

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL

UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE CASSILÂNDIA

CURSO DE AGRONOMIA

**CRESCIMENTO INICIAL DO MILHO COM *Azospirillum
brasilense* E STIMULATE® EM DIFERENTES
PROFUNDIDADES DE SEMEADURA EM SOLO DE TEXTURA
ARENOSA**

Acadêmico: Leandro Castro Matias de Oliveira

Orientador: Prof. Dr. Tiago Zoz

Membros da Banca:

1. Orientador: Prof. Dr. Tiago Zoz

2. Membro Titular 1: Prof. Dr. Fábio Steiner

3. Membro Titular 2: Luiza Batista de Souza

Suplente: Eng. Agro. André Zoz

Data: 25/11/2016. Horário: 13:00 h

Local:

Multimeios

Auditório

Outros

Cassilândia-MS

Novembro 2016

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

**CRESCIMENTO INICIAL DO MILHO COM *Azospirillum
brasilense* E STIMULATE® EM DIFERENTES
PROFUNDIDADES DE SEMEADURA EM SOLOS DE TEXTURA
ARENOSA**

Acadêmico: Leandro Castro Matias de Oliveira

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

Que os vossos esforços desafiem as impossibilidades, lembrai-vos de que as grandes coisas do homem foram conquistadas do que parecia impossível.

Charles Chaplin.

DEDICATÓRIA

Primeiramente à Deus por me conceder o poder da vida, a todos os meus familiares que sempre me apoiaram e me ajudaram nessa caminhada, principalmente ao meu falecido avô, pai, padrinho, Astolfo Lopes Cançado Júnior, serei eternamente grato por tudo que o senhor fez por mim. Aos meus pais, Jean Jarbas de Oliveira e Roseli Castro Matias que mesmo longe, nunca deixaram de estarem presentes, sempre me incentivando e me apoiando em todos os momentos.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pelo dom da vida e por conceder-me força, coragem e sabedoria para vencer mais um desafio sem deixar me abater pelos obstáculos.

Aos meu pais Jean Jarbas de Oliveira e Roseli Castro Matias que me ensinaram com dignidade e respeito os valores primordiais de uma vida honesta e digna.

A todos meus familiares, tios, primos, avós, minha namorada Luiza Batista de Souza, minha sogra Eni Batista e principalmente ao meu eterno padrinho Astolfo Lopes Cançado Júnior, que Deus lhe dê um lugar de muita paz e tranquilidade, um dia ainda vamos nos encontrar novamente.

Ao meu orientador Dr. Tiago Zoz e ao Prof. Dr. Fábio Steiner e aluno André Zoz pelo auxílio e orientação não somente durante a condução do experimento, mais também como professor e amigo.

Aos meus amigos de sala Paulo Henrique (Mulambo), Willams Barbosa, Rafael Lopes (Gazela), Agner de Freitas, Geany Giovana, Eliamara Marques (Lia).

Aos amigos da República H-Romeu Andrey Carmona (Pilão), José Edson (Gineceu), Éder Garcia (Édim), Hallyson de Souza (Tiguera), Murilo Sinatura (Boracéia) e Elson (Marmita), valeu pela parceria molecadinha. Agradeço também a parceria dos amigos da República Cutuca Pomba, Amazonas e Coqueiro.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	v
LISTA DE FIGURAS	vi
RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	viii
1. INTRODUÇÃO	1
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	2
2.1. Localização e caracterização experimental	2
2.2. Instalação e Condução do Experimento	3
2.3. Variáveis avaliadas	4
2.4. Análises estatísticas	6
3. RESULTADO E DISCUSSÃO.....	6
4. CONCLUSÕES	13
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	13

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características químicas do solo na camada de 0 - 20 cm antes da implantação do experimento. Cassilândia-MS. 2016	3
Tabela 2. Emergência (EMER), tempo média de emergência (TME), índice de velocidade de emergência (IVE), diâmetro do colmo (DIAM), altura (ALT), número de folhas (NFOL) e índice relativo de clorofila (IRC) de plantas de milho submetidas ao tratamento de sementes com Stimulate® e inoculação com <i>Azospirillum brasilense</i>	7
Tabela 3. Massa seca de folhas (MSF), massa seca de colmo (MSC), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca do sistema radicular (MSR), massa seca total (MSTO), volume do sistema radicular (VOSR) e densidade do sistema radicular (DENS) de plantas de milho submetidas ao tratamento de sementes com Stimulate® e inoculação com <i>Azospirillum brasilense</i>	9
Tabela 4. Razão parte aérea raiz (RPAR), área foliar (AF), razão de área foliar (RAF), razão de massa foliar (RMF) e área foliar específica (AFE) de plantas de milho submetidas ao tratamento de sementes com Stimulate® e inoculação com <i>Azospirillum brasilense</i>	12

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Emergência (a), Índice de velocidade de emergência (b) e tempo médio de emergência (c) do milho semeado em diferentes profundidades.....8
- Figura 2.** Diâmetro do colmo (a), altura (b), número de folhas por planta (c) e índice relativo de clorofila (d) de plantas de milho semeado em diferentes profundidades.9
- Figura 3.** Massa seca de folhas (a), massa seca de colmo (b), massa seca da parte aérea (c) e massa seca total (d) de plantas de milho semeado em diferentes profundidades.....10
- Figura 4.** Massa seca de raiz (a), volume do sistema radicular (b), densidade do sistema radicular (c) e razão parte aérea raiz (d) de plantas de milho semeado em diferentes profundidades.....11
- Figura 5.** Área foliar (a), razão de área foliar (b), razão de massa foliar (c) e área foliar específica (d) de plantas de milho semeado em diferentes profundidades.....12

RESUMO

O objetivo do trabalho foi avaliar o crescimento inicial de plantas de milho inoculadas com *Azospirillum brasilense* e tratadas com Stimulate® associada a semeadura em diferentes profundidades em solo de textura arenosa. 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 5x4. O primeiro fator foi composto por cinco profundidades de semeadura (3,0; 6,0; 9,0; 12,0 e 15,0 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 com Stimulate® acelera a emergência de plântulas e promove melhor desenvolvimento das plantas de milho, quando comparado a associação do mesmo com *A. brasilense*. O melhor desenvolvimento das plantas de milho ocorre com a semeadura na profundidade em torno de 7,7 centímetros em solo de textura arenosa.

Palavras-chave: *Zea mays*, Stimulate®, fixação biológica, modo de inoculação, *Azospirillum brasilense*.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the initial growth of corn plants inoculated with *Azospirillum brasilense* and treated with Stimulate® associated with sowing at different depths in sandy soil. 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 Repetitions, in factorial scheme 5x4. The first factor was composed of five sowing depths (3.0, 6.0, 9.0, 12.0 and 15.0 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 seeds with Stimulate® accelerates the emergence of seedlings and promotes better development of corn plants when compared to the association of the same with *A. brasilense*. The best development of maize plants occurs with seeding at depth of about 7.7 centimeters in sandy soil.

Key-words: *Zea mays*, Stimulate®, Biological fixation, inoculation mode, *Azospirillum brasilense*.

1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é um cereal de grande importância mundial, sendo utilizado para alimentação humana e animal e também para a produção de biocombustível, como por exemplo o etanol.

O Brasil é o terceiro maior produtor de milho do mundo, com produtividade média na safra 2014/2015 de 5.396 kg/ha (CONAB, 2016). É sabido que grande parte dos solos brasileiros é deficiente em N, e que apenas a metade da quantidade aplicada de N como fertilizante é absorvido pelas plantas, sendo o restante perdido por lixiviação ou volatilização (REPKE et al., 2013). No entanto, o milho é um cereal que necessita de quantidades consideráveis de N, o qual apresenta uma certa dificuldade de ser suprida somente via solo, sendo assim necessário o uso de fontes alternativas.

Alguns micro-organismos presentes na natureza, tem a capacidade de absorver o N da atmosfera e transformá-los em NH_3 , processo denominado de fixação biológica, e que pode ser uma das fontes alternativas no auxílio a fixação de N na planta (REPKE et al., 2013). Dentre essa gama de organismos, destacam-se as bactérias do gênero *Azospirillum*, estas bactérias possuem a capacidade de colonizar as raízes e colmos das plantas, se tornando uma boa opção, pois além de promover disponibilidade de N, estas bactérias são responsáveis pela produção de auxinas que auxiliam no crescimento da planta (REIS, 2008). Hungria et al. (2010) relatam que em testes realizados com genótipos de milho verificou-se que nos tratamentos inoculados com *A. brasilense* houve produção em torno de 24 a 30% superior aos tratamentos sem inoculação.

Outra opção para suprir o déficit de N é a utilização de bioestimulantes visando aumentar a eficiência das plantas na absorção e utilização dos nutrientes. Os bioestimulantes são substâncias sintéticas produzidas em laboratórios, providas de fitohormônios (ácido giberélico, citocinina, auxina, etc.) que tem a capacidade de influenciar no crescimento e desenvolvimento de uma planta, podendo auxiliar no rendimento de grãos, aumentando a absorção e utilização de nutrientes,

consequentemente melhorando a sua qualidade sob as mais diversas condições ambientais (RAVEN et al., 2001).

Reguladores vegetais podem aumentar a absorção de água pelas plantas, tornando-as mais resistentes a problemas de estiagem e aos possíveis efeitos residuais de agrotóxicos (VASCONCELOS, 2006). Em estudo desenvolvido por Santos et al. (2013) verificou-se que o uso de bioestimulantes na cultura do milho proporcionou efeitos significativos, aumentando consideravelmente a massa seca das raízes.

Outro fator importante para obtenção de uma produtividade acima da média nacional, é o processo de semeadura. Devido à inovação do plantio direto, o processo de semeadura sofreu grandes transformações nos últimos anos. Segundo estudos desenvolvidos por Gupta et al. (1998) em condições favoráveis, o tempo entre a semeadura até a emergência das plântulas é influenciado de acordo com a profundidade de deposição da semente. Fancelli e Dourado Neto (2000) relatam que de acordo com estudos, em solos argilosos a profundidade adequada para semeadura seria entre 3 a 5 cm, e de 4 a 6 cm para solos arenosos.

O presente trabalho é baseado na hipótese de que com a utilização de *Azospirillum brasilense* e Stimulate[®] via tratamento de semente é possível fazer a semeadura mais profunda da cultura do milho evitando problemas na formação do estande de plantas. O objetivo do trabalho foi avaliar o crescimento inicial de plantas de milho inoculadas com *Azospirillum brasilense* e tratadas com Stimulate[®] associada a semeadura em diferentes profundidades em solo de textura arenosa.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Localização e caracterização experimental

O experimento foi conduzido sob cultivo protegido na Estação Experimental Agrônômica da Unidade Universitária de Cassilândia, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), em Cassilândia-MS (longitude 51°48` O, latitude 19°05` S e altitude média de 470 m), no período de maio a junho de 2016.

Cada unidade experimental foi composta por um vaso com volume de 5,0 dm³ preenchidos com solo coletado na camada de 0 a 20 cm de profundidade. O solo utilizado é classificado como Neossolo Quartzarênico (EMBRAPA, 2006) de textura arenosa (95 g kg⁻¹ de argila, 50 g kg⁻¹ de silte e 855 g kg⁻¹ de areia).

Antes da implantação do experimento foram coletadas amostras de solo de 0 – 20 cm de profundidade, que foram enviadas para o Laboratório de Fertilidade do Solo, da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (FEIS/UNESP) para a realização das análises químicas, seguindo metodologia proposta por Raij et al. (2001). Os resultados da análise química do solo são apresentados na Tabela 1.

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

pH	P _{resina} mg dm ⁻³	M.O. g dm ⁻³	K	Ca	Mg	Al	Al+H mmol _c dm ⁻³	SB	CTC	V%	S-SO ₄ mg dm ⁻³
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 ⁻³				
0,0		0,08		0,60		8,00		5,70			0,30

2.2. Implantação e Condução do Experimento

Para a realização do experimento foi adotado delineamento de blocos casualizados com quatro repetições, em esquema fatorial 5 x 4. O primeiro fator foi composto por cinco profundidades de semeadura (3,0; 6,0; 9,0; 12,0 e 15,0 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[®]).

Para fazer as covas com a profundidade determinada nos tratamentos utilizou-se pedaços de madeira com o comprimento equivalente a cada profundidade estipulada como tratamento. Foram feitas dez covas em cada vaso, e em cada cova foi depositada uma semente, totalizando dez sementes por vaso. Utilizou-se o cultivar de milho híbrido simples Impacto Viptera 3. Após a estabilização do estande foi realizado o desbaste deixando-se apenas uma planta por vaso.

Para a inoculação de sementes utilizou-se a dose de 100 mL de inoculante para 60.000 sementes, o que corresponde a 333.333 células por semente. Como fonte de *Azospirillum brasilense* utilizou-se o inoculante comercial líquido Nitro1000[®] Gramíneas que contém as estirpes AbV5 e AbV6 com 200 milhões de células por mL.

Para o tratamento de sementes com Stimulate[®] utilizou-se a dose de 600mL para 100 kg de sementes. O bioestimulante Stimulate[®] tem a seguinte composição: Cinetina (0,09 g⁻¹L), Ácido Giberélico (0,05 g⁻¹L) e Ácido 4-Indol-3-Ilbutirico (0,05 g⁻¹L).

Aos 15 dias após a emergência (DAE) foi realizada a adubação com 150 mg dm⁻³ de K (Fonte: cloreto de potássio – 58% de K₂O) e 300 mg dm⁻³ de P (Fonte: superfosfato simples – 18% de P₂O₅). As fontes de fertilizantes foram diluídas em água e então aplicadas nos vasos. Como irrigação, aplicou-se diariamente 180 mL de água por vaso. Os tratos fitossanitários foram realizados de acordo com a necessidade e as recomendações técnicas para a cultura.

2.3. Variáveis avaliadas

Após a semeadura foram realizadas as seguintes avaliações:

- 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): $IVE = E1/N1 + E2/N2 + \dots + En/Nn$, onde E1, E2, ..., En = número de plântulas normais computadas na primeira contagem, na segunda contagem e na última contagem. N1, N2, ..., Nn = número de dias da semeadura à primeira, segunda e última contagem.

Ao final do experimento, aos 43 dias após a semeadura, foram realizadas as seguintes avaliações:

- Diâmetro de colmo (mm): obtido com paquímetro digital no primeiro entre nó.

- 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.
- Índice relativo de clorofila: obtido com medidor portátil clorofilômetro.

Foram realizadas quatro leituras em cada planta.

- Massa de matéria seca (g/planta): definida como o seu peso, expresso em gramas para cada órgão em separado, isto é, de raízes (MSR), colmos (MSC) e lâminas foliares (MSF). A massa de matéria seca da parte aérea (MSPA) correspondeu à massa seca das lâminas foliares somada à massa seca dos colmos. A massa de matéria seca total (MST) correspondeu à soma das massas de todos os órgãos existentes.

- Volume do sistema radicular (cm³/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 (dm²/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.

- Densidade do sistema radicular (g/cm³): 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 (dm² 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 CO₂, e massa seca total (MST), resultado da fotossíntese, segundo a equação:

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

- 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):

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

- Razão de massa foliar (g g^{-1}): expressa a matéria seca transloucada 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:

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

2.4. Análises estatísticas

Os dados foram submetidos aos testes preliminares para verificação da normalidade e transformados em raiz quarta de $(x + 0,5)$. Após, os dados foram submetidos a análise de variância com auxílio do programa estatístico Sisvar 5.6 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.

3. RESULTADO E DISCUSSÃO

Não houve interação entre o tratamento de sementes com Stimulate[®], a inoculação de *A. brasilense* e as profundidades de semeadura do milho para as variáveis analisadas.

O tratamento de sementes de milho com Stimulate®, a inoculação com *A. brasilense* e a associação de ambos, não influenciou a porcentagem de emergência e o índice de velocidade de emergência de plântulas de milho (Tabela 2).

Em estudos desenvolvidos por Arsac et al. (1990), a concentração da bactéria é mais importante do que a dosagem utilizada, tendo como concentração ideal 10 milhões de células viáveis por planta, e que níveis inferiores ou acima do ótimo podem não apresentar efeito significativo. Em decorrência disso, acredita-se que a ausência na resposta a inoculação com *A. brasilense* se dá devido a quantidade inferior de células viáveis por planta.

Tabela 2. Emergência (EMER), tempo média de emergência (TME), índice de velocidade de emergência (IVE), diâmetro do colmo (DIAM), altura (ALT), número de folhas (NFOL) e índice relativo de clorofila (IRC) de plantas de milho submetidas ao tratamento de sementes com Stimulate® e inoculação com *Azospirillum brasilense*.

Tratamento	EMER	TME	IVE	DIAM	ALT	NFOL	IRC
	%	dias	-	mm	cm	nº/planta	-
Controle	49,0	8,27 ab	0,78	5,92 a	24,6 ab	4,55 ab	3,03 ab
Stimulate® (S)	52,0	7,94 b	0,77	6,28 a	25,9 a	4,90 a	3,64 a
<i>A. brasilense</i> (A)	54,5	8,71 ab	0,86	5,67 ab	22,9 ab	4,50 ab	2,93 ab
S + A	49,0	9,86 a	0,74	4,17 b	18,2 b	3,65 b	2,26 b
Média	51,1	8,70	0,79	5,51	22,9	4,40	2,96
C.V.(%)	19,96	7.39	4,88	18,37	25,54	16,77	19,04

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

O tratamento de sementes de milho com Stimulate® resultou em menor tempo médio de emergência quando comparado a associação do mesmo com *A. brasilense* (Tabela 2). A inoculação de sementes com *A. brasilense* não influenciou o tempo médio de emergência quando comparado ao controle e associação com Stimulate®.

Verificou-se maior diâmetro do colmo, altura de planta, número de folhas por planta e índice relativo de clorofila com o tratamento de sementes de milho com Stimulate® quando comparado a associação do Stimulate® com *A. brasilense* (Tabela 2).

A medida que aumenta a profundidade de semeadura do milho, verificou-se redução na porcentagem de emergência de plântulas e índice de velocidade de emergência, e aumento do tempo médio de emergência (Figura 1).

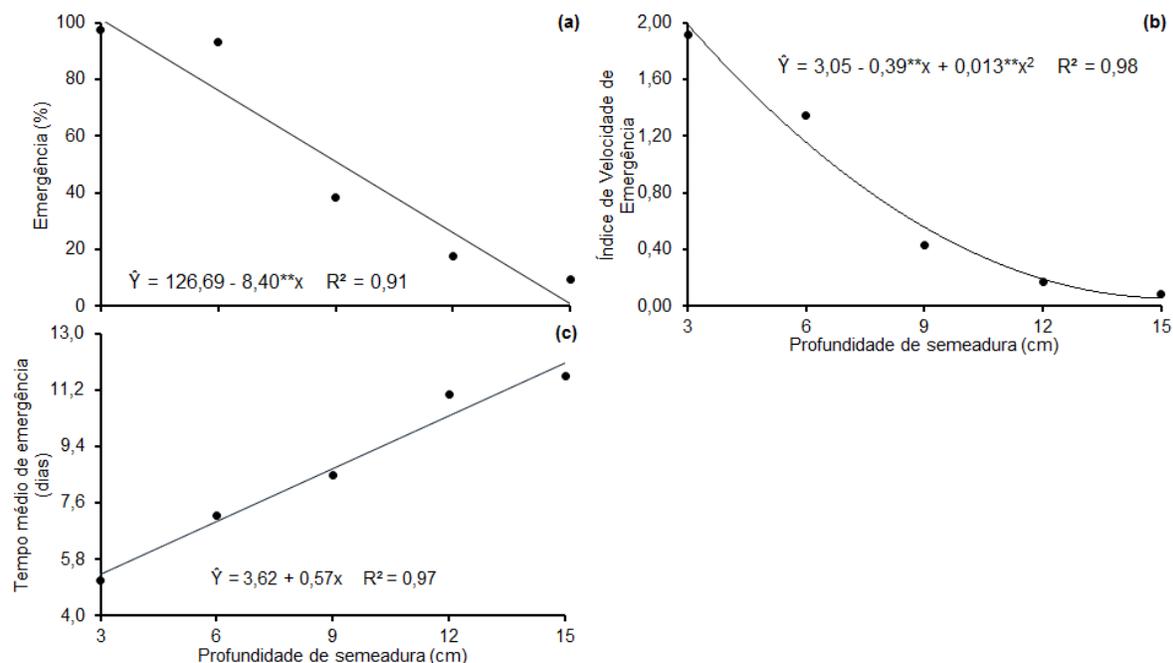


Figura 1. Emergência (a), Índice de velocidade de emergência (b) e tempo médio de emergência (c) do milho semeado em diferentes profundidades.

A redução da porcentagem de emergência de plântulas e do índice de velocidade de emergência, e o aumento do tempo médio de emergência devido ao aumento da profundidade de semeadura, se deve ao aumento da barreira física proporcionada pelo solo, fazendo com que as plântulas tenham que consumir mais reserva para emergir e, conseqüentemente, necessitando maior tempo para emergência ou, muitas vezes inibindo-a (SILVA et al., 2007; REGINATO et al., 2013; ALVES, et al., 2014).

Constatou-se redução do diâmetro do colmo do milho com o aumento da profundidade de semeadura a partir de 6,4 centímetros. As médias de altura de planta e número de folhas reduzem à medida que a semeadura é realizada em maiores profundidades. A redução do diâmetro de colmo, altura da planta e número de folhas se deve ao consumo das reservas utilizadas durante a emergência, ocasionando uma diminuição no vigor da planta. Em estudo realizado por Amaral

(2010), observa-se que a semeadura realizada em profundidades excessivas, prejudica o crescimento e o desenvolvimento inicial da planta.

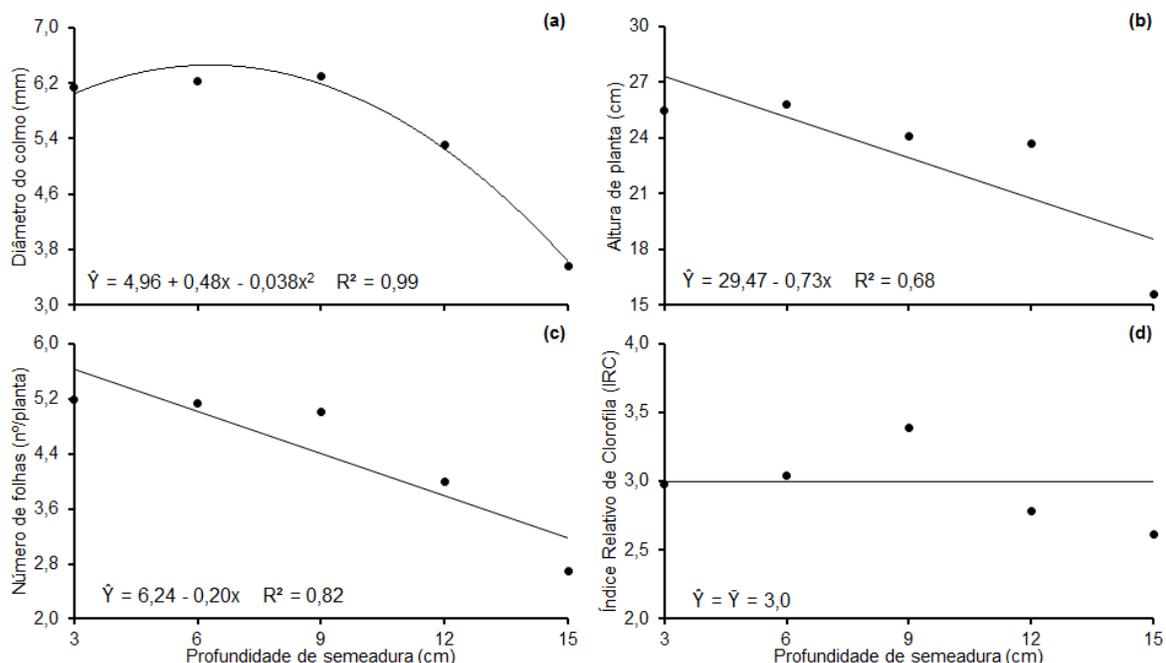


Figura 2. Diâmetro do colmo (a), altura (b), número de folhas por planta (c) e índice relativo de clorofila (d) de plantas de milho semeadas em diferentes profundidades.

Não houve influência da profundidade de semeadura no índice relativo de clorofila (Figura 2d).

O tratamento de sementes de milho com Stimulate[®] resultou em maior massa seca da parte aérea comparado com a associação do mesmo com *A. brasilense*.

Tabela 3. Massa seca de folhas (MSF), massa seca de colmo (MSC), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca do sistema radicular (MSR), massa seca total (MSTO), volume do sistema radicular (VOSR) e densidade do sistema radicular (DENS) de plantas de milho submetidas ao tratamento de sementes com Stimulate[®] e inoculação com *Azospirillum brasilense*

Treatment	MSF	MSC	MSPA	MSR	MSTO	VOSR	DENS
	----- g/planta -----					cm ³ /planta	g/cm ³
Controle	0,65	0,30	0,95 ab	1,44	2,39	18,6	0,138
Stimulate [®] (S)	0,70	0,31	1,01 a	1,35	2,35	17,8	0,141
<i>A. brasilense</i> (A)	0,67	0,30	0,97 ab	1,36	2,32	16,2	0,138
S + A	0,46	0,20	0,66 b	1,04	1,70	13,3	0,106
Média	0,62	0,28	0,90	1,30	2,19	16,5	0,131
C.V. (%)	9,34	5,53	11,07	12,81	15,42	26,63	2,84

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

Verificou-se que a massa seca de folhas, massa seca de colmo, massa seca do sistema radicular, massa seca total, volume do sistema radicular e densidade do sistema radicular não foram influenciados pelos tratamentos.

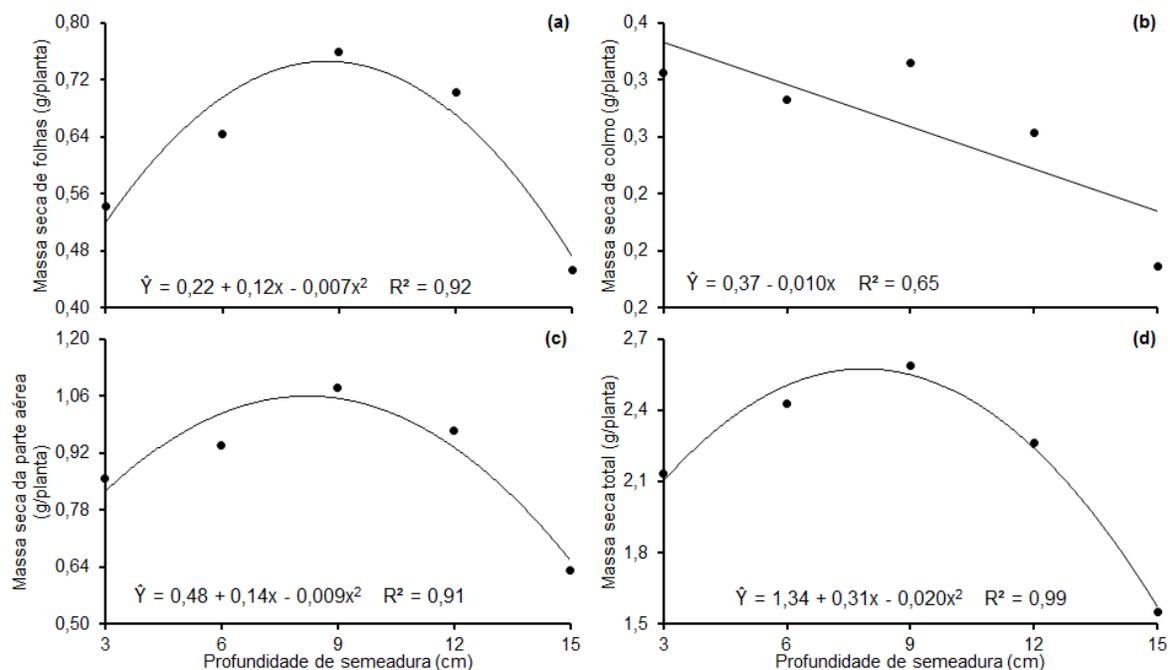


Figura 3. Massa seca de folhas (a), massa seca de colmo (b), massa seca da parte aérea (c) e massa seca total (d) de plantas de milho semeado em diferentes profundidades.

Estimou-se o maior valor de massa seca de folhas, massa seca da parte aérea e massa seca total com a semeadura nas profundidades de 8,6, 7,7 e 7,8 centímetros, respectivamente (Figura 3). Os menores valores de massa seca para folhas, parte aérea e total nas profundidades inferiores as estimadas, ocorreram possivelmente devido ao menor grau de umidade e a maior amplitude nas camadas de solo mais próximas da superfície. Nas profundidades superiores as estimadas, as médias de massa seca para folhas, parte aérea e total foram menores devido ao maior gasto energético das plantas para emergirem e ao atraso na emergência.

Verificou-se redução da massa seca de colmo com o aumento da profundidade de semeadura do milho. Conforme destacado anteriormente, esta redução se deve ao atraso na emergência das plântulas e ao maior gasto energético para a plântulas emergirem.

A maior média de massa seca do sistema radicular foi estimada com a semeadura na profundidade de 7,7 centímetros (Figura 4a).

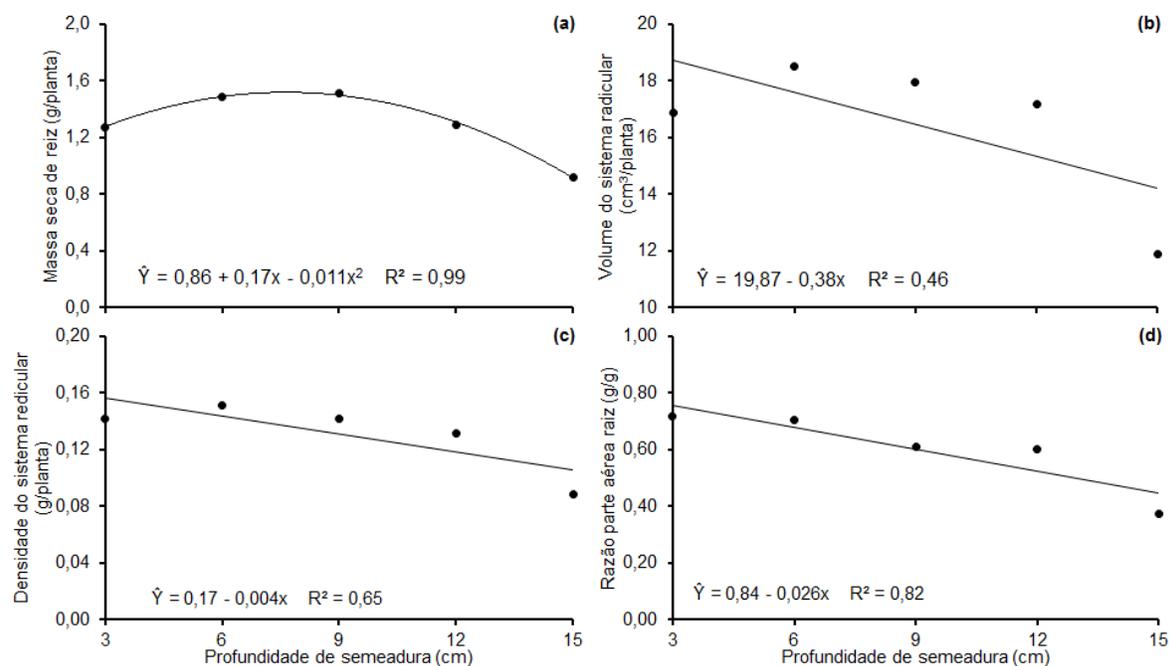


Figura 4. Massa seca de raiz (a), volume do sistema radicular (b), densidade do sistema radicular (c) e razão parte aérea raiz (d) de plantas de milho semeado em diferentes profundidades.

Houve redução no volume do sistema radicular, densidade do sistema radicular e razão parte aérea raiz à medida que a semeadura foi mais profunda (Figura 4). Sementes depositadas em profundidades elevadas prejudicam a emergência devido ao maior consumo de reservas durante o processo de emergência, prejudicando o desenvolvimento radicular; além de que quanto maior a profundidade de semeadura, menor será a temperatura e a oxigenação presente no solo (WEIRICH NETO et al., 2007).

Observou-se que a razão de parte aérea, área foliar, razão de área foliar, razão de massa foliar e área foliar específica, não foram influenciados pelo tratamento de sementes com Stimulate® e pela inoculação com *A. brasilense* (Tabela 4).

Tabela 4. Razão parte aérea raiz (RPAR), área foliar (AF), razão de área foliar (RAF), razão de massa foliar (RMF) e área foliar específica (AFE) de plantas de

milho submetidas ao tratamento de sementes com Stimulate® e inoculação com *Azospirillum brasilense*

Tratamento	RPAR	AF	RAF	RMF	AFE
	g/g	dm ² /planta	----- dm ² /g -----		g/g
Controle	0,63	18,2	6,91	0,24	26,2
Stimulate® (S)	0,67	19,5	7,54	0,26	26,6
<i>A. brasilense</i> (A)	0,62	19,0	7,07	0,25	24,5
S + A	0,48	14,3	6,16	0,22	21,2
Média	0,60	17,7	6,92	0,24	24,6
C.V. (%)	8,51	25,94	19,58	4,72	22,39

Estimou-se as maiores médias de área foliar e razão de massa foliar com a semeadura nas profundidades de 7,9 e 8,0 centímetros (Figura 5). A razão de área foliar e a área foliar específica reduziram à medida que houve aumento na profundidade de semeadura (Figura 5). O aumento na profundidade de semeadura, faz com que o mesocótilo se expanda com a finalidade de romper o solo, ocasionando um atraso no desenvolvimento do estágio vegetativo e consequentemente provocando redução da área foliar (SILVA e ARGENTA, 2000).

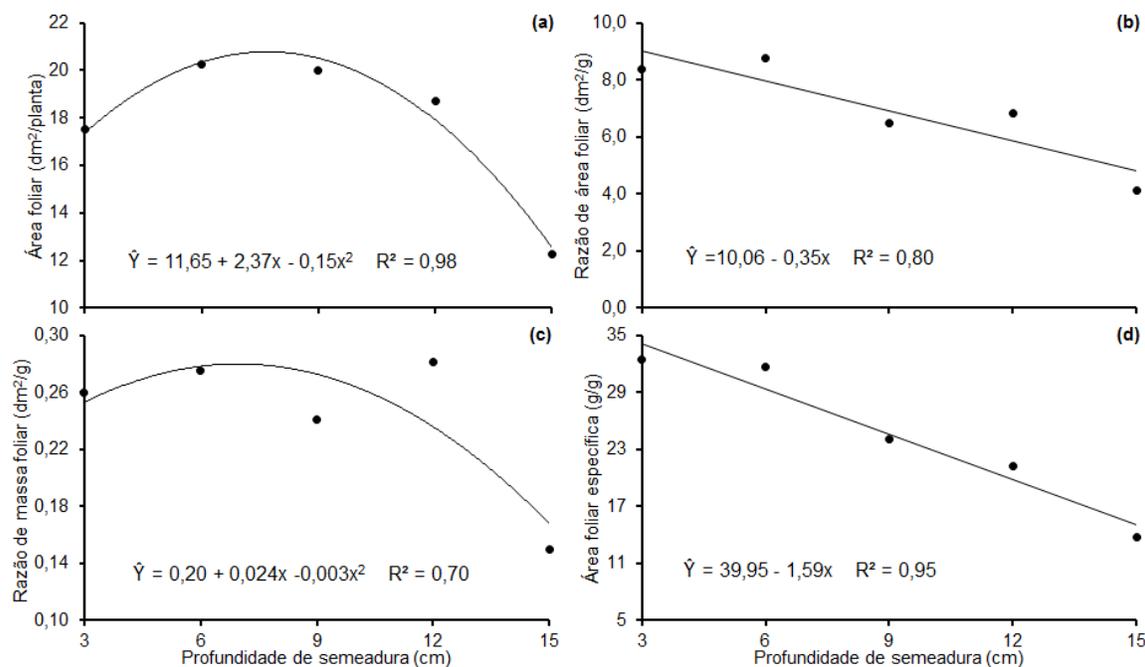


Figura 5. Área foliar (a), razão de área foliar (b), razão de massa foliar (c) e área foliar específica (d) de plantas de milho semeadas em diferentes profundidades.

4. CONCLUSÕES

O tratamento de sementes com Stimulate® acelera a emergência de plântulas e promove melhor desenvolvimento das plantas de milho, quando comparado a associação do mesmo com *A. brasilense*.

A inoculação de sementes com *A. brasilense* não influenciou a emergência de plântulas e o desenvolvimento inicial de plantas de milho.

Com o aumento da profundidade de semeadura ocorre redução na porcentagem de emergência e no índice de velocidade de emergência, e aumento no tempo médio de emergência de plântulas de milho.

O melhor crescimento das plantas de milho ocorre com a semeadura a profundidade de 7 a 8 centímetros em solo de textura arenosa.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, M. M.; ALVES, E. U.; SILVA-MOURA, S. S.; ARAUJO, L. R.; SILVA, R. S.; URSULINO, M. M. Emergência e crescimento inicial de plântulas de *Platymiscium floribundum* Vog. em função de diferentes posições e profundidades de semeadura. **Ciência Rural**. v.44, n.12, p.2129-2135. 2014.

AMARAL, A.D. **Qualidade de sementes de canola classificadas por densidade em diferentes condições de déficit hídrico e de profundidade de semeadura**. 2010. 61p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

ARSAC, J. F.; LAMOTHE, C.; MULARD, D.; J. FAGES, J. Growth enhancement of maize (*Zea mays* L.) through *Azospirillum lipoferum* inoculation: effect of plant genotype and bacterial concentration. **Agronomie**, Paris, v. 10, p. 640-654, 1990.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas (noções básicas)**. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 41 p.

CONAB. **Companhia Nacional de Abastecimento**. Disponível em:<
http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_07_11_17_36_02_boletim_graos_julho_2016.pdf>. Acesso em: 13 jul. 2016.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. Fisiologia da produção e aspectos básicos de manejo para alto rendimento. In: SANDINI, I.E.; FANCELLI, A.L. **Milho: estratégia de manejo para Região Sul**. Guarapuava: Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária, 2000. 209 p.

GUPTA, S. C.; SCHENEIDER, E. C.; SWAN, J. B. **Planting depth and tillage interactions on corn emergence**. *Soil. Science Society of America Journal*, Madison, v.52, n.4, p.1122-27, 1988.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; SOUZA, E. M.; PEDROSA, F. O. Inoculation with selected strains of *Azospirillum brasilense* and *A. lipoferum* improves yields of maize and wheat in Brazil. **Plant Soil**, v.331, n.1-2, p.413-425, 2010.

RAVEN, P. H.; EVERT, R.F.; EICHHORN, S. E. **Biologia vegetal**. Ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 2001, 906p.

REGINATO, P.; SOUZA C. M. A.; SILVA C. J.; RAFULL L. Z. L. Desempenho agrônômico e qualidade de sementes de crambe em diferentes épocas e profundidades de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.48, n.10, p.1410-1413. 2013.

REIS JUNIOR, F. B.; MACHADO, C. T. T.; MACHADO, A. T.; SODEK, L. Inoculação de *Azospirillum amazonense* em dois genótipos de milho sob diferentes regimes de nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, Brasília, v.32, n.3, p.1139–1146, 2008.

REPKE, R. A.; CRUZ, S. J. S.; SILVA, C. J.; FIGUEIREDO, P. G.; BICUDO, S. J. Eficiência da *azospirillum brasilense* combinada com doses de nitrogênio no

desenvolvimento de plantas de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.12, n.3, p.214-226, 2013.

SANTOS, V. M.; MELO, A. V.; CARDOSO, D. P.; GONÇALVES, A. H.; VARANDA, M. A. F.; TAUBINGER, M. Uso de bioestimulantes no crescimento de plantas de *Zea mays* L. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.12, n.3, p.307-318. 2013.

SILVA, P.R.F.; ARGENTA, G. Ecofisiologia e fenologia das culturas do milho e do sorgo. In: PARFITT, J.M.B. Coord. **Produção de milho e sorgo na várzea**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2000. p. 7-18.

SILVA, B. M. S.; MÔRO, F. V.; SADER, R.; KOBORI, N. N. Influência da posição e da profundidade de semeadura na emergência de plântulas de açai (*Euterpe oleracea* Mart. *Arecaceae*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.29, n.1, p.187-190. 2007.

VASCONCELOS, A. C. F. de. **Uso de bioestimulantes nas culturas de milho e de soja**. Piracicaba: ESALQ/USP, 2006.

WEIRICH NETO, P. H.; SHIMANDEIRO, A.; GIMENEZ, L. M.; COLET, M. J.; GARBUIO, P. W. Profundidade de deposição de semente de milho na região dos Campos Gerais, Paraná. **Associação Brasileira de Engenharia Agrícola**, v.27, n.3, p.782-786. 2007.