

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL  
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE CASSILÂNDIA  
CURSO DE AGRONOMIA

**CRESCIMENTO INICIAL DO ARROZ COM *Azospirillum  
brasilense* E STIMULATE<sup>®</sup> EM DIFERENTES  
PROFUNDIDADES DE SEMEADURA**

**Acadêmico: Elson de Souza Silva**

**Orientador: Prof. Dr. Tiago Zoz**

Membros da Banca:

1. Orientador: Prof. Dr. Tiago Zoz
2. Membro Titular 1: Prof. Dr. Fabio Steiner
3. Membro Titular 2: Eng. Agro. Caio Cesar Burin

Suplente: Eng. Agro. André Zoz

Data: 25/11/2016. Horário: 15:00 h

Local:

( X ) Multimeios

( ) Auditório

( ) Outros

Cassilândia-MS  
Novembro de 2016

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL  
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE CASSILÂNDIA  
CURSO DE AGRONOMIA

**CRESCIMENTO INICIAL DO ARROZ COM *Azospirillum  
brasilense* E STIMULATE<sup>®</sup> EM DIFERENTES  
PROFUNDIDADES DE SEMEADURA**

**Acadêmico: Elson de Souza Silva**

**Orientador: Tiago Zoz**

“Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como parte das exigências do Curso de Agronomia para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo”.

Cassilândia-MS  
Novembro de 2016

# FOLHA DE APROVAÇÃO

## EPIGRAFE

“Não fui eu que ordenei a você? Seja forte e corajoso! Não se apavore e nem desanime, pois o Senhor, o seu Deus, estará com você por onde você andar”.

Josué 1:9

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a Deus por nunca ter me desamparado em momentos de fraqueza, e acredito que sempre me mostrou o melhor caminho.

Dedico aos meus pais, José Tomás da Silva e Maria do Carmo de Souza Silva, que lutaram muito pela minha formação e nunca desistiram dos meus sonhos, ajudando-os a se tornarem possíveis e reais.

Dedico também á minha amada irmã, Maévi de Souza Silva, que, em varias ocasiões assumiu o papel de nossa mãe em minha vida. Dando conselhos, carinho, amor e compreensão, é sem dúvidas um dos meus melhores exemplos na vida de nunca desistir dos nossos sonhos e objetivos.

Dedico aos meus amigos que sempre estiveram comigo, sempre dispostos a ajudar e me apoiar, mesmo nos momentos mais difíceis.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a todas as pessoas do meu convívio que acreditaram e contribuíram, mesmo que indiretamente, para a conclusão deste curso.

Aos meus pais Maria do Carmo de Souza Silva e José Tomas da Silva, pelo amor incondicional e pela paciência. Por terem feito o possível e o impossível para me oferecerem a oportunidade de estudar em Cassilândia, longe deles, acreditando nos meus sonhos e respeitando as minhas decisões, nossas dificuldades não prejudicaram o nosso sonho, serei eternamente grato.

A minha tia Maria Inês Teophilo, por todo apoio e carinho durante todo o curso, sempre me estendeu os braços nas horas de dificuldades, sua disponibilidade para às minhas viagens foram de extrema importância nessa longa trajetória. Agradeço aos meus primos, por todo apoio e carinho durante minha graduação.

Um agradecimento em especial ao meu tio Nivaldo Aparecido, pois possuí um papel de segundo pai em minha vida, sem boa parte de seu esforço minha trajetória na faculdade seria incompleta, serei eternamente agradecido e espero um dia poder retribuir todo seu carinho e dedicação, ao senhor, o meu muito obrigado.

A minha irmã Maévi de Souza Silva, mesmo com toda nossa distância, nunca me deixou faltar nada, principalmente seu companheirismo, carinho e compreensão. Ao meu cunhado Daniele Romano, obrigado pelas oportunidades de aprendizado, foi muito importante em minha formação acadêmica e em minha futura vida profissional, agradeço de coração.

As minhas amigas de Ilha Solteira – SP, Janaína, Roberta e Diana, meu singelo agradecimento, por todo apoio demonstrado durante esses anos.

Aos amigos do grupo “Bigodes cheirosos”, Felipe, Cristhy, João Marcos e Pedro, meu sincero agradecimento pelos momentos de descontração e companheirismo, foram sem dúvidas de extrema importância nessa jornada.

Aos meus amigos de longa data e irmãos, Aldo, Felipe Magalhães, Fernandão. A vocês o meu muito obrigado, por toda força e apoio concedido até mesmo antes da faculdade, minha vida não seria a mesma sem a amizade de vocês, e que isso se perpetue.

Aos amigos da “ Republica Amazonas”, Luan ( Smigol), Rafael ( Tiziu), Gabriel (Pipoca), Henrique (Bronha), Carlos Henrique (Xubáca). Gratidão é pouco pelo o que fizeram por mim nos últimos meses de graduação, obrigado pelo acolhimento, vocês foram decisivos no momento em que mais precisei, agradeço por tudo.

Aos amigos mais que especiais, Alvaro, Lucas, Nelson e José Luis “ Os mãos Brancas”, meu eterno agradecimentos pelos momentos compartilhados, trabalhos realizados e festas aproveitadas, os levarei comigo para o resto da vida.

Aos meus companheiros de republica “H-Romeu”, Andrey ( Pilão ), Eder Garcia (Edim), José Edson ( Gineceu ), Leandro Castro (Gordinho), Hallyson de Souza (Tiguera), Murilo ( Boracéia), Claudio ( Minhoca), Conrado, Nasser, Giovanni ( Hantaro), Tiago ( Tigrila). Obrigado pelos momentos vividos ao longo desses 5 anos de faculdade, dividir experiências de vida e aprendizado com vocês, foi de muita valia. Levarei sempre comigo cada momentos, bons e ruins, onde sempre aprendemos um com outro.

Aos funcionários e todos os professores da UEMS – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, o meu muito obrigado, sem dúvidas contribuíram em minha

formação de caráter pessoal e profissional. Em especial para o André Zoz e Jardel Zoz, pelo auxílio na condução do experimento, sem vocês não seria possível.

Ao meu orientador Tiago Zoz, pelo empenho, paciência e credibilidade, obrigado por tudo, o senhor é grande exemplo.

Aos amigos da “X turma de Agrônoma” turma “ Rep-Kabaré”, pois acredito que turma mais unida não existirá, vocês foram a minha segunda família em Cassilândia-MS.

# SUMÁRIO

<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	vii
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	viii
<b>RESUMO</b> .....	ix
<b>ABSTRACT</b> .....	x
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	2
<b>2.1. Localização e caracterização experimental</b> .....	2
<b>2.2. Instalação e Condução do Experimento</b> .....	3
<b>2.3. Variáveis avaliadas</b> .....	4
<b>2.4. Análises estatísticas</b> .....	6
<b>3. RESULTADO E DISCUSSÃO</b> .....	7
<b>4. CONCLUSÕES</b> .....	15
<b>5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	16

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Características químicas do solo na camada de 0 - 20 cm antes da implantação do experimento. Cassilândia-MS. 2016 .....	2
<b>Tabela 2:</b> Porcentagem de emergência (EMER), índice de velocidade de emergência (IVE), tempo médio de emergência (TME), altura (ALT) e número de afilhos por planta (NAF) de plantas de arroz submetidas ao tratamento de sementes com Stimulate® e inoculação com Azospirillum brasilense .....	8
<b>Tabela 3:</b> Número de folhas expandidas (NFEX), número de folhas em estágio de senescência (NFSE), número total de folhas (NTF), área foliar (AF) e massa seca de folhas (MSF) de plantas de arroz submetidas ao tratamento de sementes com Stimulate® e inoculação com Azospirillum brasilense .....	10
<b>Tabela 4:</b> Massa seca do colmo (MSC), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raiz (MSR), massa seca total (MSTO), volume do sistema radicular (VOL) e densidade do sistema radicular (DENS) de plantas de arroz submetidas ao tratamento de sementes com Stimulate® e inoculação com azospirillum brasilense .....	13
<b>Tabela 5:</b> Razão parte aérea raiz (RPAR), razão de área foliar (RAF), área foliar específica (AFE) e razão massa foliar (RMF) de plantas de arroz submetidas ao tratamento de sementes com Stimulate® e inoculação com Azospirillum brasilense .....	14

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1:** Porcentagem de emergência (a), índice de velocidade de emergência (b), tempo médio de emergência (c) e altura (d) de plantas de arroz semeadas em diferentes profundidades. .... 9
- Figura 2:** Número de folhas verdes expandidas (a), número de folhas em estágio de senescência (b), número total de folhas (c) e número de afilhos por planta (d) de plantas de arroz semeadas em diferentes profundidades. .... 11
- Figura 3:** Área foliar (a), massa seca de folhas (b), massa seca de colmo (c) e massa seca da parte aérea (d) de plantas de arroz semeadas em diferentes profundidades. .... 12
- Figura 4:** Massa seca de raiz (a), massa seca total (b), volume do sistema radicular (c) e densidade do sistema radicular (d) de plantas de arroz semeadas em diferentes profundidades. .... 13
- Figura 5:** Razão parte aérea raiz (a), razão de área foliar (b), área foliar específica (c) e razão de massa foliar (d) de plantas de arroz semeadas em diferentes profundidades. .... 15

## RESUMO

O presente trabalho objetivou avaliar o crescimento inicial de plantas de arroz inoculado com *Azospirillum brasilense* e tratado com Stimulate® em diferentes profundidades de semeadura. O experimento foi conduzido sob cultivo protegido na Estação Experimental Agronômica da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), em Cassilândia-MS, no período de maio a junho de 2016. Para a realização do experimento foi adotado delineamento de blocos casualizados com quatro repetições, em esquema fatorial 4 x 4. O primeiro fator foi composto por quatro profundidades de semeadura (1,0; 3,0; 5,0 e 7,0 cm). O segundo fator foi composto por diferentes tratamentos de sementes (a - controle – sem tratamento, b - inoculação com *Azospirillum brasilense*, c - tratamento de sementes com Stimulate® e d - inoculação com *Azospirillum brasilense* associado ao tratamento de sementes com Stimulate®). Os dados foram submetidos a análise de variância e utilizou-se o teste t (LSD) para comparação das médias relativas aos tratamentos de semente e análise de regressão para as médias relativas as profundidades de semeadura. O tratamento de sementes de arroz com *Azospirillum brasilense* e Stimulate® associados resulta em menor índice de velocidade de emergência e maior razão parte aérea raiz. O aumento da profundidade de semeadura resulta em menor porcentagem de emergência e índice de velocidade de emergência e maior tempo médio de emergência de plântulas de arroz. O aumento da profundidade de semeadura resulta em menor número de filhos por planta e menor vigor inicial de plantas de arroz.

**Palavras-chave:** *Oryza sativa*, fixação biológica, bioestimulante, semente.

## ABSTRACT

The present work aimed to evaluate the initial development of rice plants inoculated with *Azospirillum brasilense* and treated with Stimulate® at different seeding depths. The experiment was conducted under protected cultivation at the Agronomic Experimental Station of the State University of Mato Grosso do Sul (UEMS), in Cassilândia-MS, from May to June 2016. A randomized block design with four Replicates in a 4 x 4 factorial scheme. The first factor was composed of four sowing depths (1.0, 3.0, 5.0 and 7.0 cm). The second factor was composed of different seed treatments (a - control - without treatment, b - inoculation with *Azospirillum brasilense*, c - seed treatment with Stimulate® and d - inoculation with *Azospirillum brasilense* associated with seed treatment with Stimulate®). The data were submitted to analysis of variance and the t test (LSD) was used to compare the means relative to the seed treatments and regression analysis for the means relative to the depths of sowing. The treatment of rice seeds with associated *Azospirillum brasilense* and Stimulate® results in a lower rate of emergence speed and a higher root shoot ratio. The increase in sowing depth results in a lower percentage of emergence and emergence speed index and a longer mean time of emergence of rice seedlings. The increase in sowing depth results in a lower number of tiller per plant and lower initial vigor of rice plants.

**Keu-words:** *Oryza sativa*, biological fixation, biostimulant, seed.

## 1. INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa*) é considerado um dos cereais com maior área cultivada no mundo (CAMPESTRINI et al., 2014), faz parte da dieta de metade da população mundial, contribuindo no Brasil, por 18% das calorias e por 12% da dieta populacional brasileira (KUMAR & LADHA, 2011).

A região sul do país é onde se concentra a maior produção, colocando o estado do Rio Grande do Sul como a região em que mais se produz com 50% de produção nacional (Rangel, 1995).

O nitrogênio (N) é essencial para as células vivas, fazendo parte de muitas moléculas orgânicas, como aminoácidos e proteínas (OSÓRIO FILHO et al., 2015). Porém, o nitrogênio é um dos insumos mais caros na produção de cereais em geral. Portanto, alternativas que possam reduzir os custos com nitrogênio são de extrema importância. Segundo Döbereiner et al. (1976) a fixação biológica de nitrogênio por bactérias fixadoras de nitrogênio, como o *Azospirillum* podem contribuir para o suprimento de nitrogênio quando associadas com gramíneas, e com isto reduzir o custo de produção da cultura.

Além do *Azospirillum brasilense*, outra tecnologia que tem recebido destaque nos últimos anos é a utilização de biorreguladores. Segundo Elli et al. (2016) a utilização de bioreguladores vegetais tem o potencial de elevar a produtividade das culturas. De acordo com Klahold et al., (2006) os produtos podem ser aplicados diretamente nas plantas ou usado como inoculador de sementes, onde aumenta a potencialidade genética da planta promovendo equilíbrio hormonal, estimulando o crescimento radicular (SILVA et al., 2008).

Outro fator importante que está relacionado com a produtividade da cultura do arroz é a profundidade de semeadura. A profundidade de semeadura deve ser adequada de forma que possa assegurar a germinação das sementes, a emergência das plântulas e o rendimento de grãos (COPETTI, 2012). A semeadura em maiores profundidades pode resultar em dificuldades para emergência das plântulas e maior consumo da reserva energética da semente.

Este trabalho se baseia na hipótese de que o tratamento de sementes com o fitoregulador Stimulate<sup>®</sup>, associado a inoculação com *Azospirillum brasilense* e a semeadura com profundidade adequada pode resultar em ganhos positivos no crescimento inicial de plantas de arroz. O presente trabalho objetivou avaliar o crescimento inicial de plantas de arroz inoculado com *Azospirillum brasiliense* e tratado com Stimulate<sup>®</sup> em diferentes profundidades de semeadura.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Localização e caracterização experimental

O experimento foi conduzido sob cultivo protegido na Estação Experimental Agrícola da Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul – Unidade Universitária de Cassilândia (UEMS/UUC), localizada no município de Cassilândia – MS (latitude: 19°05'30,50" longitude: 51°05'55,64" e altitude: 549 metros) no período de abril a junho de 2016. Segundo a classificação climática de Köppen-Geiger, a região apresenta clima tropical com estação seca de inverno (Aw).

O solo utilizado é classificado como Neossolo Quartzarênico (95 g/kg de argila, 50 g/kg de silte e 855 g/kg de areia), coletado na camada de 0,0 - 0,20 m de profundidade. Na Tabela 1 são apresentadas as características químicas do solo.

**Tabela 1:** Características químicas do solo na camada de 0 - 20 cm antes da implantação do experimento. Cassilândia-MS. 2016

pH	P <sub>resina</sub> mg dm <sup>-3</sup>	M.O. g dm <sup>-3</sup>	K	Ca	Mg	Al	Al+H	SB	CTC	V%	S-SO <sub>4</sub> mg dm <sup>-3</sup>
5,2	2,0	14,0	1,7	10,0	7,0	0,0	22,0	18,7	40,7	46,0	2,0
m		B		Cu		Fe		Mn			Zn
%						mg dm <sup>-3</sup>					
0,0		0,08		0,60		8,00		5,70			0,30

## 2.2. Delineamento Experimental

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com quatro repetições, em esquema fatorial 4 x 4. O primeiro fator foi constituído pelos seguintes tratamentos de semente: i) inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense* (100 ml/20 kg de sementes), ii) tratamento de sementes com Stimulate<sup>®</sup> (600 ml/100 kg de sementes), iii) inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense* associado ao tratamento com Stimulate<sup>®</sup> e iv) controle. O segundo fator foi constituído por diferentes profundidades de semeadura do arroz, sendo: 1,0; 3,0; 5,0 e 7,0 cm. Cada unidade experimental foi constituída por um vaso com capacidade volumétrica de 5 litros, totalizando 64 vasos.

## 2.3. Instalação e Condução do Experimento

Como fonte de *Azospirillum brasilense* utilizou-se o inoculante comercial líquido Nitro1000<sup>®</sup> Gramíneas que contém as estirpes AbV5 e AbV6 com 200 milhões de células por ml. O produto comercial Stimulate<sup>®</sup> é um bioestimulante composto pelos seguintes biorreguladores: Cinetina (0,09 g/L), Ácido Giberélico (0,05g/L) e Ácido 4-Indol-3-Ilbutirico (0,05 g/L).

Para obter a semeadura nas profundidades, foram confeccionados segmentos de madeira com diâmetro de 1,5 cm e comprimento em torno de 3 cm superior as profundidades determinadas como tratamento. Nos segmentos de madeira foram feitas marcações com o comprimento exatamente igual as profundidades de semeadura. Para realizar a semeadura, os vasos foram regados até atingir a capacidade de campo, e então, os segmentos de madeira foram introduzidos no solo até atingir as marcações, de modo a fazer furos com as profundidades pré-determinadas como tratamento. Em cada vaso foram feitos 10 furos.

Após a abertura dos furos, foi depositada uma semente no fundo de cada sulco, totalizando 10 sementes por vaso. Para cobrir os furos utilizou-se solo seco

e então realizou-se novamente a rega dos vasos, de modo que todo solo no vaso atingisse a capacidade de campo. A cultivar de arroz utilizada foi o BRS Sertanejo.

Após a estabilização do estande foi realizado o desbaste, deixando-se apenas uma planta por vaso. A rega foi realizada diariamente, aplicando-se 180 ml de água por vaso.

Aos 10 dias após a emergência (DAE) foi realizada a adubação, sendo aplicado 75 mg/dm<sup>3</sup> de K<sub>2</sub>O, 131 mg/dm<sup>3</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 38 mg/dm<sup>3</sup> de N. Como fonte foi utilizado o fertilizante formulado 04-14-08. O fertilizante foi diluído em água e então aplicado em cada vaso.

## 2.4. Variáveis avaliadas

Após a semeadura, foram realizadas diariamente a contagem de plântulas emergidas em cada vaso e, a partir dos dados obtidos foram estimados s seguintes parâmetros:

- Emergência de plântulas (%): Obtida por contagem das plântulas emergidas após a estabilização do estande.
- Índice de velocidade de emergência (IVE): obtido registrando-se diariamente o número de plântulas emergidas, até a estabilização da emergência, e este foi calculado pela fórmula proposta por Maguire (1962):  $IVE = E_1/N_1 + E_2/N_2 + \dots + E_n/N_n$ , onde  $E_1, E_2, \dots, E_n$  = número de plântulas normais computadas na primeira contagem, na segunda contagem e na última contagem.  $N_1, N_2, \dots, N_n$  = número de dias da semeadura à primeira, segunda e última contagem.
- Tempo médio de emergência (TME): registrando-se diariamente o número de plântulas emergidas, até a estabilização da emergência, e este foi calculado pela fórmula proposta por Labouriau (1983):  $TME = (N_1G_1 + N_2G_2 + \dots + N_nG_n) / (G_1 + G_2 + \dots + G_n)$ , onde  $G_1, G_2, \dots, G_n$ : número de plântulas emergidas no dia da observação, e  $N_1, N_2, \dots, N_n$ : número de dias contados desde o dia da semeadura, até o dia da observação.

Ao final do experimento, aos 50 dias após a semeadura, foram realizadas as seguintes avaliações:

- Altura de planta (cm): foi definido como sendo a distância do nível do solo até o ápice do dossel da planta.
- Número total de folhas expandidas por planta: obtido por contagem das folhas totalmente expandidas.
- Número de folhas senescentes por planta: obtido por contagem das folhas senescentes.
- Número total de folhas por planta: obtida pelo somatório das folhas expandidas e folhas senescente.
- Número de afilhos: obtidos por contagem do número total de afilhos.

As plantas foram seccionadas em folhas, colmos, espiga e sistema radicular e, então levadas a estufa de circulação forçada de ar, com temperatura de 65°C por 72 horas para obtenção da:

- Massa de matéria seca do sistema radicular (g/planta).
- Massa de matéria seca de colmos (g/planta).
- Massa de matéria seca de folhas (g/planta).
- Massa de matéria seca da parte aérea (g/planta).
- Massa de matéria seca total (g/planta).
- Volume do sistema radicular (cm<sup>3</sup>/planta): as raízes foram lavadas e imersas em uma proveta com volume de água conhecido, sendo o volume de água deslocado, o volume do sistema radicular.
- Área foliar (dm<sup>2</sup>/planta): foi definida pelo método dos discos foliares, utilizando-se um vazador com área conhecida. Foram destacados discos foliares das porções basal, mediana e apical do limbo foliar. Através da área conhecida dos discos foliares destacados, do peso dos mesmos e do peso da folha, tomados através de uma balança analítica, após secagem em estufa de ventilação forçada, por 72 horas à 65°C, foi estimada a área foliar total.
- Razão parte aérea/raiz (g<sup>-1</sup> g<sup>-1</sup>): obtida pela divisão da massa de matéria seca da parte aérea (MSPA) pela massa de matéria seca da raiz (MSR), conforme a seguinte fórmula:

$$\text{Razão parte aérea/raiz} = \frac{\text{MSPA}}{\text{MSR}}$$

- Densidade do sistema radicular ( $\text{g cm}^{-3}$ ): obtida pela divisão da massa seca do sistema radicular (MSR) pelo volume do sistema radicular (VOL), conforme a seguinte fórmula:

$$\text{Densidade do sistema radicular} = \frac{\text{MSR}}{\text{VOL}}$$

- Razão de área foliar ( $\text{dm}^2 \text{g}^{-1}$ ): expressa a área foliar útil para fotossíntese (BENINCASA, 2003) e foi obtida a partir dos valores instantâneos de área foliar (AF), área responsável pela interceptação de energia luminosa e  $\text{CO}_2$ , e massa seca total (MST), resultado da fotossíntese, segundo a equação:

$$\text{Razão de área foliar} = \frac{\text{AF}}{\text{MST}}$$

- Área foliar específica ( $\text{dm}^2 \text{g}^{-1}$ ): reflete o inverso da espessura da folha (BENINCASA, 2003) e foi obtido pela razão entre a área foliar (AF) e a massa seca de folhas (MSF):

$$\text{Área foliar específica} = \frac{\text{AF}}{\text{MSF}}$$

- Razão de massa foliar ( $\text{g}^{-1} \text{g}^{-1}$ ): expressa a matéria seca translocada da folha para outros órgãos do vegetal, por meio da relação entre massa seca da folha (MSF) e massa seca total (MST) da planta (BENINCASA, 2003), como a seguir:

$$\text{Razão de massa foliar} = \frac{\text{MSF}}{\text{MST}}$$

## 2.5. Análises estatísticas

Os dados foram submetidos as análises de normalidade e homocedasticidade e então transformados em  $\sqrt{x}$ , então procedeu-se à análise de variância, e a significância dos quadrados médios obtidos na análise de variância foi testada pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade. As médias referentes a inoculação e ao tratamento de sementes foram comparadas pelo teste t (LSD).

Para as médias referentes às profundidades de semeadura, foram ajustadas equações de regressão. A significância dos coeficientes das equações de regressão foi testada pelo teste t de Student.

### 3. RESULTADO E DISCUSSÃO

Não houve interação entre o tratamento de sementes com Stimulate<sup>®</sup>, a inoculação de *A. brasilense* e as profundidades de semeadura do arroz para as variáveis analisadas.

O tratamento de sementes com Stimulate<sup>®</sup>, a inoculação com *A. brasilense* e a associação de ambos, não influenciaram a porcentagem de emergência, altura e número de afilhos de plantas de arroz. A associação de *A. brasilense* e Stimulate<sup>®</sup> reduziu o índice de velocidade de emergência e aumentou o tempo médio de emergência em relação ao controle (Tabela 2).

O tratamento de sementes de trigo utilizando apenas Stimulate<sup>®</sup> não diferiu do tratamento controle. Em trabalho realizado por Rodrigues et al. (2015) com o objetivo de avaliar o efeito de doses de bioestimulante nas características fisiológicas de sementes de arroz, concluiu-se que a germinação, o índice de velocidade de emergência e a porcentagem de emergência não foram afetados pelas doses de Stimulate<sup>®</sup>. Segundo Elli et al. (2016), as cultivares de arroz apresentam variabilidade quanto a resposta a aplicação de Stimulate<sup>®</sup>.

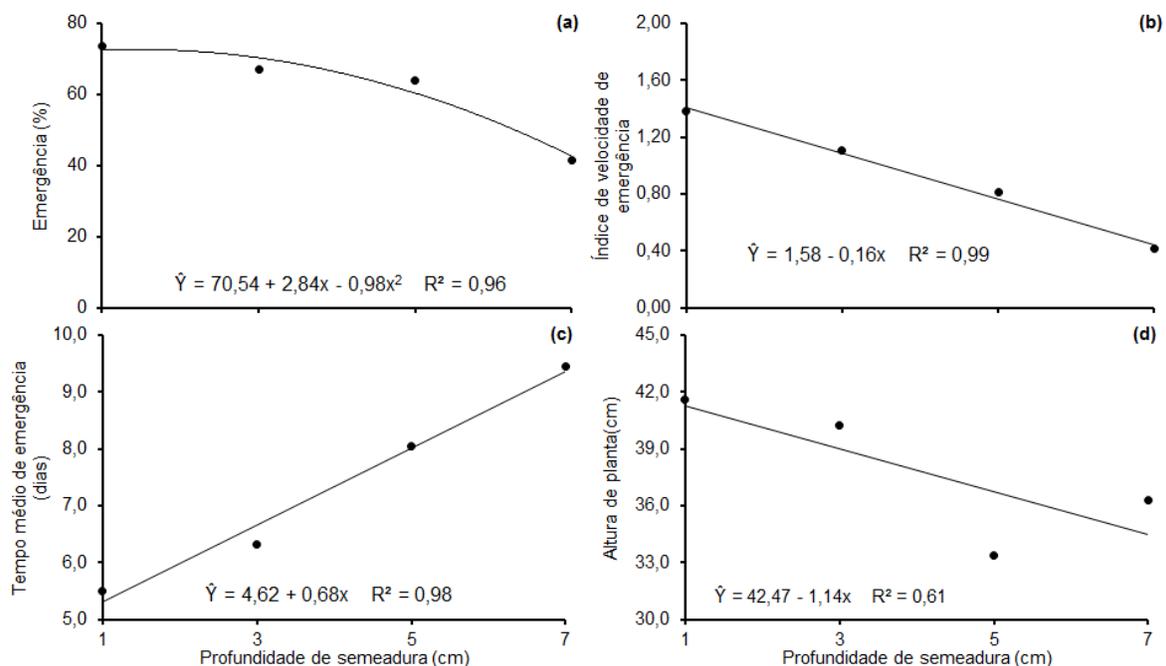
**Tabela 2:** Porcentagem de emergência (EMER), índice de velocidade de emergência (IVE), tempo médio de emergência (TME), altura (ALT) e número de filhinhos por planta (NAF) de plantas de arroz submetidas ao tratamento de sementes com Stimulate® e inoculação com *Azospirillum brasilense*

Tratamento	EMER	IVE	TME	ALT	NAF
	%	-	dias	cm	nº/planta
Controle	68,13	1,07 a	7,25ab	35,44	5,00
Stimulate® (S)	61,88	0,95ab	7,09 b	40,53	4,58
<i>A. brasilense</i> (A)	57,29	0,86ab	7,45ab	38,38	4,73
S + A	58,33	0,83 b	7,53 a	37,19	4,71
Média	61,41	0,93	7,33	37,88	4,76
C.V. (%)	6,79	12,99	2,02	7,22	11,03

Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste t (LSD) ao nível de 5% de significância.

Houve decréscimo na porcentagem de emergência, índice de velocidade de emergência e altura de plantas, e acréscimo no tempo médio de emergência, em função do aumento na profundidade de semeadura (Figura 1).

A temperatura do solo é um dos fatores mais importantes que afetam a germinação das sementes. As temperaturas próximas a superfície do solo são muito similares, sendo reduzidas significativamente após 5 cm de profundidade, causando prejuízo à germinação (GASPARIM et al., 2005). Durante o período entre a semeadura e a emergência o meristema apical localiza-se abaixo da superfície do solo, fazendo com que a temperatura do solo tenha grande importância no desenvolvimento inicial (JANOWIAK et al., 2003), sendo que a temperatura do solo tende a reduzir conforme o aumento da profundidade (SILVA et al., 2006).



**Figura 1:** Porcentagem de emergência (a), índice de velocidade de emergência (b), tempo médio de emergência (c) e altura (d) de plantas de arroz semeadas em diferentes profundidades.

Segundo Ortolani et al., (1986), existem três fatores fundamentais que afetam diretamente a germinação, devendo estar adequadamente presentes no solo: temperatura, teor de água e oxigênio. Ainda existe um quarto fator, quando se trata da emergência, pois mesmo havendo boa germinação, maiores profundidades de sementeira podem reduzir a emergência (Silva et al., 2006), índice de velocidade de emergência e aumentar o tempo médio de emergência, devido ao aumento do impedimento físico proporcionado pelo solo, reduzindo ou inibindo a emergência em grandes profundidades (Figura 1).

A redução na altura das plantas de arroz à medida que aumenta a profundidade de sementeira ocorre devido à perda de vigor da semente, resultado do maior gasto das reservas energéticas durante os processos de germinação e emergência em comparação com as plantas semeadas em menores profundidades além do atraso no desenvolvimento das plantas.

O número de folhas expandidas, número de folhas senescentes, número total de folhas, área foliar e massa seca de folhas não foram influenciadas pelos

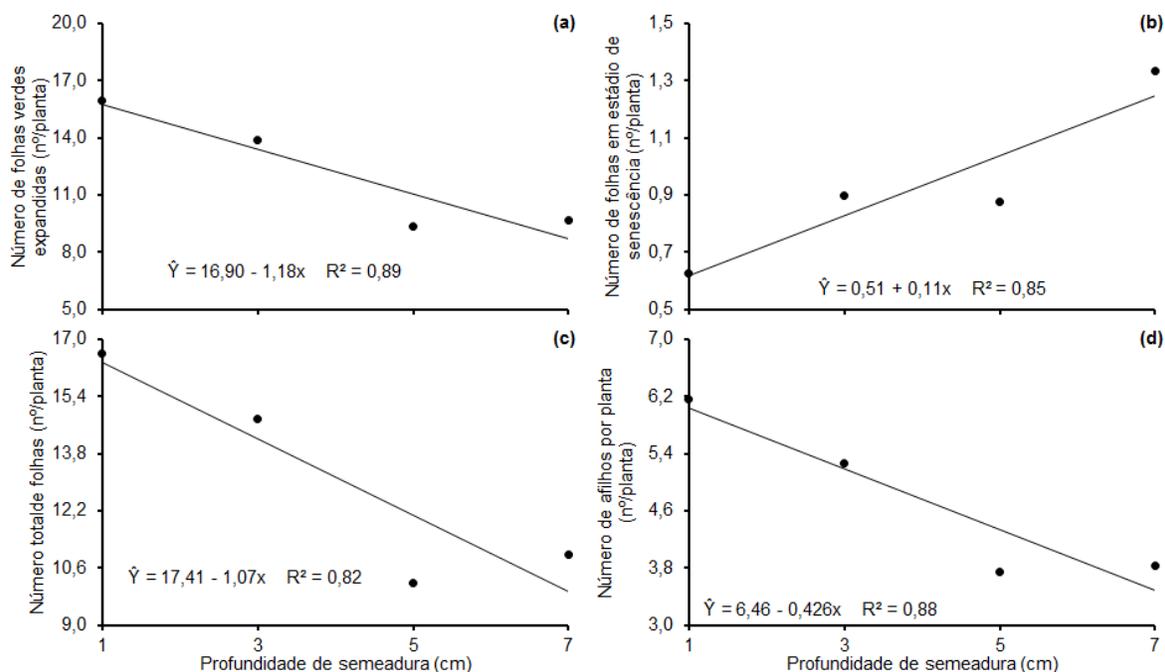
tratamentos com Stimulate<sup>®</sup>, *Azospirillum brasilense* e a associação entre ambos (Tabela 3).

**Tabela 3:** Número de folhas expandidas (NFEX), número de folhas em estágio de senescência (NFSE), número total de folhas (NTF), área foliar (AF) e massa seca de folhas (MSF) de plantas de arroz submetidas ao tratamento de sementes com Stimulate<sup>®</sup> e inoculação com *Azospirillum brasilense*

Tratamento	NFEX	NFSE	NTF	AF	MSF
	----- n <sup>o</sup> /planta -----			dm <sup>2</sup> /planta	g/planta
Controle	12,94	1,06	14,00	15,64	0,47
Stimulate <sup>®</sup> (S)	12,69	0,65	13,33	18,22	0,54
<i>A. brasilense</i> (A)	11,27	1,00	12,27	15,53	0,55
S + A	11,90	1,02	12,92	16,04	0,50
Média	12,20	0,93	13,13	16,36	0,52
C.V. (%)	10,58	68,82	8,18	16,39	16,60

O número de folhas verdes expandidas, número total de folhas e número de filhotes apresentaram redução linear conforme o aumento da profundidade de semeadura, enquanto o número de folhas em estágio de senescência apresentou acréscimo linear conforme o aumento na profundidade de semeadura (Figura 2).

O acréscimo do número de folhas senescentes em maiores profundidades pode ser explicado pelo elevado gasto energético pelas plantas durante o processo de emergência. O nitrogênio e os demais nutrientes e fotoassimilados são translocados das folhas mais velhas para as folhas mais jovens, nos pontos de crescimento ou armazenamento da planta (SRIVASTAVA, 2002), entretanto, a intensidade da senescência nas folhas, depende de fatores como, o nível de nutrientes no solo, as reservas existentes na planta, e a demanda exigida nos pontos de crescimento (WOLFE et al., 1988).



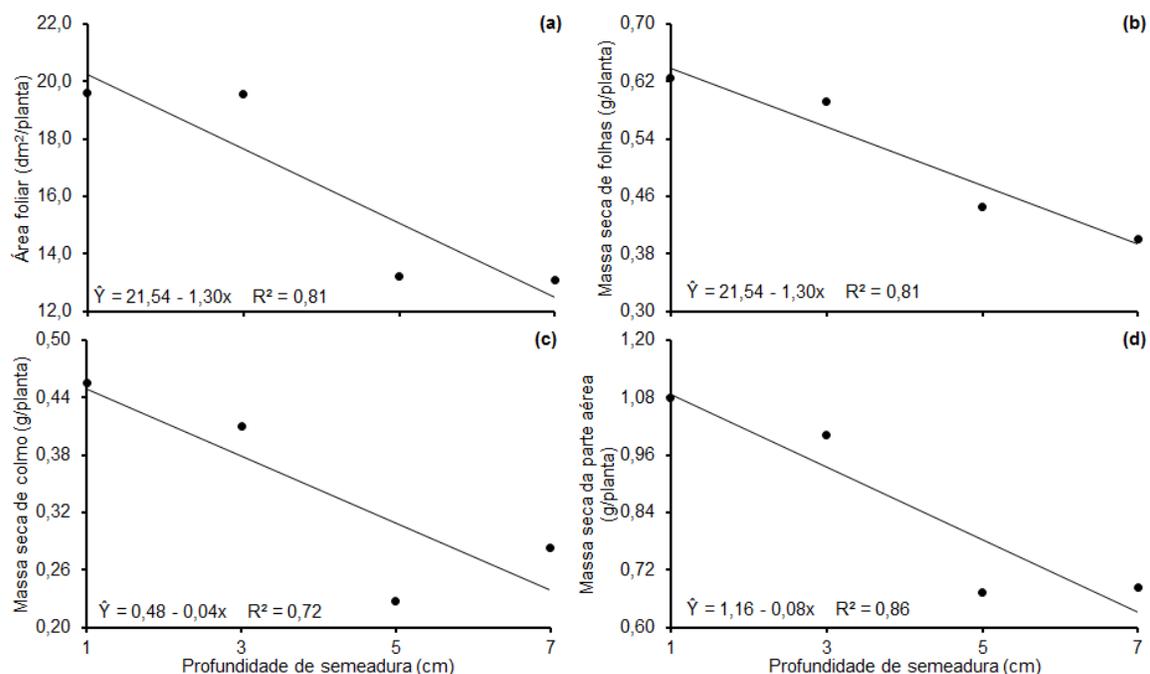
**Figura 2:** Número de folhas verdes expandidas (a), número de folhas em estágio de senescência (b), número total de folhas (c) e número de aflhos por planta (d) de plantas de arroz semeadas em diferentes profundidades.

O processo de afilhamento na cultura do arroz é complexo (LI et al., 2003), e para compreendê-lo é necessário o estudo do crescimento foliar e da morfologia da cultura (JAFFUEL e DAUZAT, 2005), devido ao sincronismo existente entre a emissão dos aflhos e o desenvolvimento do colmo principal (POLETTTO et al., 2009). Assim sendo, a redução linear no número de aflhos conforme o aumento da profundidade de semeadura possivelmente está relacionado ao comportamento similar observado para o número total de folhas (Figura 2c e 2d). Destaca-se a importância do afilhamento adequado na cultura do arroz, pois o número de aflhos define o número de panículas por planta, sendo este um dos principais componentes de produção da cultura (LI et al., 2003).

A massa seca de folhas, massa seca de colmo, massa seca da parte aérea e área foliar reduziram com as maiores profundidades (Figura 3).

Enquanto o meristema apical estiver abaixo do nível do solo, a taxa de desenvolvimento da maioria das plantas é controlada pela temperatura do solo (STONE et al., 1999). Sangoi et al. (2004) observaram redução de 20,9 e 7,1 % na

temperatura do solo em sementeiras realizadas em janeiro e março, respectivamente, entre 2,5 a 7,5 cm de profundidade. Portanto, em maiores profundidades de sementeira, menores temperaturas alteram o metabolismo da planta, reduzindo o crescimento em altura (Figura 1d) e a taxa de expansão foliar, afetando o número de folhas verdes expandidas (Figura 2a), número total de folhas (Figura 2c), área foliar, massa seca de folhas, massa seca de colmo, e massa seca da parte aérea (Figura 3).



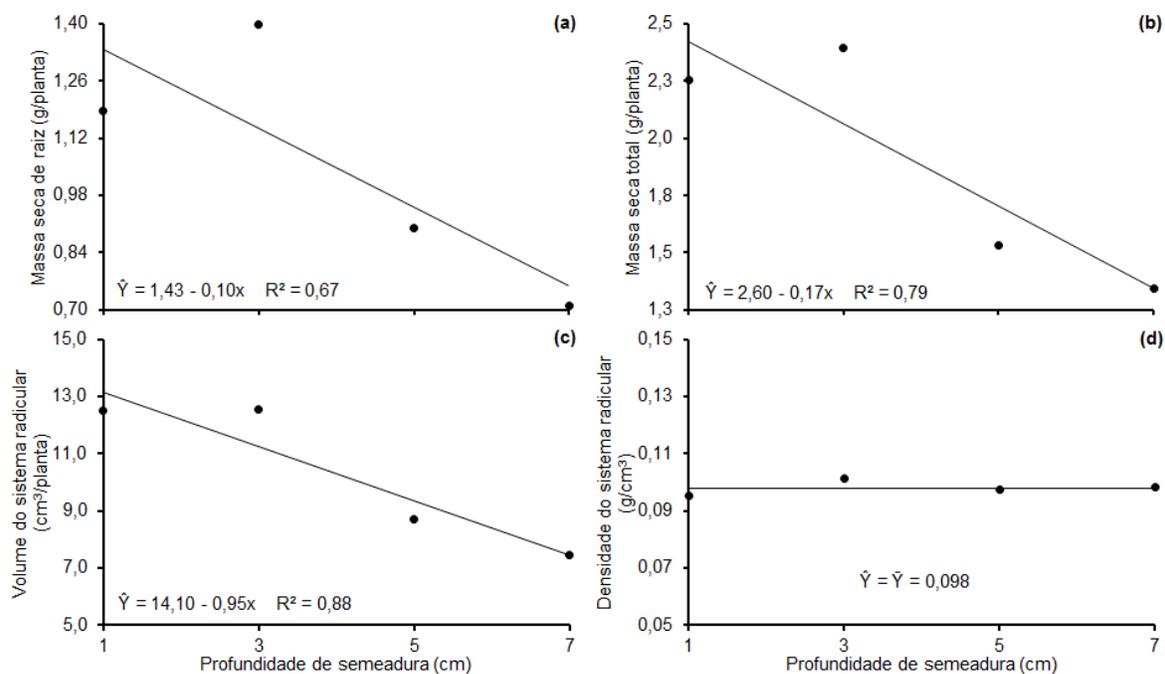
**Figura 3:** Área foliar (a), massa seca de folhas (b), massa seca de colmo (c) e massa seca da parte aérea (d) de plantas de arroz semeadas em diferentes profundidades.

Massa seca de colmo, massa seca da parte aérea, massa seca de raiz, massa seca total, volume do sistema radicular e densidade do sistema radicular não foram influenciadas pelos tratamentos de com Stimulate<sup>®</sup> e *Azospirillum brasilense* (Tabela 4). Em um trabalho realizado por Rodrigues et al. (2015), concluiu-se que a massa seca de raiz e da parte aérea não foram afetados pelas doses de Stimulate<sup>®</sup>.

**Tabela 4:** Massa seca do colmo (MSC), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raiz (MSR), massa seca total (MSTO), volume do sistema radicular (VOL) e densidade do sistema radicular (DENS) de plantas de arroz submetidas ao tratamento de sementes com Stimulate® e inoculação com azospirillum brasilense

Treatamento	MSC	MSPA	MSR	MSTO	VOL	DENS
	----- g/planta -----				cm <sup>3</sup> /planta	g/cm <sup>3</sup>
Controle	0,32	0,79	1,06	1,85	10,94	0,093
Stimulate (S)	0,36	0,91	1,26	2,17	11,56	0,099
A. brasilense (A)	0,37	0,91	1,00	1,92	10,06	0,097
S + A	0,33	0,82	0,87	1,70	8,61	0,103
Média	0,34	0,86	1,05	1,91	10,29	0,098
C.V. (%)	18,90	17,04	19,09	17,05	14,86	11,43

A massa seca de raiz (Figura 4a), a massa seca total (Figura 4b) e o volume do sistema radicular apresentam redução conforme o aumento na profundidade de semeadura (Figura 4a, 4b, e 4c).



**Figura 4:** Massa seca de raiz (a), massa seca total (b), volume do sistema radicular (c) e densidade do sistema radicular (d) de plantas de arroz semeadas em diferentes profundidades.

A densidade do sistema radicular não foi influenciada pela profundidade de semeadura (Figura 4d). Isto pode ser explicado pois, a densidade do sistema radicular é obtida pela divisão da massa seca de raiz pelo volume do sistema radicular, e ambos apresentaram redução com proporções similares em maiores profundidades de semeadura, não modificando a densidade do sistema radicular.

O tratamento com Stimulate® + *A. brasilense* foi superior ao controle para razão parte aérea raiz, isto indica que a planta tende a desenvolver com menor intensidade o sistema radicular em relação à parte aérea (Tabela 5).

**Tabela 5:** Razão parte aérea raiz (RPAR), razão de área foliar (RAF), área foliar específica (AFE) e razão massa foliar (RMF) de plantas de arroz submetidas ao tratamento de sementes com Stimulate® e inoculação com *Azospirillum brasilense*

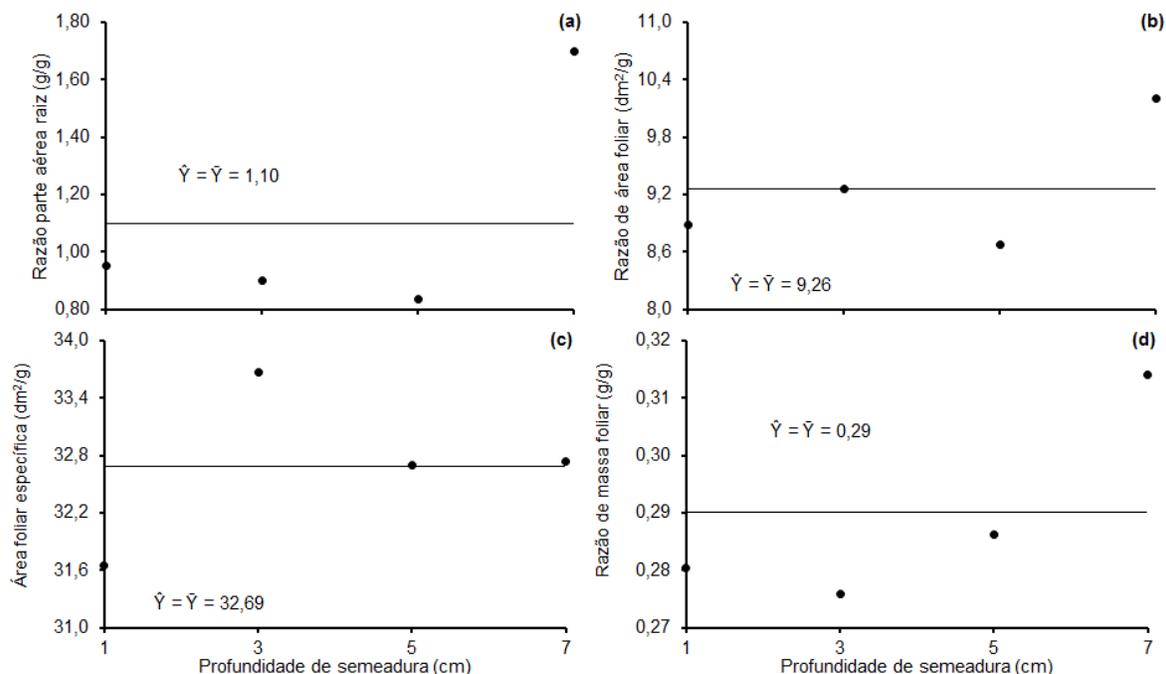
Tratamento	RPAR	RAF	AFE	RMF
	g/g	dm <sup>2</sup> /g	dm <sup>2</sup> /g	g/g
Controle	0,80 b	8,84 ab	33,36 ab	0,27 b
Stimulate (S)	0,92 ab	9,68 a	34,08 a	0,28 ab
<i>A. brasilense</i> (A)	1,15 ab	8,21 b	30,14 b	0,29 ab
S + A	1,51 a	10,30 a	33,16 ab	0,31 a
Média	1,10	9,26	32,69	0,29
C.V. (%)	13,34	6,57	5,85	5,77

Média seguidas por letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste t (LSD) ao nível de 5% de significância.

Os tratamentos com Stimulate® e Stimulate® + *A. brasilense* apresentaram maiores médias que o tratamento com *A. brasilense* para razão de área foliar (Tabela 5). O tratamento com Stimulate® proporcionou maior área foliar específica que o tratamento com *A. brasilense*, indicando que o Stimulate® resultou em folhas com menor espessura.

A razão de massa foliar apresentou maior média para o tratamento, em relação ao controle, o que indica menor matéria seca translocada das folhas para os demais órgãos da planta, quando tratada com Stimulate® + *A. brasilense*. A principal barreira à utilização do *Azospirillum* nas gramíneas tem sido a inconsistência dos resultados de pesquisa, que podem variar de acordo com a cultivar, as condições edafoclimáticas e a metodologia de condução da pesquisa (BARTCHECHEN et al., 2010).

A profundidade de semeadura não influenciou a razão parte aérea (Figura 5a), razão de área foliar (Figura 5b), área foliar específica (Figura 5c) e a razão de massa foliar (Figura 5d).



**Figura 5:** Razão parte aérea raiz (a), razão de área foliar (b), área foliar específica (c) e razão de massa foliar (d) de plantas de arroz semeadas em diferentes profundidades.

#### 4. CONCLUSÕES

O tratamento de sementes de arroz com *Azospirillum brasilense* e Stimulate<sup>®</sup> associados resulta em menor índice de velocidade de emergência e maior razão parte aérea raiz.

O aumento da profundidade de semeadura resulta em menor porcentagem de emergência e índice de velocidade de emergência e maior tempo médio de emergência de plântulas de arroz.

O aumento da profundidade de semeadura resulta em menor número de filhinhos por planta e menor vigor inicial de plantas de arroz.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARTCHECHEN, A.; FIORI, C. C. L.; WATANABE, S. H.; GUARIDO, R. C. Efeito da inoculação de *Azospirillum brasilense* na produtividade da cultura do milho (*Zea mays* L.) - **Campo Digit@I**, Campo Mourão, v. 5, n. 1, p. 56-59, 2010.

BENICASA, M. M. P. Análise de crescimento de plantas: **noções básicas**. 2. ed. Jaboticabal: Funep, 2003.

CAMPESTRINI, R. et al. Eficiência de genótipos de arroz no uso de nitrogênio em solos de terras altas. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, v. 19, n. 1, p. 25-32. 2014.

COPETTI, E. Qualidade na semeadura das culturas de inverno. **Revista Plantio Direto**. Edição nº: 127. 2012. Disponível em: < [http://www.plantiodireto.com.br/?body=cont\\_int&id=1089](http://www.plantiodireto.com.br/?body=cont_int&id=1089) >. Acesso em: 17 nov. 2016.

DÖBEREINER, J.; MARRIEL, I.; NERY, M. Ecological distribution of *Spirillum lipoferum* Beijerinck. **Canadian Journal of Microbiology**, v. 22, p.1464-1473, 1976.

ELLI, E. F.; MONTEIRO, G. C.; KULCZYNSKI, S. M.; CARON, B. O.; SOUZA, V. C. Potencial fisiológico de sementes de arroz tratadas com biorregulador vegetal. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 47, n. 2, p. 366-373, 2016.

GASPARIM, E. RICIARI, P. R.; SILVA, L. S. DALLACORT, R. GNOATTO, E. Temperatura no perfil do solo utilizando densidades de cobertura e solo nu [Temperature in Soil Profile Using Densities os Covering and Bare Soil]. **Acta Scientiarum Agronomy**. V. 27, n. 1, 2005.

JAFFUEL, S.; DAUZAT, J. Synchronism of leaf and tiller emergence relative to position and to main stem development stage in a rice cultivar. **Annals of Botany**, Oxford, v.95, n.3, p.401-412, 2005.

JANOWIAK, F.; LUCK, E.; DÖRFFLING, K. Chilling tolerance of maize seedlings in the field during cold periods in spring is related to chilling-induced increased in abscisic acid level. **Journal of Agronomy and Crop Science**, Berlim, v. 189, p. 156-161, 2003.

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

LABOURIAU, L.G. **A germinação das sementes**. Washington: OEA, 1983. 174p.

LI, X.; QIAN, Q.; FU, Z.; WANG, W.; XIONG, G.; ZENG, D.; WANG, X.; LIU, X.; TENG, S.; HIROSHI, F.; YUAN, M.; LUO, D.; HAN, B.; LI, J. Control of tillering in rice. **Nature**, London, v. 422, n. 6932, p.618-621, 2003.

MAGUIRE, J.D. Speeds of germination-aid selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, p. 176-177, 1962.

ORTOLANI, A.F.; BANZATTO, D.A.; BORTOLI, N.M. Influência da profundidade de semeadura e da compactação do solo na emergência e desenvolvimento do sorgo granífero (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 15., 1986, São Paulo. **Anais...** São Paulo: SOCIEDADE BRASILEIRA DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 1986. v.2, p.27-39.

OSORIO FILHO, O. D.; BINZ, A.; LIMA, R. F.; GIONGO, A.; SÁ, E. L. S. Promoção de crescimento de arroz por rizóbios em diferentes níveis de adubação nitrogenada. **Ciência Rural**, v. 46, n. 3, p. 11-18, 2015.

POLETTO, N.; MUNDSTOCK, C. M.; GROHS, D. S.; PIANA, A. T.; MAZURANA, M. Desenvolvimento foliar e sincronismo dos afilhos na cultivar de arroz 'IRGA 417'. **Ciencia Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 8, 2009.

RANGEL, P.H.N. **Desenvolvimento de cultivares de arroz irrigado para o Estado do Tocantins**. Lavoura Arrozeira, Porto Alegre, v. 48, n. 424, p. 11-13, 1995.

RODRIGUES, L. F. O. S. et al. Características agronômicas do trigo em função de *Azospirillum brasilense*, ácidos húmicos e nitrogênio em casa de vegetação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Departamento de Engenharia Agrícola - UFCG, v. 18, n. 1, p. 31-37, 2015.

SANGOI, L.; ALMEIDA, M. L.; HORN, D.; BIANCHET, P.; GRACIETTI, M. A.; SCHMITT, A.; SCHWEITZER, C. Tamanho de semente, profundidade de semeadura e crescimento inicial do milho em duas épocas de semeadura. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.3, n.3, p.370-380, 2004.

SILVA, V. R. et al. Variação na temperatura do solo em três sistemas de manejo na cultura do feijão. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v. 30, n. 3, p. 391-399, 2006.

SRIVASTAVA, L.M. Vegetative storage protein tuberization, senescence and abicission. In: SRIVASTAVA, L.M. **Plant growth and development: hormones and environmend**. Oxford: Academic Press, p. 473-520, 2002.

STONE, P. J.; SORENSEN, I. B.; JAMIESON, P. D. Effect of soil temperature on phenology, canopy development, biomass and yield of maize in a cool-temperate climate. **Field Crops Research**, v. 63, p. 169-178, 1999.

WOLFE, D.W.; HENDERSON, D.W.; HSIAO, T.C.; ALVINO, A. Interactive water and nitrogen effects on senescence of maize: I. Leaf area duration, nitrogen distribution, and yield. **Agronomy Journal**, Madison, v. 80, p. 859-864, 1988.