).

Quanto ao cálcio (Ca) e magnésio (Mg), os teores obtidos para cultivar BRS Atalanta são considerados adequados para a cultura do arroz, que segundo Raij et al. (1996) e citado por Barbosa (2006), estão entre 2,5 a 10,0 g kg⁻¹ para o Ca e entre 1,5 a 5,0 g kg⁻¹ para Mg. Os teores de enxofre (S) para a cultivar BRS Atalanta encontram-se apropriados, que, segundo Fageria et al. (1995), teores adequados encontram-se próximos a 2,0 g kg⁻¹.

Tabela 4. Teores de macronutrientes presentes nas folhas (g kg⁻¹), na cultivar BRS Atalanta em função de doses variadas de bioestimulantes.

Teores de macronutrientes (g kg ⁻¹)						
	N	P	K	Ca	Mg	S
Produto						
Produto 1	10,48	1,44	12,00	7,17	2,30	1,46
Produto 2	9,17	1,65	13,75	7,24	2,62	1,78
Doses (L ha⁻¹)						
0,0 ⁺	10,11	1,53	12,83	8,30	2,40	1,28
1,5	9,12	1,67	13,37	7,24	2,49	1,73
3,0	10,53	1,41	12,37	7,17	2,43	1,52
Teste F						
Produtos (A)	2,08 ^{ns}	1,79 ^{ns}	1,94 ^{ns}	0,01 ^{ns}	1,74 ^{ns}	2,18 ^{ns}
Doses (B)	2,41 ^{ns}	2,76 ^{ns}	0,63 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,05 ^{ns}	1,02 ^{ns}
A * B	0,58 ^{ns}	2,41 ^{ns}	0,63 ^{ns}	0,26 ^{ns}	0,60 ^{ns}	3,20 ^{ns}
Fatorial * Testemunha	0,08 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,09 ^{ns}	1,99 ^{ns}	0,05 ^{ns}	2,03 ^{ns}
D.M.S	3,33	0,58	4,62	2,54	0,90	0,78
CV (%)	21,44	24,66	23,91	22,75	24,60	33,67

Médias seguidas por letras distintas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05,^{ns} não significativo, *Diferentes pelo teste de Dunnett a 0,05, ⁺Tratamento adicional.

Na Tabela 5, encontram-se os teores de macronutrientes extraídos da parte aérea da variedade IRGA-421. Houve diferença entre as doses de N, onde a dose de 3,0 L ha⁻¹ foi a que proporcionou o maior teor deste nutriente. Entretanto, de acordo com Raij et al. (1996) e referenciado por Barbosa (2006) esses teores encontram-se abaixo do adequado. Não foram observadas diferenças entre os produtos analisados, tampouco houve interação entre estes e as doses avaliadas. Os teores de N foram maiores na variedade IRGA-421, quando comparada à variedade BRS Atalanta.

Concernente ao elemento P os teores encontrados foram consideradas ideais para a cultura (Raij et al. 1996 citado por Barbosa, 2006), pois se encontram entre 1,8 a 3,0 g kg⁻¹. Também para o K os valores obtidos foram considerados adequados, estando entre 13 a 30 g kg⁻¹. Para ambos os elementos a cultivar IRGA-421 obteve os maiores teores.

Com relação ao Ca, não houve diferença entre os produtos testados, entretanto as doses aplicadas influenciaram no teor desse nutriente. A dosagem que obteve melhor resultado foi a de 1,5 L ha⁻¹. Mesmo na dosagem de 3,0 L ha⁻¹ - onde foi obtido o menor teor, de 6,88 g kg⁻¹ – continuou dentro dos valores considerados adequados para a cultura do arroz.

Quanto aos teores de Mg e S extraídos da variedade IRGA-421, ambos se enquadram como ideais, encontrando-se na faixa adequada. Não se obteve, no entanto, diferença estatística nos quesitos produto, doses e interação entre estes.

Tabela 5. Teores de macronutrientes presentes nas folhas (g kg⁻¹), na cultivar IRGA-421 em função de doses variadas de bioestimulantes.

Teores de macronutrientes (g kg⁻¹)						
	N	P	K	Ca	Mg	S
Produto						
Produto 1	14,40	2,47	17,25	7,40	2,25	1,69
Produto 2	16,39	2,53	16,08	7,84	2,40	1,49
Doses (L ha⁻¹)						
0,0 ⁺	16,04	2,37	16,08	7,42	2,58	1,65
1,5	13,56 ^b	2,48	16,92	8,37 ^a	2,46	1,51
3,0	17,23 ^a	2,53	16,42	6,88 ^b	2,21	1,68
Teste F						
Produtos (A)	1,94 ^{ns}	0,08 ^{ns}	1,27 ^{ns}	0,65 ^{ns}	0,37 ^{ns}	1,15 ^{ns}
Doses (B)	6,62 [*]	0,05 ^{ns}	0,23 ^{ns}	7,46 [*]	1,05 ^{ns}	0,80 ^{ns}
A * B	0,43 ^{ns}	0,08 ^{ns}	2,60 ^{ns}	0,70 ^{ns}	0,67 ^{ns}	0,39 ^{ns}
Fatorial * Testemunha	0,16 ^{ns}	0,23 ^{ns}	0,25 ^{ns}	0,11 ^{ns}	0,85 ^{ns}	0,07 ^{ns}
D.M.S	3,33	0,93	3,80	2,01	0,89	0,68
CV (%)	22,53	25,12	15,30	17,65	25,05	28,40

Médias seguidas por letras distintas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05,^{ns} não significativo, ^{*}Diferentes pelo teste de Dunnett a 0,05, ⁺Tratamento adicional.

Na Tabela 6, encontram-se os teores dos micronutrientes cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn), zinco (Zn), silício (Si) e da relação nitrogênio/silício na variedade BRS Atalanta. Observa-se que para o Cu, Mn e Si não houve diferenças significativas. De acordo com Scivittaro e Gomes (2016) a faixa de suficiência ideal para o Cu e Mn para a cultura de arroz irrigado está entre 5 a 20 mg kg⁻¹, e 30 a 600 mg kg⁻¹, respectivamente. Sendo assim, os teores de Cu e Mn apresentados nesse trabalho se enquadram como valores adequados. Com relação ao silício, os produtos e doses não se diferenciaram entre si, e nem influenciaram os teores desse nutriente.

A respeito do micronutriente ferro (Fe), os produtos se diferenciaram estatisticamente. As dosagens, entretanto, não influenciaram no teor de ferro nas folhas. O Produto 2 foi o que proporcionou os maiores teores, com uma média dos teores na ordem de 824,97 mg kg⁻¹, acima cerca de 308,82 mg kg⁻¹ das médias obtidas com o Produto 1. Entretanto, segundo Scivittaro e Gomes (2016), a faixa de suficiência adequada para o ferro deve estar entre 70-300 mg kg⁻¹ em arroz irrigado. Nos tratamentos com o Produto 2, houve um maior incremento desse nutriente nas folhas, entretanto não foi detectado visualmente qualquer sintoma de toxicidade desse elemento.

A respeito da relação nitrogênio/silício, ocorreu diferença entre os produtos testados, influenciando os teores da relação. As doses não influenciaram nesses teores. O Produto 1 foi o que obteve melhor resultado. Embora essa relação não seja bem esclarecida, Barbosa Filho et al. (2000) citado por Baliza e outros (2007), relataram que aplicações pesadas de nitrogênio diminuem a acumulação de sílica nas folhas mais novas, predispondo a planta a maior incidência de brusone no “pescoço” da panícula. Conforme observado por Deren et al. (1994) e referenciado por Baliza e demais (2007), o efeito benéfico do silício está correlacionado com um melhor aproveitamento do N fornecido as plantas. Como o silício melhora a arquitetura das plantas favorecendo um maior e melhor aproveitamento da luz, tornando as folhas mais eretas e proporcionando uma menor abertura do ângulo foliar, ele favorece a diminuição do auto - sombreamento nas folhas inferiores, sobretudo em condições de altas densidades populacionais e altas doses de nitrogênio.

Com relação ao zinco, houve interação entre produtos e doses. Segundo Scivittaro e Gomes (2016), a faixa de suficiência para esse elemento em arroz irrigado está entre 20-100 mg kg⁻¹. Sendo assim, os teores analisados se encontram entre esses valores.

Tabela 6. Teores de Cu, Fe, Mn, Zn, Si e da relação nitrogênio/silício presentes nas folhas, na cultivar BRS Atalanta em função de doses variadas de bioestimulantes.

Teores de micronutrientes						
	----- (mg kg ⁻¹) -----				--- (g kg ⁻¹) ---	
	Cu	Fe	Mn	Zn	Si	N/Si
Produto						
Produto 1	7,29	516,15b	325,85	75,24	2,25	1,22a
Produto 2	7,87	824,97a	355,58	70,11	2,40	0,99b
Doses (L ha⁻¹)						
0,0 ⁺	8,12	585,13	332,52	47,19	2,58	1,65
1,5	7,98	734,90	334,78	72,40	2,46	1,51
3,0	7,18	606,22	346,64	72,95	2,21	1,68
Teste F						
Produtos (A)	0,29 ^{ns}	6,55*	0,66 ^{ns}	0,35 ^{ns}	1,65 ^{ns}	5,13*
Doses (B)	0,55 ^{ns}	1,13 ^{ns}	0,10 ^{ns}	0,41 ^{ns}	0,54 ^{ns}	3,80 ^{ns}
A * B	1,57 ^{ns}	1,26 ^{ns}	1,67 ^{ns}	9,01*	1,43 ^{ns}	0,00 ^{ns}
Fatorial * Testemunha	0,19 ^{ns}	0,40 ^{ns}	0,04 ^{ns}	6,99*	0,02 ^{ns}	0,00 ^{ns}
D.M.S	3,98	444,15	134,57	25,11	2,28	0,36
CV (%)	34,53	45,21	26,40	31,24	16,71	22,00

Médias seguidas por letras distintas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05,^{ns} não significativo, *Diferentes pelo teste de Dunnett a 0,05, ⁺Tratamento adicional.

Em relação ao Zn, observa-se na Tabela 7 que houve interação entre os produtos e doses aplicadas. Nota-se que o Produto 1, quando aplicado na dose de 3,0 L ha⁻¹, apresentou o maior teor de zinco. Isso provavelmente ocorreu devido ao fato do Produto 1 ser enriquecido com zinco em sua formulação. O Produto 2, quando aplicado na dosagem de 1,5 L ha⁻¹, obteve também alto teor para esse micronutriente. Se comparados com a testemunha, o Produto 1 na dosagem de 3,0 L ha⁻¹, e o Produto 2 na dosagem de 1,5 L ha⁻¹ foram as interações que apresentaram maiores teores, aproximadamente 75 e 87% superiores, respectivamente. Em feijoeiro, Almeida e Soratto (2014), observaram que a aplicação de 250 mL ha⁻¹ em tratamento de sementes, com mais 250 mL ha⁻¹ aplicados via foliar em estágio V4 do bioestimulante comercial Bioestimulate, apresentaram um incremento de 78% no acúmulo de zinco em relação à testemunha. O zinco é um micronutriente essencial que serve como cofator enzimático.

Além disso, regula todo o crescimento vegetal, uma vez que entra na composição de diversas metaloenzimas e de hormônios essenciais (como principal as auxinas) para o desenvolvimento da planta, apresentando elevada importância (DECHEN; NACHTIGALL, 2006).

Tabela 7. Teores de Zn presente nas folhas na cultivar BRS Atalanta, em função de doses variadas de bioestimulantes.

Teor de Zn (mg kg ⁻¹)			
Produto * Dose (A * B)			
Produtos	Doses (L ha ⁻¹)		
	0,0 ⁺	1,5	3,0
Produto 1	47,19	62,03Ba	88,46*Aa
Produto 2	47,19	82,78*Aa	57,45Bb

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05, *Diferentes pelo teste de Dunnett a 0,05, +Tratamento adicional.

Na Tabela 8, os teores obtidos nas avaliações dos micronutrientes Cu, Fe, Mn, Zn, Si e da relação nitrogênio/silício na variedade IRGA-421.

A respeito do Cu na variedade IRGA-421, foi possível observar que a aplicação dos bioestimulantes não influenciou nos teores desse micronutriente. Os valores obtidos de Cu são considerados ideais, pois se enquadram entre 5-20 mg kg⁻¹ (SCIVITTARO E GOMES, 2016). Entretanto, ocorreu diferença entre um dos fatores da interação e a testemunha (Tabela 9).

Com relação ao Fe e o Mn, os produtos e doses aplicados não influenciaram nos teores desses nutrientes. O micronutriente Fe encontra-se em excesso (SCIVITTARO E GOMES, 2016) na variedade IRGA-421. Esses teores na cultivar IRGA-421 foram superiores aos encontrados na cultivar BRS Atalanta, embora ambas cultivadas sob o mesmo sistema, e manejo de produção. O teor de manganês está adequado (SCIVITTARO E GOMES, 2016).

Quanto ao Zn, observa-se que o Produto 1 foi estatisticamente superior ao Produto 2, proporcionando as maiores médias. A maior dose (3,0 L ha⁻¹) proporcionou o maior teor deste elemento nas folhas. Os teores estão dentro da faixa de suficiência considerada adequada, estando entre 20-100 mg kg⁻¹ (SCIVITTARO E GOMES, 2016).

A respeito do silício, os teores observados na cultivar IRGA-421 foram superiores, em torno de 20% que os observados para a cultivar BRS Atalanta, sendo, desta forma, mais responsiva a absorção desse nutriente. De acordo com Epstein e Bloom (2006) e citado por Baliza et al. (2007), em plantas acumuladoras de silício,

como o arroz após a absorção desse elemento pelas plantas, se polimeriza nas células da epiderme foliar formando uma camada rígida que dificulta o ataque de diversas pragas e doenças.

A respeito da relação nitrogênio/silício, não ocorreu diferença entre os produtos testados, não influenciando os teores da relação. Também as doses não influenciaram nesses teores. Contudo, a relação N/Si foi maior na cultivar IRGA-421.

Tabela 8. Teores de Cu, Fe, Mn, Zn, Si e da relação nitrogênio/silício presentes nas folhas, na cultivar IRGA-421 em função de doses variadas de bioestimulantes.

Teores de micronutrientes						
	----- (mg kg ⁻¹) -----				--- (g kg ⁻¹) ---	
	Cu	Fe	Mn	Zn	Si	N/Si
Produto						
Produto 1	9,63	801,30	460,41	99,49a	9,85	1,49
Produto 2	9,19	753,31	392,64	59,65b	10,02	1,67
Doses (L ha⁻¹)						
0,0 ⁺	13,24	895,96	472,23	64,81	9,27	1,76
1,5	9,08	629,62	451,59	66,96b	9,38	1,47
3,0	9,74	925,00	401,47	92,19a	10,50	1,69
Teste F						
Produtos (A)	0,12 ^{ns}	0,06 ^{ns}	2,48 ^{ns}	21,52*	0,05 ^{ns}	0,98 ^{ns}
Doses (B)	0,27 ^{ns}	2,48 ^{ns}	1,35 ^{ns}	8,63*	2,49 ^{ns}	1,60 ^{ns}
A * B	0,43 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,04 ^{ns}	1,65 ^{ns}	1,42 ^{ns}	1,92 ^{ns}
Fatorial * Testemunha	7,23*	0,32 ^{ns}	0,90 ^{ns}	2,36 ^{ns}	0,71 ^{ns}	0,89 ^{ns}
D.M.S	4,68	644,37	158,46	31,62	2,62	0,64
CV (%)	30,59	57,21	24,19	27,45	17,71	26,35

Médias seguidas por letras distintas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05,^{ns} não significativo, *Diferentes pelo teste de Dunnett a 0,05, ⁺Tratamento adicional.

Na Tabela 9, é possível observar que para o Cu, o bioestimulante 2, na dose de 1,5 L ha⁻¹, foi estatisticamente inferior a testemunha. Todavia, os dois bioestimulantes não incrementaram o teor desse nutriente, pois os valores para o teor de cobre foram numericamente todos abaixo da testemunha, segundo o teste de Dunnett.

Tabela 9. Teores de Cu presente nas folhas na cultivar IRGA-421, em função de doses variadas de bioestimulantes.

Teor de Cu (mg kg ⁻¹)			
Produto * Dose (A * B)			
Produtos	Doses (L ha ⁻¹)		
	0,0 ⁺	1,5	3,0
Produto 1	13,24	9,72	9,54
Produto 2		8,44*	9,93

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05, *Diferentes pelo teste de Dunnett a 0,05, ⁺Tratamento adicional.

Na Tabela 10, encontram-se os valores de massa de matéria seca da raiz (MSR) e massa de matéria seca da parte aérea (MSA), na variedade BRS Atalanta. Nota-se que, os dois bioestimulantes não apresentaram diferenças quanto ao incremento de MSR e MSA. Rodrigues et al. (2015) na avaliação de MSA em plantas de arroz sob sistema irrigado, submetidos a aplicação de diferentes doses de Stimulate[®] também não observaram diferenças estatísticas entre tratamentos.

As doses aplicadas influenciaram apenas os teores de MSR, sendo a dose de 1,5 L ha⁻¹ a mais representativa, com maior massa. Santos e outros (2013) avaliando os efeitos de bioestimulantes em milho, no tratamento onde se utilizou aplicação em sementes (100 mL/60.000 sementes) e via foliar (0,5 L ha⁻¹), em solo corrigido e adubado, verificaram uma maior taxa de crescimento de massa seca de raízes, em torno de 0,17 g dia⁻¹. Esses mesmos autores destacaram que, com os resultados deste trabalho, o uso de bioestimulantes estimulou o maior desenvolvimento do sistema radicular das plantas de milho, possibilitando melhor e maior área de exploração do solo, aspecto que influi no maior crescimento e no desenvolvimento das plantas tratadas com os bioestimulantes. Esse maior desenvolvimento radicular é atribuído ao estímulo da divisão, diferenciação e alongamento celular. Já Garcia e outros (2009) afirmaram que o uso de bioestimulantes para a cultura do arroz, resulta em maior crescimento de raízes, somente nas condições de baixo fornecimento de fósforo, ou seja, o bioestimulante interfere consideravelmente no desenvolvimento das raízes quando há menor fertilidade no solo.

Tabela 10. Valores de massa de matéria seca de raízes (MSR) e massa de matéria seca da parte aérea (MSA) na cultivar BRS Atalanta, em função de doses variadas de bioestimulantes.

	MSR (g planta ⁻¹)	MSA (g planta ⁻¹)
Produto		
Produto 1	37,29	97,39
Produto 2	40,29	98,25
Doses (L ha⁻¹)		
0,0 ⁺	37,11	94,94
1,5	43,05a	101,11
3,0	34,48b	94,53
Teste F		
Produtos (A)	1,34 ^{ns}	0,06 ^{ns}
Doses (B)	11,33*	3,94 ^{ns}
A * B	0,05 ^{ns}	1,02 ^{ns}
Fatorial *	0,33 ^{ns}	0,60 ^{ns}
Testemunha		
D.M.S	9,37	12,19
CV (%)	16,14	8,34

Médias seguidas por letras distintas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05,^{ns} não significativo, *Diferentes pelo teste de Dunnett a 0,05, ⁺Tratamento adicional.

Na Tabela 11, estão contidos os teores de acúmulo de massa de matéria seca da raiz (MSR), e massa de matéria seca da parte aérea (MSA), na variedade IRGA-421. Os bioestimulantes não influenciaram no acúmulo de MSR e MSA. As doses também apresentaram o mesmo comportamento, não proporcionando incremento destes parâmetros. O mesmo foi observado por Rodrigues et al. (2015) verificando que o uso de biorregulador composto por auxina, citocinina e giberelina, não influenciaram a MSR e MSA na cultura do arroz.

Se comparada as duas cultivares, os componentes MSR e MSA foram superiores na cultivar BRS Atalanta. Assim, infere-se que as respostas a um bioestimulante dependem da espécie vegetal e do cultivar utilizada. Enquanto algumas espécies enraízam muito melhor com sua aplicação, 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).

Tabela 11. Valores de massa de matéria seca de raízes (MSR) e massa de matéria seca da parte aérea (MSA) na cultivar IRGA-421, em função de doses variadas de bioestimulantes.

	MSR (g planta ⁻¹)	MSA (g planta ⁻¹)
Produto		
Produto 1	25,84	68,72
Produto 2	25,31	75,07
Doses (L ha⁻¹)		
0,0 ⁺	27,21	81,44
1,5	27,32	74,77
3,0	23,83	69,02
Teste F		
Produtos (A)	0,04 ^{ns}	1,78 ^{ns}
Doses (B)	1,89 ^{ns}	1,46 ^{ns}
A * B	0,40 ^{ns}	0,12 ^{ns}
Fatorial *	0,33 ^{ns}	3,22 ^{ns}
Testemunha		
D.M.S	9,33	17,49
CV (%)	23,97	15,77

Médias seguidas por letras distintas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05,^{ns} não significativo, *Diferentes pelo teste de Dunnett a 0,05, ⁺Tratamento adicional.

Segundo Fageria et al. (2007) os diferentes genótipos de arroz apresentam diferenças quanto a absorção, utilização de nutrientes e potencial de produtividade. O mesmo autor relata que o número de panículas e o índice de colheita de grãos (obtido pelo quociente entre produtividade de grãos em kg ha⁻¹ e produtividade de matéria seca total da parte aérea em kg ha⁻¹), apresentaram diferenças de acordo com o ano de cultivo em interação com o tipo de genótipo (material utilizado).

Na Tabela 12 estão contidos os parâmetros de produtividade: número de panículas por vaso, massa de 100 sementes, produção por vaso e produtividade para cultivar BRS Atalanta. Observa-se que não ocorreram diferenças nos parâmetros avaliados. Segundo Barbosa (2006), a avaliação do número de panículas por metro quadrado é um parâmetro de grande importância, sendo um fator que influencia diretamente sobre a produtividade. Concernente a isso, este autor observou que a cultivar IAC 202 apresentou maior número de panículas que as cultivares BRS Soberana e Primavera sob o tratamento do bioestimulante Hydrogen.

Como pode ser observado na Tabela 12, apesar de não ocorrer diferença significativa para a massa de 100 sementes, quando aplicado o Produto 2, numericamente obteve-se uma maior massa, em detrimento da aplicação do Produto 1, o que refletiu na produtividade.

A massa do grão é um fator importante inerente à produtividade. De acordo com Brasil (1992) e Marcos Filho et al.(1987) citados por Zaratin (2000), a massa hectolétrica e a massa de 100 sementes são influenciadas pelo cultivar dando informações sobre o grau de maturidade e sanidade das sementes, sendo ainda influenciado pelas condições de clima e solo, adubação, sistema de cultivo, grau de umidade e beneficiamento.

Para a produção por vaso na cultivar BRS Atalanta (Tabela 12), apesar de não ocorrer diferenças estatísticas, o Produto 2 foi o que apresentou uma maior produção, com 5,3% de incremento em relação ao Produto 1, o que pode ser correlacionado positivamente com a produtividade, que também foi maior com o Produto 2, com 2.255,25 kg ha⁻¹.

O rendimento de grãos (kg ha⁻¹), obtido nas diversas regiões do Sul, indica um elevado potencial produtivo da cultivar BRS Atalanta, superando, em alguns casos, 9,0 toneladas por hectare de grãos secos e limpos (FAGUNDES et al. 2007). De acordo com o serviço nacional de proteção de cultivares (SNPC) citado por Magalhães e Fagundes (2016), a cultivar BRS Atalanta apresenta em média uma produtividade de 6.800 kg ha⁻¹, com potencial produtivo capaz de superar os 10.000 kg ha⁻¹. Um dos motivos para uma produtividade relativamente baixa no presente estudo provavelmente está no fato da produção ter sido em vaso, havendo limitação de crescimento da área radicular e limitando a rizosfera.

Tabela 12. Número de panículas por vaso, massa de 100 sementes (g), produção por vaso (g) e produtividade (kg ha⁻¹) da cultivar BRS Atalanta, em função da aplicação de bioestimulantes.

	Nº de panículas/vaso	Massa de 100 sementes (g)	Produção/vaso (g)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
Produto				
Produto 1	50,16	2,42	96,54	2135,85
Produto 2	49,00	2,44	101,93	2255,25
Doses (L ha⁻¹)				
0,0 ⁺	49,50	2,36	97,36	2154,16
1,5	49,41	2,41	99,13	2193,84
3,0	50,08	2,45	99,34	2197,84
Teste F				
Produtos (A)	1,06 ^{ns}	0,35 ^{ns}	0,58 ^{ns}	0,58 ^{ns}
Doses (B)	0,21 ^{ns}	0,89 ^{ns}	0,09 ^{ns}	0,09 ^{ns}
A * B	0,01 ^{ns}	0,60 ^{ns}	0,40 ^{ns}	0,40 ^{ns}
Fatorial *	0,02 ^{ns}	2,04 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,05 ^{ns}
Testemunha				
D.M.S	5,34	0,15	25,89	572,81
CV (%)	7,15	4,39	17,42	17,42

Médias seguidas por letras distintas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05,^{ns} não significativo, *Diferentes pelo teste de Dunnett a 0,05, ⁺Tratamento adicional.

Observa-se na Tabela 13, número de panículas por vaso, massa de 100 sementes, produção por vaso e produtividade para a cultivar IRGA-421. Nota-se que nenhum desses parâmetros foram influenciados pela aplicação dos bioestimulantes.

É possível inferir (Tabela 13), que o cultivar IRGA-421 apresentou um maior número de panículas por vaso do que a cultivar BRS Atalanta (Tabela 12) para os dois produtos. Apesar disso, ter um maior número de panículas por vaso não influenciou a massa de 100 sementes, produção por vaso e produtividade, nos quais a BRS Atalanta obteve os maiores resultados (Tabela 12).

Matos et al. (2015) obteve baixa resposta de um bioestimulante a base de *Ascophyllum nodosum* em trigo. As diferentes doses não influenciaram a massa de 100 grãos e a produtividade, sendo que o aumento das doses desse bioestimulante causou decréscimo na produtividade em sacas por hectare.

Em milho, Carvalho (2013) pode observar que doses de 50 e 100 mL de extrato líquido de *Ascophyllum nodosum* aplicado via tratamento de sementes incrementaram

em 56 e 62% o número de grãos, respectivamente. Além disso, ainda houve acréscimos de 81 e 102% de massa seca de mil grãos quando aplicados as doses de 50 e 100 mL, respectivamente.

Tabela 13. Número de panículas por vaso, massa de 100 sementes (g), produção por vaso (g) e produtividade (kg ha⁻¹) da cultivar IRGA-421, em função da aplicação de bioestimulantes.

	Nº de panículas/vaso	Massa de 100 sementes (g)	Produção/vaso (g)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
Produto				
Produto 1	66,41	2,30	70,35	1556,61
Produto 2	64,91	2,30	60,96	1348,68
Doses (L ha⁻¹)				
0,0 ⁺	71,66	2,22	66,57	1472,96
1,5	68,41	2,28	67,39	1491,08
3,0	62,91	2,32	63,92	1414,21
Teste F				
Produtos (A)	0,07 ^{ns}	0,01 ^{ns}	1,18 ^{ns}	1,18 ^{ns}
Doses (B)	1,01 ^{ns}	0,73 ^{ns}	0,16 ^{ns}	0,16 ^{ns}
A * B	2,92 ^{ns}	1,45 ^{ns}	0,20 ^{ns}	0,20 ^{ns}
Fatorial * Testemunha	0,96 ^{ns}	2,66 ^{ns}	0,09 ^{ns}	0,09 ^{ns}
D.M.S	11,24	0,15	31,82	704,01
CV (%)	19,99	4,52	32,15	32,15

Médias seguidas por letras distintas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05,^{ns} não significativo, *Diferentes pelo teste de Dunnett a 0,05, ⁺Tratamento adicional.

É importante ressaltar que os produtos utilizados nesse estudo apresentam em sua composição aminoácidos, extrato de *Ascophyllum nodosum*, substâncias húmicas e reguladores vegetais. Essas substâncias participam de importantes reações na planta, melhorando as condições físicas e biológicas, e contribuindo para a produção de substâncias fisiologicamente ativas, que podem estimular o crescimento aéreo e do sistema radicular em arroz, aumentando sua capacidade em absorção.

Diversos estudos tem sido realizados em arroz, cultivado sob o sistema inundado a fim de se esclarecer sobre a função e utilidade de bioestimulantes na absorção de nutrientes, em especial em condições sob não estresse. Com o presente estudo o uso de bioestimulantes em sistema inundado, se fez eficaz, estimulando um maior

desenvolvimento do sistema radicular (MSR), e na absorção de macronutrientes como o N e o Ca, e micronutrientes como o Fe e o Zn.

4. CONCLUSÕES

O uso de bioestimulantes contendo micronutrientes e silicato de potássio enriquecido com zinco, na cultura de arroz irrigado, em condições de casa de vegetação, alteram os teores foliares de N, Ca, Fe, Zn, Cu, os valores de clorofilas B, da relação N/Si e a produção de massa de matéria seca de raiz, podendo contribuir positivamente para o aumento da eficiência nutricional e agrônômica da cultura. Entretanto, sua aplicação não implicou alteração dos teores foliares de P, K, S, Mg, Mn, Si, dos valores de clorofilas A e Total, da produção de massa de matéria seca da parte aérea, número de panículas por vaso, massa de 100 sementes, produção por vaso e produtividade em função das diferentes doses dos dois bioestimulantes.

5. REFERENCIAS

ABRANTES, F.L. et al. **Uso de regulador de crescimento em cultivares de feijão de inverno.** Pesquisa Agropecuária Tropical, 2011. v.41, p. 148-154.

ALBRECHT, L.P. et al. **Aplicação de biorregulador na produtividade do algodoeiro e qualidade de fibra.** Scientia Agraria, 2009. v.10, p. 191-198.

ALMEIDA, A. Q. de.; SORATTO, R. P. Teor e acúmulo de nutrientes no feijoeiro em função da aplicação de bioestimulante. **Revista Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n.4, mai. 2014. Disponível em: <www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/download/11409/15498>.

Acesso em: 17 janeiro de 2017.

BALIZA, D. P. et al. Efeito da interação silício-nitrogênio sobre o crescimento do arroz. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 23., 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.

BERTOLIN, D.C. et al. **Aumento da produtividade de soja com a aplicação de bioestimulantes.** Bragantia, 2010. v. 69, p.339-347.

CARVALHO, M. E. A. de. **Efeitos do extrato de *Ascophyllum nodosum* sobre o desenvolvimento e produção de cultivos.** 2013. 69 p. Dissertação (Mestrado em Fisiologia e Bioquímica de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2013.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Perspectivas para a agropecuária.** Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_09_24_11_44_50_perspectivas_agropecuaria_2015-16_-_produtos_verao.pdf>. Acesso em: 15 outubro de 2016.

DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R. Micronutrientes. In: FERNANDES, M. S. (Editor). **Nutrição Mineral de Plantas.** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 3-48.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Dados conjunturais do arroz (área, produção e rendimento) Brasil – 1986 a 2010.** Disponível em: <<http://www.cnpaf.embrapa.br/apps/socioeconomia/index.htm>>. Acesso em: 28 outubro de 2016.

FAGERIA, N. K. et al. **Seja o doutor do seu arroz.** Piracicaba: POTAFÓS, 1995. 22 p. (POTAFÓS, 10).

FAGERIA, N. K. et al. **Produtividade de arroz irrigado e eficiência de uso do nitrogênio influenciadas pela fertilização nitrogenada.** Pesquisa agropecuária brasileira, Brasília, 2007. v. 42, n.7, p. 1029-1034.

FAGUNDES, P. R. R. et al. **BRS Atalanta: alternativa para o uso racional da água nas lavouras de arroz irrigado no RS.** Pelotas: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2007. 6 p. (Circular técnica, 60).

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. Statistical databases. Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acesso em: 15 set. 2016.

FREITAS, L. B. de.; FERNANDES, D. M.; MAIA, S. C. M. **Índice de clorofila em plantas de arroz de terras altas submetidas a estresse por alumínio e aplicação de silício.** Journal of Agronomic Sciences, Umuarama-PR, v. 2, n. 2, p.229-241, 2013.

GARCIA, R. A. et al. **Crescimento aéreo e radicular de arroz de terras altas em função da adubação fosfatada e bioestimulante.** Bioscience Journal, Uberlândia, 2009. v. 25, n. 4, p. 65-72.

GUIMARÃES, V.F. et al. **Desenvolvimento e produtividade da alface americana em resposta a aplicação de bioestimulante nas mudas no momento do transplântio.** 2006. In: 46º Congresso Brasileiro de Olericultura, Goiânia. Anais, ABH. p.577-580.

LANNA, A. C. et al. **Panorama ambiental e fisio-molecular do arroz de terras altas.** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2012. 32 p.

MAGALHÃES, A. M. de.; FAGUNDES, P. R. **Árvore do conhecimento arroz: cultivar.** Agência Embrapa de informação tecnológica. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/arroz/arvore/CONT000fojvokoc02wyiv80bhgp5povqj3b.html>>. Acesso em: 20 janeiro de 2017.

MATOS, S. E. et al. Uso de produto a base de extrato de algas na cultura do trigo IPR Catuara na região Oeste do Paraná. **Revista cultivando o saber**, Cascavel, ed. especial, p.138-147, 2015. Disponível em: <http://www.fag.edu.br/upload/revista/cultivando_o_saber/566ec5eceabcf.pdf>. Acesso em: 21 janeiro de 2017.

MIGUEL, F.B. et al. **Viabilidade econômica na utilização de um regulador vegetal em cana-planta.** Informações Econômicas, 2009. v.39, p.53-59.

OLIVEIRA, F. A. et al. **Uso de bioestimulante como agente amenizador do estresse salino na cultura do milho pipoca.** Revista Ciência Agronômica, Fortaleza-CE, v. 47, n. 2, p. 307-315, abr-jun, 2016.

PALANGANA, F.C. et al. **Ação conjunta de citocinina giberelina e auxina em pimentão enxertado e não enxertado sob cultivo protegido.** Horticultura Brasileira, 2012. v. 30, p.751-755.

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. Disponível em: < <http://www.nucleus.feituverava.com.br/index.php/nucleus/article/view/1376>>. Acesso em: 17 janeiro de 2017.

SANTOS, V. M. dos. et al. **Uso de Bioestimulantes no crescimento de plantas de *Zea mays* L.** Revista Brasileira de Milho e Sorgo, 2013. v. 12, n. 3, p. 307-318.

SCIVITTARO, W. B.; GOMES, A. da S. **Árvore do conhecimento arroz: correção do solo e adubação.** Agência Embrapa de informação tecnológica. Disponível em: < <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/arroz/arvore/CONT000fojvokoc02wyiv80bhgp5p7b35z48.html>>. Acesso em: 17 janeiro de 2017.

STEINER, F.; PAVAN, F. O. B. Benefícios dos bioestimulantes na produção de mudas de alface. In: OLIVEIRA, M. L. **Campo e negócios Hortifrúti.** Uberlândia-MG, 2015.

TAIZ, L.; ZIEGLER, E. **Fisiologia vegetal.** 3.ed. Porto Alegre : Artmed, 2004. p.693. (Trad . SANTARÉM E.R. et al.).

ZARATIN, C. **Doses e parcelamento de potássio em quatro cultivares de arroz irrigados por aspersão.** 2000, 61p. Monografia (Trabalho de Graduação) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, SP, 2000.