

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
FACULDADE DE AGRONOMIA ELISEU MACIEL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
SEMENTES



Dissertação

BIOESTIMULANTES NO TRATAMENTO DE SEMENTES DE MILHO

Morgana Santos Tunes

Pelotas, 2014

Morgana Santos Tunes

BIOESTIMULANTES NO TRATAMENTO DE SEMENTES DE MILHO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre Profissional.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Amaral Villela

Coorientador: Prof. Dr. Milton Ferreira de Moraes

Pelotas, 2014

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

T926b Tunes, Morgana Santos

Bioestimulantes no tratamento de sementes de milho /
Morgana Santos Tunes ; Francisco Amaral Villela,
orientador ; Milton Ferreira de Moraes, coorientador. —
Pelotas, 2014.

54 f. : il.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação
em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de
Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas,
2014.

1. Zea mays. 2. Desenvolvimento inicial. 3. Fertilizantes
minerais. I. Villela, Francisco Amaral, orient. II. Moraes,
Milton Ferreira de, coorient. III. Título.

CDD : 633.15

Morgana Santos Tunes

BIOESTIMULANTES NO TRATAMENTO DE SEMENTES DE MILHO

Dissertação aprovada, como requisito parcial, para obtenção do grau de Mestre Profissional no Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

Data da defesa: 26 de maio de 2014.

Prof. Dr. Francisco Amaral Villela (Orientador) Doutor em Fitotecnia pela Universidade de São Paulo.

Dr. Silmar Teichert Peske. Doutor em Agronomia Tecnologia de Sementes - Mississippi State University.

Dr. Geri Eduardo Meneghelo. . Doutor em Ciências pelo programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes da Universidade Federal de Pelotas.

Dr. Carlos Leandro Rodrigues dos Santos (UFMT/Barra do Garças). Doutorado em Agronomia - Ciência do Solo pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho.

**Dedico este trabalho em especial a
dois grandes amigos e
incentivadores, Nivaldo e Maria das
Graças, a quem orgulhosamente,
chamo de Pai e Mãe.**

**Ofereço à minha irmã Neiva, meu
exemplo de coragem e persistência
e aos meus sobrinhos Renê e Sofia,
minha fonte de inspiração .**

AGRADECIMENTOS

À Deus pelo momento de conquista e realização;

Aos meus pais, Nivaldo e Maria das Graças, pelo amor, atenção, dedicação, conselhos, apoio, incentivos e à constante presença na minha vida;

À minha irmã, Neiva pela força, torcida, carinho, atenção e apoio.

Aos anjos que iluminam minha vida, Renê e Sofia, pelo amor e momentos de muita alegria. Que me dão a graça de ser titia;

Ao meu cunhado, Reginaldo pelo apoio.

Ao tio “Bio” (*in memoria*) e tia Nadyr pela acolhida, os cuidados, o apoio e carinho;

À tia Nair pela atenção e carinho;

À tia Edith pela amizade, carinho, orações, conselhos, apoio e torcida;

A todos os meus familiares que de uma forma direta ou indireta estiveram presentes nessa minha jornada, incentivando e fortalecendo.

Ao Marcelo Vilela pelo carinho, companheirismo, apoio, incentivo e constante ajuda nessa caminhada.

À Escola Técnica Estadual de Educação Profissional e Tecnológica de Poxoréu por oferecer as condições para realização desse sonho;

Aos colegas Vera Lúcia, Marcelo Oliveira, Daniel, Marcelo Vilela, Nilsinho, Rodrigo e Pabulo Diego pelas trocas de aulas e remanejo nas atividades diárias para que eu pudesse conciliar trabalho e estudo. O apoio e incentivo de vocês foram fundamentais para conclusão dessa etapa;

Ao colega e amigo Vantuir pela amizade, força, conselhos, incentivo, torcida, apoio e orações.

Aos alunos, Lucas Rafael, Mayara, Taynara, Marcus Vinicius e Sávio pelos sábados, domingos e horas de folgas dedicadas a ajudarem na execução do trabalho, além do carinho e da amizade;

Ao Prof. Dr. Milton Ferreira de Moraes, pelo apoio e por todos os ensinamentos para realização deste trabalho;

Ao meu orientador, Prof. Dr. Francisco Amaral Vilella pela compreensão, incentivo e atenção.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, pelos ensinamentos;

Aos colegas de turma pelas trocas de experiências e discussões técnicas;

Ao Instituto Business Group (IBG) por oferecer a oportunidade de fazer o mestrado;

E por fim, mas não menos importante, agradeço a todos os amigos, colegas e conhecidos que estiveram presentes de forma direta ou indireta na construção e realização dessa conquista.

Resumo

TUNES, Morgana Santos. **Bioestimulantes no tratamento de sementes de milho.** 2014. 54f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes) - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2014.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito bioestimulante de diversos produtos comerciais no desenvolvimento inicial da cultura do milho, empregando duas metodologias de avaliação. O trabalho foi realizado na Escola Técnica de Poxoréu, unidade da Secretaria de Estado, Ciência e Tecnologia (SECITEC), no Mato Grosso. Foram utilizadas sementes de milho híbrido P3431H. Na metodologia 1 (com reuso da solução) foram realizados seis experimentos sendo empregados os produtos comerciais Awaken, Orgamon, Stimulate, Fortseed, Nicomo, Improver, cujos tratamentos consistiram nas diferentes doses: 0; 0,5; 1; 2 e 4 vezes a dose recomendada comercialmente do produto. As doses foram obtidas por diluição em água de modo a formar uma solução com volume total de 300 mL. As sementes de milho foram imersas na solução por um período de seis horas. Após esse tempo, foram semeadas seis sementes de milho em vasos com volume de 2 dm³, contendo areia lavada. Após a semeadura, a solução que não foi absorvida pelas sementes foi dividida e distribuída uniformemente nos vasos onde procedeu-se a semeadura. Na Metodologia 2 (sem reuso da solução) foram realizados três experimentos, sendo empregados os produtos comerciais Orgamon, Stimulate e NiCoMo. Similar à metodologia 1, excetuando o não reuso da solução que sobrou após o período de embebição das sementes. As avaliações realizadas foram: comprimento máximo das raízes e massa seca da parte aérea, raiz e total das plântulas. O delineamento utilizado foi blocos ao acaso. Cada experimento (produto) contou com cinco tratamentos (doses) e quatro repetições cada. O regulador de crescimento Stimulate aplicado em sementes com reuso da solução mostra ação benéfica sobre o desenvolvimento inicial das plantas de milho. Aplicados em sementes, os fertilizantes minerais NiCoMo, Awaken e Acaplus, têm efeito inexpressivo sobre o desempenho inicial das plantas de milho, enquanto os fertilizantes organominerais Orgamon e Improver apresentam efeito positivo no desenvolvimento inicial de plântulas de milho.

Palavras-chave: *Zea mays*; desenvolvimento inicial; fertilizantes minerais.

Abstract

TUNES, Morgana Santos. **Biostimulants in the treatment of maize seed.** 2014. 54p. Dissertation (Master Degree em Ciência e Tecnologia de Sementes) - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2014.

The objective of the present work was to evaluate the biostimulating effect of several commercial products on the initial development of the maize crop, using two evaluation methodologies. The work was conducted out at the Technical School of Poxoréu, a unit of the State Secretariat of Science and Technology (SECITEC) in Mato Grosso. Seeds of hybrid maize P3431H. In the methodology 1, the commercial products Awaken, Orgamon, Stimulate, Fortseed, Nicomo, and Improver were used, where the treatments consisted of the different doses: 0; 0.5; 1; 2 and 4 times the commercially recommended dose of the product. The doses were obtained by dilution in water to form a solution with a total volume of 300 mL. The maize seeds were immersed in the solution for a period of six hours. After that time, six corn seeds were sown in 2 dm³ volume vessels containing washed sand. After sowing, the solution that was not absorbed by the seeds was divided and evenly distributed in the pots where sowing was carried out. In Method 2 (without solution reuse) three experiments were carried out, using the commercial products Orgamon, Stimulate and NiCoMo. Similar to methodology 1, except for the non-reuse of the solution that remained after the period of imbibition of the seeds. The evaluations were: maximum root length and dry mass of shoot, root and total seedlings. The design was randomized blocks. Each experiment (product) had five treatments (doses) and four replicates each. The Stimulate growth regulator applied in seeds with solution reuse shows beneficial action on the initial development of maize plants. Applied to seeds, the NiCoMo, Awaken and Acaplus mineral fertilizers have an unimpressive effect on the initial performance of maize plants, while the organomic fertilizers Orgamon and Improver have a positive effect on the initial development of maize seedlings.

Key-words: Zea mays; Initial development; Mineral fertilizers.

Lista de figuras

- Figura 1. Diagrama de dispersão e curvas de tendência de comprimento máximo da raiz; massa seca da raiz - MSR, massa seca da parte aérea - MSPA e massa seca total – MST (1B) de plântulas de milho em função da dose de Orgamon com reuso da solução. 30
- Figura 2. Diagrama de dispersão e as curvas de tendência de comprimento máximo da raiz (2A); massa seca da raiz - MSR, massa seca da parte aérea - MSPA e massa seca total - MST (2B) da plântula de milho em função da dose de orgamon sem reuso da solução. 31
- Figura 3. Plântulas de milho em amostras dos cinco tratamentos com aplicação do produto Orgamon, com reuso do produto (A); sem reuso do produto (B). 31
- Figura 4. Diagrama de dispersão e as curvas de tendência de comprimento máximo da raiz (4A); massa seca da raiz - MSR, massa seca da parte aérea - MSPA e massa seca total - MST (4B) de plântulas de milho em função da dose de Stimulate com reuso da solução. 33
- Figura 5. Diagrama de dispersão e as curvas de tendência de comprimento máximo da raiz (5A), massa seca da raiz - MSR, massa seca da parte aérea - MSPA e massa seca total - MST (5B) da plântula de milho em função da dose de Stimulate sem reuso da solução. 34
- Figura 6. Plântula de milho em amostras dos cinco tratamentos com aplicação do produto Stimulate, com reuso da solução (A); sem reuso da solução (B). 34
- Figura 7. Diagrama de dispersão e as curvas de tendência de comprimento máximo da raiz (7A); massa seca da raiz - MSR, massa seca da parte aérea - MSPA e massa seca total - MST (7B) da plântula de milho em função da dose Fortseed Dry Ni 36

- (NiCoMo) com reuso da solução.
- Figura 8. Diagrama de dispersão e as curvas de tendência de comprimento máximo da raiz (8A); massa seca da raiz - MSR, massa seca da parte aérea - MSPA e massa seca total – MST (8B) da plântula de milho em função da dose de Fortseed Dry Ni (NiCoMo) sem reuso da solução. 37
- Figura 9. Plântula de milho em amostras dos cinco tratamentos com aplicação do produto Fortseed Dry Ni (NiCoMo), com reuso da solução (9A); sem reuso da solução (9B). 38
- Figura 10. Diagrama de dispersão e as curvas de tendência de comprimento máximo da raiz (10A), massa seca da raiz - MSR, massa seca da parte aérea - MSPA e massa seca total - MST (10C) da plântula de milho em função da dose de Improver, com reuso da solução. 39
- Figura 11. Plântulas de milho em amostras dos cinco tratamentos com aplicação do produto Improver, com reuso da solução. 40
- Figura 12. Diagrama de dispersão e as curvas de tendência de comprimento máximo da raiz (12A), massa seca da raiz - MSR, massa seca da parte aérea - MSPA e massa seca total - MST (12B) da plântula de milho em função da dose de Awaken. 41
- Figura 13. Plântulas de milho em amostras dos cinco tratamentos com aplicação do produto Awaken, com reuso da solução. 42
- Figura 14. Diagrama de dispersão e as curvas de tendência de comprimento máximo da raiz (14A); massa seca da raiz - MSR, massa seca da parte aérea - MSPA e massa seca total - MST (14B) da plântula de milho em função da dose de Aca Plus 44
- Figura 15. Plântulas de milho em amostras dos cinco tratamentos com aplicação do produto Aca Plus, com reuso da solução. 44

Lista de tabelas

Tabela 1. Doses dos produtos utilizadas nos nove experimentos.

28

Sumário

Resumo.....	9
Abstract.....	10
1 Introdução	15
2 Revisão de literatura.....	17
2.1. Cultura do milho.....	17
2.2. Tratamento de sementes.....	18
2.3. Biorreguladores e bioestimulantes vegetais.....	19
2.4. Uso agrícola dos bioestimulantes vegetais.....	22
3 Material e métodos.....	25
3.1 Características geográficas do local de estudo.....	25
3.2. Sementes.....	25
3.3. Produtos comerciais avaliados.....	25
3.4. Tempo de embebição.....	27
3.5. Tratamentos.....	27
3.6. Local de avaliação e avaliações realizadas	28
3.7. Delineamento experimental	28
3.8. Análises estatísticas dos dados.....	29
4 Resultados e discussão.....	29
4.1. Orgamon – com reuso da solução	29
4.2. Orgamon – sem reuso da solução.....	30
4.3. Stimulate – com reuso da solução.....	32
4.4. Stimulate – sem reuso da solução.....	33
4.5. Fortseed dry ni (nicomo) – com reuso da solução.....	36
4.6. Nicomo – sem reuso da solução.....	36
4.7. Improver – com reuso da solução.....	39
4.8. Awaken – com reuso da solução.....	41
5 Conclusões.....	45
6 Referências bibliográfica.....	47

1 INTRODUÇÃO

A cultura do milho (*Zea mays*) é uma das espécies mais cultivadas em todo o mundo. O grão de milho tem diversos usos entre os quais se destacam a alimentação humana e animal e matéria prima para a indústria de alta tecnologia. No cenário nacional a projeção de produção do milho para a safra 2022/2023 é de 93,6 milhões de toneladas, dos quais a maior parte será destinada à fabricação de ração animal (MIRANDA et al., 2012; CONAB, 2013).

No cultivo de milho são introduzidas anualmente novas tecnologias e insumos agrícolas objetivando maximizar a produtividade da cultura. Entre os principais fatores que contribuem para aumentar o rendimento das lavouras é a qualidade da semente, que deve apresentar qualidade fisiológica e fitossanitária. Uma técnica para assegurar essa qualidade é o tratamento de sementes, ferramenta tecnológica que além de controlar os patógenos associados, também pode assegurar estande adequado, plantas vigorosas, controle de pragas e doenças e potencialização do rendimento (BAUDET e PESKE, 2006; MORAES, 2009).

Nos últimos anos tem surgido no mercado de insumos agrícolas produtos à base de hormônios vegetais, aminoácidos, substâncias húmicas, extrato de plantas, extrato de algas e nutrientes (CASTRO e VIEIRA, 2001; BENITES et al., 2006; SILVA et al., 2012). Tais produtos são denominados biorreguladores ou bioestimulantes vegetais e podem ser utilizados via tratamento de sementes.

Os biorreguladores vegetais são substâncias naturais ou sintéticas, aplicados via sementes, solo ou na planta, para incrementar a produção, em função de processos ligados ao enraizamento, floração e frutificação (SILVA, 2008). Por outro lado, os bioestimulantes são misturas de dois ou mais biorreguladores vegetais, ou ainda, a mistura de um ou mais biorreguladores com outras substâncias como aminoácidos, nutrientes, vitaminas etc. (CASTRO e VIEIRA, 2001; JUNGLAUS, 2007).

Segundo Castro (2010) se essas substâncias são aplicadas às plantas, podem modificar ou alterar vários processos metabólicos e fisiológicos. A principal razão para o uso de bioestimulantes vegetais em milho tem sido promover melhor germinação de sementes, visando reduzir falhas no estande e melhorar o

desenvolvimento do sistema radicular (RODRIGUES, 2008). Embora, anualmente sejam disponibilizados no mercado diversos produtos com potencial bioestimulante e o seu uso seja crescente, o termo bioestimulantes ainda não é bem compreendido no Brasil.

De acordo com Mógor (2011) os produtos à base de biorreguladores vegetais são registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) como Regulador do Crescimento Vegetal. Entretanto, embora a maioria dos insumos contendo extratos vegetais, extratos de algas, ácidos húmicos e fúlvicos e aminoácidos sejam conhecidos comercialmente como bioestimulantes, são registrados como condicionadores de solos, fertilizantes orgânicos, organominerais ou aditivos e, portanto, não tem suas propriedades biológicas divulgadas, o que acaba dificultando o uso desses produtos no país (SILVA et al., 2012).

Diante disso e a necessidade de conhecer os benefícios dos produtos citados, o presente trabalho tem como objetivo avaliar o efeito bioestimulante de diversos produtos comerciais no desenvolvimento inicial da cultura do milho, assim como comparar duas metodologias de avaliação.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Cultura do milho

O milho (*Zea mays*) pertence a família das poaceae. A planta originou-se no México e foi importante fonte de alimento para as populações indígenas. Atualmente, além da alimentação humana, é usado na indústria de alta tecnologia e principalmente para elaboração de ração animal, que representa 70% do consumo desse cereal. Os principais países produtores são EUA, China, Brasil e México (MIRANDA et al., 2012).

No cenário nacional, o estado de Mato Grosso é o principal produtor de milho (MIRANDA et al., 2012). Na safra 2013/2014 a estimativa de área cultivada foi de 3,4 milhões de hectares, produtividade de 81,1 sacas por hectare, totalizando uma produção de 16,3 milhões de toneladas de grãos de milho. Em comparação com a safra anterior, houve redução de 8,3% na área cultivada e 27% na produção total. Ao comparar ambas as safras, houve uma redução de 20% na produtividade de grãos (IMEA, 2013).

No estado de Mato Grosso, o milho é cultivado tanto na safra de verão como em segunda safra (safrinha), embora nos últimos anos o cultivo em safra de verão venha perdendo espaço para a cultura da soja. Assim, tem aumentado o cultivo de milho em segunda safra, logo após a colheita da soja. Nessa condição, o risco de insucesso é maior, por conta dos fatores climáticos, especialmente por falta de água; isso leva menor investimento na lavoura e consequentemente a menores produtividades comparativamente à safra de verão (EMBRAPA, 2011).

Contudo, independentemente da época de cultivo, para se obter altas produtividades, um requerimento é o uso de sementes de elevada qualidade, que resultem em rápida emergência e estande uniforme no campo. A prática de tratamento de sementes, em pré-semeadura, vem sendo estudada e adotada como alternativa para proteger a semente e a plântula durante as fases iniciais do ciclo, assim como contribuir para o aumento da produtividade das lavouras (KIKUTI et al., 2002).

2.2. Tratamento de sementes

O tratamento de sementes consiste basicamente na aplicação de processos e substâncias que preservem ou melhorem o desempenho das sementes, permitindo que as culturas expressem seu potencial genético. Inclui a aplicação de defensivos (fungicidas e inseticidas), produtos biológicos, inoculantes, biorreguladores, bioestimulantes e micronutrientes (MENTEN e MORAES, 2010).

De acordo com Menten e Moraes (2010), o tratamento de sementes é uma prática antiga. As primeiras referências são do início da Era Cristã, em 1670, acidentalmente, constatou-se o efeito positivo de solução salina em sementes. No período 1750-1775, além do sal, cal e lixívia foram utilizados no tratamento de sementes de trigo. Entre 1807 e 1880 foi desenvolvido o sulfato de cobre e outros produtos inorgânicos, como o mercúrio. Em 1888 foi demonstrada a ação do tratamento térmico. Entre 1920 e 1950 surgiram diversos produtos orgânicos. A partir de 1960 houve acentuado avanço no tratamento químico de sementes, com o surgimento de diversos fungicidas.

As sementes são um importante meio de disseminação de fungos, uma vez que os escleródios nem sempre são removidos do lote por ocasião do beneficiamento. A prevenção do inóculo em sementes é uma das estratégias mais importantes para proteger as áreas de produção (FURLAN, 2010).

No Brasil, o tratamento das sementes apesar de ser uma tecnologia antiga, apenas nos últimos 10 anos evoluiu em termos de tecnologia de aplicação (NUNES, 2010). Atualmente, o tratamento de semente de milho mais utilizado é baseado em fungicidas, inseticidas, nematicidas e polímeros diversos, os quais são aplicados na fase industrial de produção de sementes de milho, em etapa que antecede o ensacamento das sementes. Deste modo, ao propor a adoção de novos componentes para o tratamento de sementes desta cultura, torna-se interessante considerar a presença de ao menos alguns destes elementos nas sementes (DIAS, 2013).

2.3. Biorreguladores e bioestimulantes vegetais

Os biorreguladores vegetais são constituídos por apenas uma substância que pode promover o equilíbrio hormonal das plantas, favorecendo a expressão do potencial genético, estimulando principalmente o desenvolvimento do sistema radicular (ONO et al., 1999). Essa substância sintética possui ação similar aos hormônios vegetais¹ como as auxinas, as citocininas, as giberilinas, os retardadores, os inibidores e o etileno (CASTRO e VIEIRA, 2001).

As auxinas são hormônios que exercem importante função na regulação do crescimento e desenvolvimento vegetal, além de influenciar o crescimento radicular. Entre os processos regulados pela auxina estão o alongamento celular, fototropismo, geotropismo, dominância apical, iniciação radicular, diferenciação dos tecidos vasculares, embriogênese, produção de etileno, desenvolvimento dos frutos, partenocarpia, abscisão e expressão sexual (ARTECA, 1996; MERCIER, 2012).

As citocininas podem estimular ou inibir uma gama de processos metabólicos, fisiológicos e bioquímicos em plantas superiores. Elas estão envolvidas na regulação do crescimento e diferenciação, incluindo divisão celular, dominância apical, formação de órgãos, retardamento da degradação de clorofila, desenvolvimento dos cloroplastos, senescência das folhas, abertura e fechamento dos estômatos, desenvolvimento das gemas e brotações, metabolismo dos nutrientes e como reguladores das expressões dos genes (VIEIRA e MONTEIRO, 2002; MERCIER, 2012).

As giberelinas são mais frequentemente associadas à promoção de crescimento da haste. A aplicação de giberelinas pode induzir pronunciados aumentos na altura das plantas. Elas atuam em diversos fenômenos fisiológicos, no entanto, o gênero ou a espécie, somado a outros fatores, podem determinar o efeito específico na resposta. Os processos fisiológicos envolvidos pelas giberelinas são germinação de sementes, mobilização de reservas armazenadas no endosperma, crescimento da parte aérea, florescimento, desenvolvimento de flores e frutificação (HIGASHI et al., 2002; MERCIER, 2012).

¹ São produzidos naturalmente pelos vegetais; também são conhecidos como fitormônios.

Os biorreguladores são eficientes se aplicados em baixas doses, favorecendo o adequado desempenho dos processos vitais da planta e permitindo aumento da produtividade das culturas, especialmente em condições ambientais adversas, seja estresse climático ou nutricional (CASILLAS et al., 1986).

Diferentemente dos biorreguladores, os bioestimulantes são a mistura de dois ou mais reguladores vegetais ou outras substâncias como ácidos húmicos e fúlvicos, aminoácidos, nutrientes e vitaminas (JUNGLAUS, 2007).

Ultimamente tem surgido no mercado de insumos agrícolas vários produtos comercializados como bioestimulantes vegetais, entre os quais destacam diversas formulações contendo misturas de hormônios vegetais sintéticos como auxinas, citocininas e giberelinas. Os bioestimulantes contendo misturas de hormônios vegetais possuem efeito fisiológico nas plantas e são capazes de estimular os principais processos metabólicos, principalmente o desenvolvimento de raízes.

Outra classe de bioestimulantes são as substâncias húmicas, que são extraídos da matéria orgânica e tem como principais componentes os ácidos húmicos e fúlvicos. Esses têm moléculas bioativas que atuam sobre a fisiologia e crescimento das plantas, principalmente estimulando o crescimento radicular (FAÇANHA et al., 2002; BUSATO et al., 2010; RIMA et al., 2011). Tais efeitos estão associados principalmente ao aumento na absorção de nutrientes (CHEN et al., 2004), devido à influência na permeabilidade da membrana celular, quelação e carreamento dos mesmos e atividade hormonal, tipo auxínico (FAÇANHA et al., 2002; CANELLAS e FAÇANHA, 2004; RIMA et al., 2011). Aplicações de substâncias húmicas aumentam o crescimento de raízes, folhas e ramos e também estimulam a germinação de sementes de várias espécies. A síntese de compostos nitrogenados é igualmente estimulada (HERNANDO FERNANDES, 1968).

Entretanto, os efeitos positivos dos bioestimulantes a base de substâncias húmicas possivelmente estejam ligados à origem, ao método de extração e à concentração do extrato húmico. A espécie cultivada, o estádio de desenvolvimento da planta e o ambiente de cultivo também interferem no efeito de tais substâncias. Os melhores resultados ocorrem em solos com baixos teores de matéria orgânica ou quando a planta é cultivada em condição de estresse, seja nutricional ou climático (HARTZ e BOTTOMS, 2010).

Além dos bioestimulantes citados, há a opção no mercado de insumos produtos a base de extrato de alga (*Ascophyllum nodosum* L.). Estudos revelam que

aplicação de extratos de algas em plantas favorece a precocidade germinativa das sementes e de seu estabelecimento, melhora o desempenho e a produtividade vegetal e eleva a resistência a estresses bióticos e abióticos (KHAN et al., 2009; ZHANG e REVIN, 2008; CRAIGIE, 2011; JAYARAMAN; NORRIE e PUNJA, 2011; KUMAR e SAHOO; 2011).

O extrato de alga estimula o crescimento vegetal e sua composição é rica em macro e micronutrientes, carboidratos, aminoácidos e biorreguladores vegetais (auxinas, citocininas, giberilinas, betaínas e alginatos). As ações combinadas dessas moléculas e nutrientes produzem amplo efeito estimulante que se expressa em melhor qualidade de frutos (ANASAC, 2006). A aplicação do extrato de *A. nodosum* estimula processos fisiológicos da planta como absorção de nutrientes e a fotossíntese (GOËMAR, 2006).

Além disso, alguns bioestimulantes apresentam, em suas formulações, micronutrientes. Esse termo é utilizado para aqueles elementos requeridos pelas plantas em pequenas quantidades como: boro (B), cloro (Cl), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn), molibdênio (Mo) e zinco (Zn), os quais fazem parte das enzimas e têm função reguladora. Malavolta (2006) ainda acrescenta três micronutrientes à lista dos essenciais: o cobalto (Co), o níquel (Ni) e o selênio (Se).

Desses micronutrientes, alguns têm sido aplicados via sementes, como é o caso do molibdênio, cobalto e níquel (CAMPO e LANTMANN, 1998; MORAES, 2009). O molibdênio encontra-se na enzima nitrato-redutase das raízes e colmos das plantas superiores, a qual cataliza a redução do íon NO_3^- a NO_2^- . A nitrato redutase catalisa a redução do nitrato a nitrito durante sua assimilação pela célula vegetal, a nitrogenase converte o gás nitrogênio à amônia em microrganismos fixadores de nitrogênio (TAIZ e ZEIGER, 2009). O molibdênio e cobalto fazem parte das enzimas de nitrogenase e cobalamina, respectivamente (JUNIOR et al., 2010).

O cobalto auxilia na fixação biológica do nitrogênio, por fazer parte da síntese da leghemoglobina, hemepróteína que auxilia na fixação do nitrogênio. As principais fontes de cobalto são o cloreto, o sulfato e o nitrato de cobalto, produtos de alta solubilidade e, portanto, recomenda-se a aplicação via semente (MENGEL e KIRKBY, 2001).

Recentemente, além do cobalto e do molibdênio, tem sido recomendado o uso de níquel via tratamento de sementes. Esse elemento é constituinte da metaloenzima urease que desdobra a ureia $[\text{CO}(\text{NH}_2)_2]$ hidroliticamente em amônia

(NH₃) e dióxido de carbono (CO₂), além de participar do processo de fixação biológica de nitrogênio (FBN), como constituinte da enzima hidrogenase (MORAES, 2009).

Outro micronutriente que tem sido usado no tratamento de semente é o zinco. Nas condições tropicais é o micronutriente que mais limita a produção das culturas. De acordo com Andreotti et al. (2001), a cultura do milho é uma das mais responsivas à adição deste elemento. O zinco auxilia na síntese de substâncias que atuam no crescimento e nos sistemas enzimáticos, é essencial para a ativação de certas reações metabólicas. Participa da síntese do aminoácido triptofano, precursor do AIA (Ácido Indol Acético), um hormônio do crescimento vegetal. Na presença do zinco, a enzima aldoíase catalisa a síntese de lipídios, substância de reserva das sementes (FAVARIN e MARINI, 2000; PRADA NETO et al., 2010).

2.4. Uso agrícola dos bioestimulantes vegetais

Existem no mercado de insumos agrícolas diversos produtos denominados bioestimulantes vegetais, embora haja poucos produtos registrados no MAPA como tal. Um exemplo de bioestimulante é o Stimulate, que possui na formulação três biorreguladores vegetais: cinetina, ácido giberélico e ácido indolbutírico (STOLLER DO BRASIL, 2011).

Segundo Castro e Vieira (2001) os hormônios vegetais podem incrementar o crescimento e desenvolvimento da planta por aumentar a divisão e expansão celular, assim como melhorar a absorção de água e nutrientes, por estimular o crescimento das raízes das plantas.

Analisando a ação da aplicação do Stimulate em sementes de algodão Santos e Vieira (2005) observaram que esse procedimento originou plântulas mais vigorosas, com maior comprimento e massa seca aérea. Estudando o efeito de diferentes doses de Stimulate, nas culturas da soja, feijão e arroz, Vieira (2001) obteve aumentos expressivos sobre a produtividade das plantas, se o produto foi aplicado diretamente sobre as sementes. Segundo Vieira e Castro (2004), o Stimulate age de forma eficiente e eficaz na germinação de sementes, vigor inicial de plântulas e produção de compostos orgânicos.

Os produtos que contém misturas de substâncias como aminoácidos, nutrientes, vitaminas, ácidos húmicos e fúlvicos, extratos de algas não são reconhecidos pelo MAPA como bioestimulantes vegetais, embora sejam conhecidos comercialmente como tal (STOLLER DO BRASIL, 2011).

No Brasil, tem crescido bastante nas últimas décadas, o emprego agrícola de produtos à base de ácidos húmicos e fúlvicos como fertilizantes orgânicos, condicionadores de solo e estimuladores fisiológicos (BENITES et al., 2006). Segundo Façanha et al. (2002), as substâncias húmicas estimulam a atividade da H⁺-ATPase. Esse aumento na atividade enzimática provoca aumento da atividade da bomba de prótons e, consequentemente, acidificação do apoplasto, favorecendo o aumento da plasticidade e alongamento da parede celular e crescimento de raízes.

Aplicações de substâncias húmicas aumentam o crescimento de raízes, folhas e ramos e também estimulam a germinação de sementes de várias espécies. Eyheraguibel et al. (2008) observaram que o percentual ou a taxa de germinação das sementes de plantas de milho não foram influenciados pela presença de substâncias húmicas, mas houve aumento na elongação de raízes das plântulas originadas de sementes que foram tratadas. Por outro lado, Dixit e Kishore (1967) observaram que as substâncias húmicas aceleram a germinação de milho.

Segundo Stadnik (2003), as algas são usadas na agricultura como fertilizantes, bioestimulantes e/ou fitoprotetores, apresentam a capacidade de aumentar a resistência das plantas às doenças e ao estresse climático, como as geadas. Em sementes de cevada, o extrato de algas promoveu a atividade de uma amilase independentemente de giberelina, responsável pela utilização de energia armazenada no endosperma amilífero, auxiliando na germinação e o desenvolvimento do eixo embrionário, aumentando deste modo o potencial germinativo (RAYORATH et al., 2008).

Os extratos de algas podem ser usados através do tratamento de sementes, pulverização foliar e irrigação. A utilização do extrato de *A. nodosum* foi determinante para o aumento da germinação e vigor de sementes de cevada, tomate, pimenta e berinjela (RAYORATH et al., 2008; DEMIR; DURAL e YILDIRIM, 2006).

Ao utilizarem o extrato de *A. nodosum*, Mancuso et al. (2006) obtiveram um maior conteúdo foliar de macronutrientes, além de promover o crescimento e aumentar a tolerância ao estresse hídrico em videiras.

Os mecanismos de ação do extrato de *A. nodosum* ainda são pouco conhecidos e a sua elucidação é de extrema importância para a elaboração de estratégias que favoreçam ao aumento da produtividade vegetal (RAYORATH et al., 2008; KHAN et al., 2009).

A utilização de produtos, contendo nutrientes e reguladores de crescimento, aumentam de importância na medida em que se busca atingir o potencial produtivo das culturas. Apesar dos micronutrientes serem exigidos em pequenas quantidades, são essenciais para o crescimento e desenvolvimento das plantas, atuando com ativadores enzimáticos. O fornecimento de micronutrientes para as plantas podem ocorrer de varias maneiras, através do tratamento de semente, via foliar ou via adubação do solo (FLOSS et al., 2007).

O fornecimento de micronutrientes via solo pode resultar em menor eficiência de uso comparativamente ao tratamento de sementes. Na cultura da soja é adicionado ao tratamento de sementes o cobalto e o molibdênio. Segundo a Embrapa (2008), o cobalto e o molibdênio são indispensáveis para aumentar eficiência da FBN ao ser aplicado via sementes. Para Malavolta (2006) o cobalto é essencial para as fabaceas, pois tem efeito positivo sobre os rizóbios e o Mo é importante para FBN. De acordo com Meschede et al. (2004) o cobalto e o molibdênio via tratamento de sementes de soja aumenta a produtividade de grãos e o teor de proteínas das sementes. No entanto, Marcondes e Caíres (2005) alertam que doses elevadas de cobalto via semente são tóxicas às plantas.

O tratamento de sementes com cobalto e molibdênio é amplamente recomendado para a cultura da soja (EMBRAPA, 2008). No entanto, devido à comprovada carência de micronutrientes nos solos tropicais (MALAVOLTA, 2006), essa prática vem sendo recomendado para outras culturas como o milho, arroz, feijão, entre outras. Além desses, ultimamente tem aumentado o uso de níquel via sementes, principalmente após o lançamento dos produtos comerciais conhecidos como NiCoMo (MORAES, 2009). Segundo Malavolta e Moraes (2007), além de aumentar a produção, a aplicação de níquel pode promover o aumento na germinação, a diminuição do ciclo das culturas e a resistência de doenças em inúmeras culturas.

Outro nutriente associado ao tratamento de semente é o acetato de zinco amoniacal. Atualmente existem alguns produtos comercialmente contendo esse composto, como é o caso do Awaken e o Aca Plus. Oliveira (2007) verificou

aumento no rendimento de grãos de soja tratada com Aca Plus e aumento no rendimento de grãos de milho tratado com os enraizadores Awaken.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Características geográficas do local de estudo

O trabalho foi realizado na Escola Técnica de Poxoréu, unidade da Secretaria de Estado, Ciência e Tecnologia (SECITEC), localizada na Rodovia 260, km 05, município de Poxoréu (MT), nas coordenadas geográficas 15°47'56" latitude Sul e 54°26'49" longitude Oeste e na altitude de 435 m. O clima da região é tropical quente e sub-úmido, tipo Aw na classificação de Köppen, com temperatura média anual de 22 °C, com máxima de 38 °C e mínima 0 °C, e precipitação pluvial de 1750 a 1900 mm, com incidência máxima em dezembro, janeiro e fevereiro.

3.2. Sementes

Nesse trabalho foram utilizadas sementes de milho híbrido P3431H, da empresa Pioneer, safra 13/13. Sementes certificadas C1, com pureza física mínima de 98% e germinação mínima de 85%. As sementes foram previamente tratadas com os inseticidas K-Obiol 25 EC e Actellic 500 EC e os fungicidas Maxim XL e Cruiser.

3.3. Produtos comerciais avaliados

Foram avaliados seis produtos comerciais, os quais são descritos a seguir conforme as empresas fabricantes.

Produto 1 – ORGAMON

Produto comercial da empresa Agrolatino Indústria de Fertilizantes e Corretivos LTDA., localizada em Rincão (SP). O produto é registrado como fertilizante organomineral e contém: 8% de carbono orgânico total; 1,5% de nitrogênio total; 1,5% de K₂O; 3% de P₂O₅; densidade 1,07 g mL⁻¹; pH 9. A recomendação do produto é 200 mL ha⁻¹ (AGROLATINO, 2013).

Produto 2 – STIMULATE

Pertence à empresa Stoller do Brasil, localizada em Cosmopolis (SP). O produto é registrado como regulador de crescimento vegetal e possui a seguinte composição: 0,005% de ácido indolbutírico (auxina), 0,009% de cinetina (citocinina) e 0,005% de ácido giberélico (giberelina). A recomendação do produto é 100 ou 125 mL por 100 kg de sementes (STOLLER DO BRASIL, 2013).

Produto 3 – FORTSEED DRY Ni (NiCoMo)

Fertilizante mineral comercializado pela empresa Fortgreen S.A., situada em Piaçandu (PR). A formulação contém: 3% de Ni; 2% de Co e 23% de Mo. A recomendação do produto é 3 g kg⁻¹ de sementes (FORTGREEN, 2014).

Produto 4 – IMPROVER

Fertilizante organomineral comercializado pela empresa Produquímica, situada em São Paulo (SP). Tem a seguinte composição: 2,00% de molibdênio e extrato de algas (*A. nodosum*) oriundas do Canadá. A recomendação do produto é 120 mL kg⁻¹ de sementes (PRODUQUÍMICA, 2014).

Produto 5 – ACA PLUS

Comercializado pela empresa Fortgreen S.A. de Paiçandu (PR). O produto é registrado como fertilizante mineral e contém a seguinte composição: 7% de nitrogênio; 8,5% de zinco; densidade de 1230 g L⁻¹, pH 6,5 (FORTGREEN, 2014).

Produto 6 – AWAKEN

Comercializado pela empresa Fortgreen S.A. localizada em Paiçandu (PR), é registrado como fertilizante mineral e tem a seguinte composição: 16% de nitrogênio; 2% de K₂O; 0,02% de boro; 0,15% de cobre; 0,15% de ferro; 0,15% de

manganês; 0,0006% de molibdênio e 3,53% de zinco; densidade 1226 g L⁻¹. É recomendado para o tratamento de sementes de milho na dose de 160 mL/18kg de sementes (FORTGREEN, 2014).

3.4. Tempo de embebição

As sementes foram pesadas e imersas em água para determinar o volume de calda a ser utilizado e o tempo de máxima embebição, ou seja, de máxima absorção da solução contendo o produto.

3.5. Tratamentos

Foram utilizadas duas estratégias metodológicas de avaliação dos efeitos dos produtos comerciais:

A) Metodologia 1 – Reuso da solução não absorvida pelas sementes

Foram realizados seis experimentos simultaneamente. Em cada experimento utilizou-se um produto comercial, cujos tratamentos consistiram nas diferentes doses. Para cada produto foram utilizadas doses: iguais a 0; 0,5; 1; 2 e 4 vezes a dose recomendada comercialmente do produto.

As doses foram obtidas por diluição em água de modo a formar uma solução com volume total de 300 mL. As sementes de milho foram imersas na solução por um período de seis horas. Após esse tempo, foram semeadas seis sementes de milho em vasos com volume de 2 dm³, contendo areia lavada. Após a semeadura, a solução que não foi absorvida pelas sementes foi dividida e distribuída uniformemente nos vasos onde procedeu-se a semeadura.

B) Metodologia 2 – Sem reuso da solução

Foram realizados três experimentos, sendo empregados os produtos Orgamon, Stimulate e NiCoMo. A metodologia foi similar à adotada na metodologia 1, excetuando o não reuso da solução que sobrou após o período de embebição das sementes.

3.6. Local de avaliação e avaliações realizadas

As sementes tratadas para avaliação do comprimento máximo das raízes e massa seca da parte aérea, raiz e total das plântulas, foram semeadas em vasos de 2 dm³ contendo areia lavada, em casa telada na Escola Técnica de Poxoréu. As plântulas emergidas nos vasos foram colhidas aos 10 dias após o início da emergência. Os vasos contendo as plântulas foram lavados cuidadosamente em água corrente, de modo a facilitar a retirada das raízes das plântulas, ou seja, separação do solo e das raízes. Depois, com o auxílio de uma régua graduada, determinou-se o comprimento máximo das raízes das plântulas.

Logo após, as plântulas foram cortadas, separando a parte aérea e as raízes. Tanto a parte aérea como as raízes foram acondicionadas em saquinhos de papel, identificadas e secas em estufa de circulação forçada de ar a 65°C até massa constante, obtendo-se assim as massas secas da parte aérea, das raízes e total.

3.7. Delineamento experimental

Foram realizados nove experimentos simultaneamente. O delineamento utilizado foi blocos ao acaso. Cada experimento (produto) contou com cinco tratamentos (doses) e quatro repetições cada. As doses utilizadas estão descritas na Tabela 1.

Tabela 1 – Doses dos produtos utilizadas nos nove experimentos.

Produto	Unidade	Dose (mL)				
		0x	0,5x	1x	2x	4x
Orgamon	mL ha ⁻¹	0	100	200	400	800
Stimulate	L ha ⁻¹	0	0,5	1,0	2,0	4,0
Fortseed dry Ni (NiCoMo)	g ha ⁻¹	0	22,5	45	90	180
Improver	mL ha ⁻¹	0	60	120	240	480
Awaken	mL ha ⁻¹	0	67,5	135	270	540
Aca Plus	mL ha ⁻¹	0	37,5	75	150	300

* Recomendação para 60 000 sementes por ha ou 15 kg ha⁻¹.

3.8. Análises estatísticas dos dados

Os valores obtidos de comprimento máximo das raízes, massa seca de raiz e massa seca da parte aérea foram submetidos à análise de variância pelo teste Ficher (PIMENTEL-GOMES e GARCIA, 2002). Havendo significância, os dados foram submetidos à análise de regressão polinomial, obtendo-se as equações de regressão e os gráficos foram elaborados usando o Software Sigma Plot versão 12.5.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Orgamon – Com reuso da solução

O diagrama de dispersão e as curvas de tendência de comprimento máximo da raiz, massa seca da raiz, massa seca da parte aérea e massa seca total de milho varia conforme a dose do fertilizante organomineral Orgamon (Figura 1). A curva de tendência do comportamento do comprimento máximo da raiz de acordo com as doses de Orgamon foi representado por uma curva de segundo grau ($R^2= 0,62$). O comprimento máximo da raiz aumentou até a dose 335 mL ha^{-1} , correspondente à máxima resposta.

A utilização da dose 335 mL ha^{-1} ocasionou incremento no comprimento máximo de raiz igual a 7,5% em relação à dose zero. As curvas de tendência de massa seca da raiz, massa seca da parte aérea e massa seca total de milho em função da dose de Orgamon foram representadas por curvas quadráticas, cujos coeficientes de determinação foram, respectivamente, 0,74; 0,67 e 0,82. De maneira geral, verificaram-se reduções nas respostas com aplicação das doses mais elevadas fertilizante organomineral.

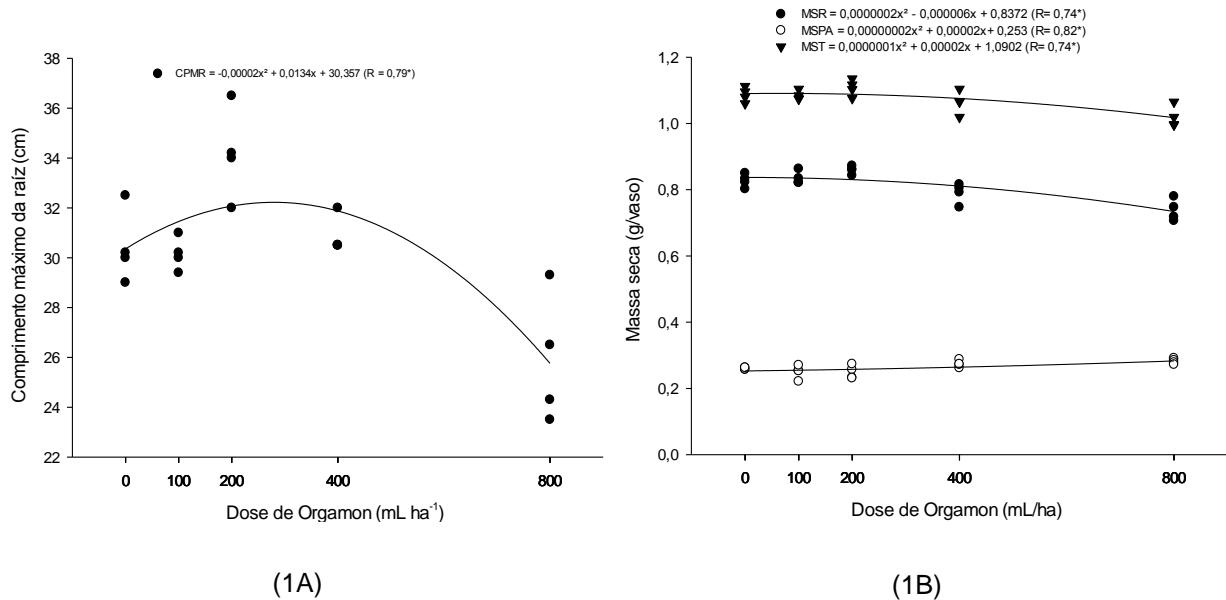


Figura 1 – Diagrama de dispersão e curvas de tendência de comprimento máximo da raiz; massa seca da raiz - MSR, massa seca da parte aérea - MSPA e massa seca total – MST (1B) de plântulas de milho em função da dose de Orgamon com reuso da solução

4.2. Orgamon – Sem reuso da solução

Na Figura 2 são representados o diagrama de dispersão e as curvas de tendência de comprimento máximo da raiz, massa seca da raiz, massa seca da parte aérea e massa seca total da plântula de milho variam conforme a dose do fertilizante organomimetal Orgamon, sem reuso da solução.

O comportamento do comprimento máximo da raiz segundo as doses de orgamon foi representado por uma curva de segundo grau ($R^2= 0,59$). O comprimento máximo da raiz de milho foi alcançado com a dose 400 mL ha^{-1} , atingindo um valor de 36,3 cm, correspondente a um aumento de 21,7% relativamente à dose zero. A partir da dose de máxima resposta, o comprimento máximo da raiz decresce, alcançando na dose quatro vezes maior do que à recomendada pelo fabricante (800 mL ha^{-1}) valor similar ao obtido sem aplicação do produto.

As curvas de tendência de massa seca da raiz, massa seca da parte aérea e massa seca total de milho de acordo com a dose de Orgamon foram representadas por curvas quadráticas, cujos coeficientes de determinação foram inferiores a 0,50. Similarmente ao observado com emprego de Orgamon (com reuso da solução),

constataram-se reduções não acentuadas nas respostas com aplicação das doses mais elevadas fertilizante organomineral.

A utilização do fertilizante organomineral Orgamon, com reaproveitamento da solução (Figura 1A) favoreceu crescimento da raiz das plantas de milho, sendo, todavia mais pronunciado na metodologia sem reuso da solução (Figura 2A).

Os resultados alcançados evidenciam os benefícios obtidos com a utilização do produto Orgamon, por favorecer o crescimento radicular das plantas de milho, embora sejam marginais os incrementos da massa seca total e das partes áreas e radicular da plântula, dependendo da dose utilizada.

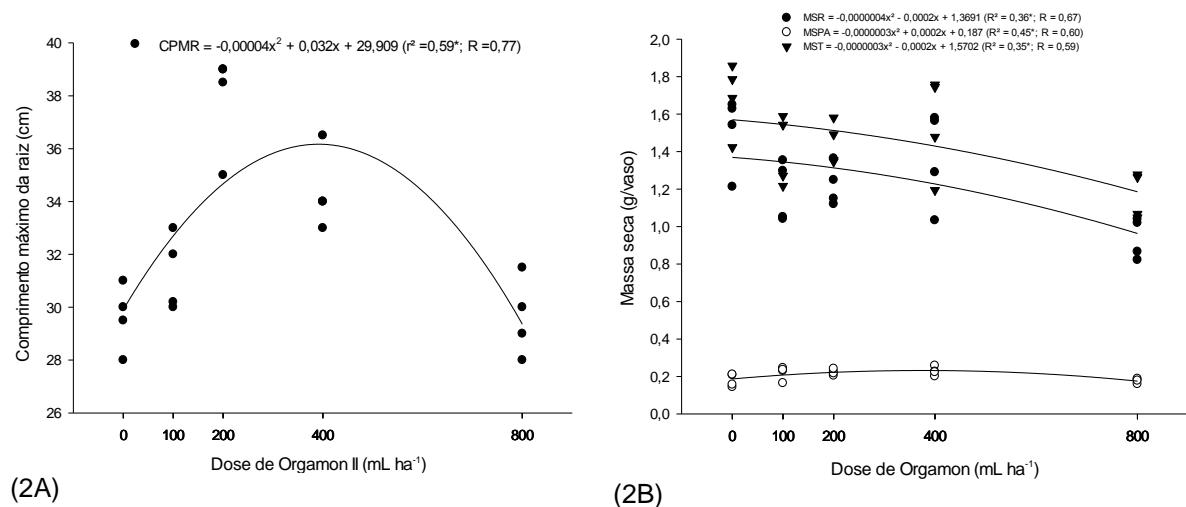


Figura 2 – Diagrama de dispersão e as curvas de tendência de comprimento máximo da raiz (2A); massa seca da raiz - MSR, massa seca da parte aérea - MSPA e massa seca total - MST (2B) da plântula de milho em função da dose de Orgamon sem reuso da solução.

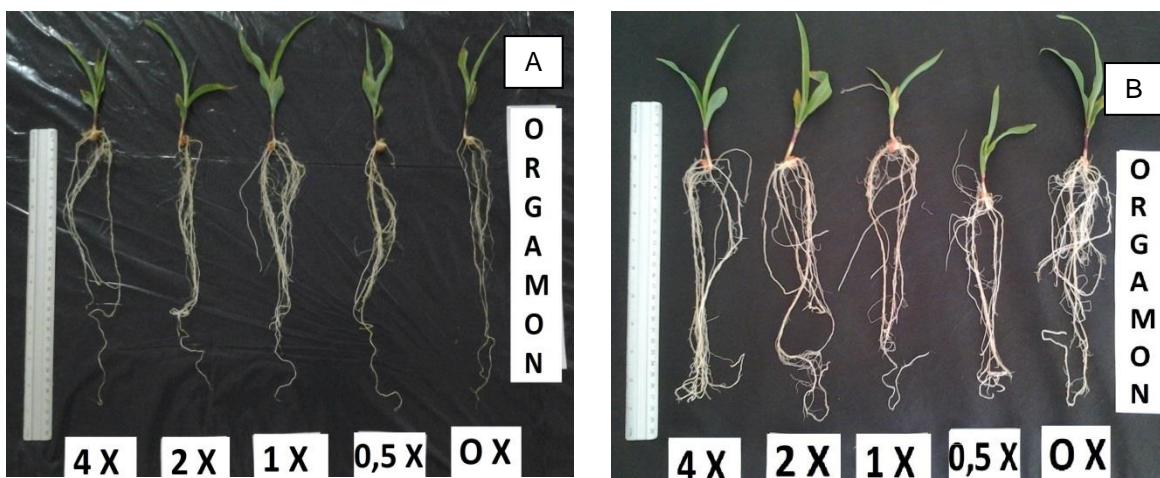


Figura 3 – Plântulas de milho em amostras dos cinco tratamentos com aplicação do produto Orgamon, com reuso do produto (A); sem reuso do produto (B).

O Orgamon é um produto que contém na sua composição substâncias húmicas e nutrientes que favorecem o desenvolvimento das plantas. Jablonski et al. (1999) obtiveram aumento de produção de matéria seca das raízes, folhas e comprimento radicular de milho ao utilizar substâncias húmicas. Resultados semelhantes foram encontrados por Silva et al. (2000) e Rhauthan; Schnitzer (1981) ao trabalharem com azevém e cevada, respectivamente. Porém, Sarto et al. (2009), ao aplicar substâncias húmicas sobre os toletes de cana-de-açúcar no momento da cobertura não constataram melhoria no brotamento nem estímulo ao desenvolvimento inicial das variedades.

4.3. Stimulate – Com reuso da solução

Para comprimento máximo da raiz, massa seca da raiz, massa seca da parte aérea e massa seca total de plântulas de milho verificou-se efeito significativo das doses (Figura 4). A curva de tendência do comportamento do comprimento máximo da raiz de acordo com as doses do regulador de crescimento foi representada por uma curva de segundo grau ($R^2 = 0,45$). O comprimento máximo da raiz da plântula de milho foi alcançado com a dose $1,60 \text{ L ha}^{-1}$, atingindo um valor de 31,5 cm, correspondente a um aumento de 5,7% relativamente à dose zero.

As curvas de tendência de massa seca da raiz, massa seca da parte aérea e massa seca total de plântulas de milho em função da dose de Stimulate foram

representadas por meio de curvas quadráticas, cujos coeficientes de determinação foram, respectivamente, 0,46; 0,53 e 0,41. De maneira geral, verificaram-se reduções nas respostas com aplicação das doses mais elevadas do regulador de crescimento.

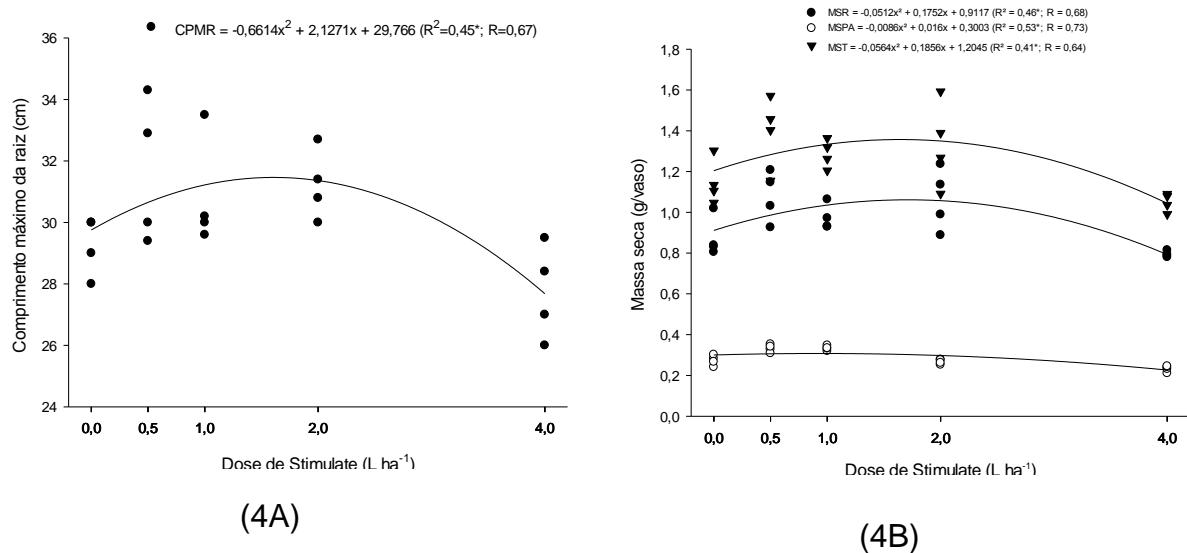


Figura 4 – Diagrama de dispersão e as curvas de tendência de comprimento máximo da raiz (4A); massa seca da raiz - MSR, massa seca da parte aérea - MSPA e massa seca total - MST (4B) de plântulas de milho em função da dose de Stimulate com reuso da solução.

4.4. Stimulate – Sem reuso da solução

Os diagramas de dispersão e as curvas de tendência de comprimento máximo da raiz, massa seca da raiz, massa seca da parte aérea e massa seca total da plântula de milho variou conforme a dose do regulador de crescimento, sem reuso da solução.

O comportamento do comprimento máximo da raiz segundo as doses de Stimulate foi representado por uma curva de segundo grau ($R^2 = 0,37$). O comprimento máximo da raiz da plântula de milho foi alcançado com a dose 0,73 L ha⁻¹, atingindo um valor de 37,9 cm. A partir da dose de máxima resposta, o comprimento máximo da raiz decresceu.

As curvas de tendência de massa seca da raiz, massa seca da parte aérea e massa seca total da plântula de milho de acordo com a dose de Stimulate foram

representadas por curvas quadráticas, cujos coeficientes de determinação foram respectivamente 0,44; 0,34 e 0,42. Verifica-se que a massa seca da raiz e a massa seca total apresentaram melhor resposta, representado na Figura 5. Porém, para massa seca da parte aérea, observa-se que o ponto máximo foi igual a 0,196 g de massa seca para a dose estimada de 175 L ha^{-1} , representando um acréscimo de 10,9% em relação à dose zero.

A utilização do regulador de crescimento, com reaproveitamento da solução (Figura 4A) apresentou melhor desenvolvimento da raiz das plântulas de milho comparativamente à metodologia sem reuso da solução (Figura 5A).

Os resultados alcançados evidenciam os benefícios obtidos com a utilização do produto Stimulate, por favorecer o crescimento radicular das plântulas de milho, embora sejam marginais os incrementos da massa seca da raiz e massa seca total dependendo da dose utilizada.

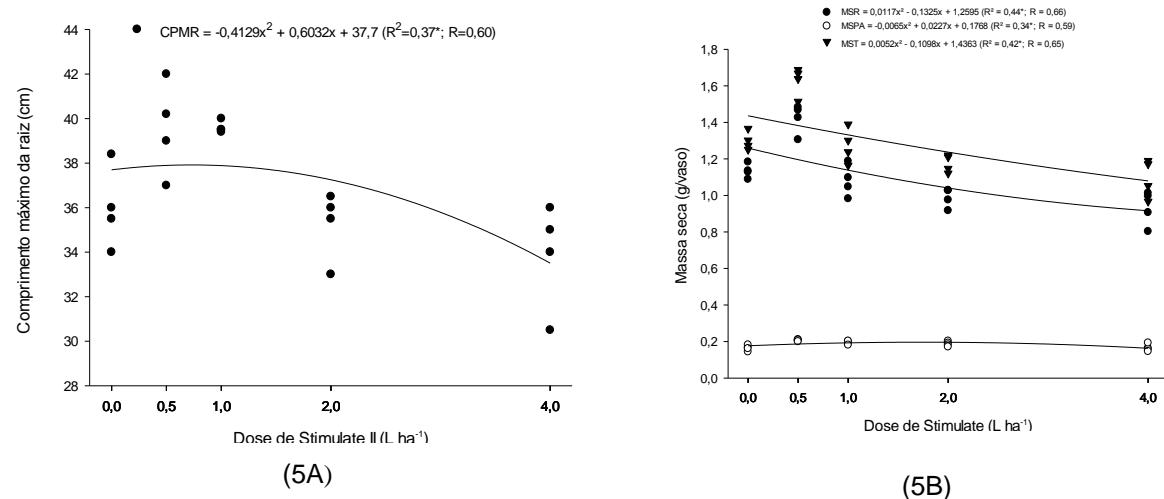


Figura 5 – Diagrama de dispersão e as curvas de tendência de comprimento máximo da raiz (5A), massa seca da raiz - MSR, massa seca da parte aérea - MSPA e massa seca total - MST (5B) da plântula de milho em função da dose de Stimulate sem reuso da solução



Figura 6 – Plântula de milho em amostras dos cinco tratamentos com aplicação do produto Stimulate, com reuso da solução (A); sem reuso da solução (B).

Avaliando concentrações de Stimulate, Vieira e Castro (2001) constataram que a aplicação do produto promove crescimento radicular vertical dos sistemas radiculares das plantas de soja especificamente, para as concentrações compreendidas no intervalo 1,3 e 5,0 mL, sendo a concentração 1,3mL a máxima dose para o crescimento radicular vertical em relação ao controle.

Estudando os efeitos do Stimulate via tratamento de sementes e via pulverização foliar sobre a altura de plantas, número de folhas por planta, peso da matéria seca de folhas e caule de plantas de soja, Rodrigues e Domingues (2002) registraram que o regulador de crescimento vegetal apresentou resultados positivos para a soja. Efeitos positivos com o emprego de Stimulate também foram encontrados por Dourado Neto et al. (2004) em experimento com plantas de milho, em aplicação via pulverização foliar, o qual apresentou efeito significativo sobre o crescimento em altura. Resultado semelhante foi encontrado por Santos (2009) utilizando Stimulate que proporcionou maior crescimento em altura e maior acúmulo de massa seca da parte aérea ao ser ministrado via sementes e pulverização foliar. Porém, Albuquerque (2004) ao aplicar o mesmo regulador de crescimento em mamona (*Ricinus communis L.*) nas concentrações 0; 7,0; 14; 21 e 35 mL, não observou diferenças significativas quanto ao crescimento em altura.

4.5. - Fortseed Dry Ni (NiCoMo) – Com reuso da solução

O diagrama de dispersão e as curvas de tendência de comprimento máximo da raiz, massa seca da raiz, massa seca da parte aérea e massa seca total da plântula de milho não responderam positivamente às doses do fertilizante mineral Fortseed Dry Ni (NiCoMo), conforme a Figura 7.

A análise de regressão revelou efeito linear negativo. Observa-se que a partir do uso do produto inicia a redução do comprimento máximo da raiz, massa seca da raiz, massa seca da parte aérea e massa seca total da plântula de milho, representadas por meio de equações lineares, cujos coeficientes de determinação foram, respectivamente, 0,61; 0,56; 0,66 e 0,66.

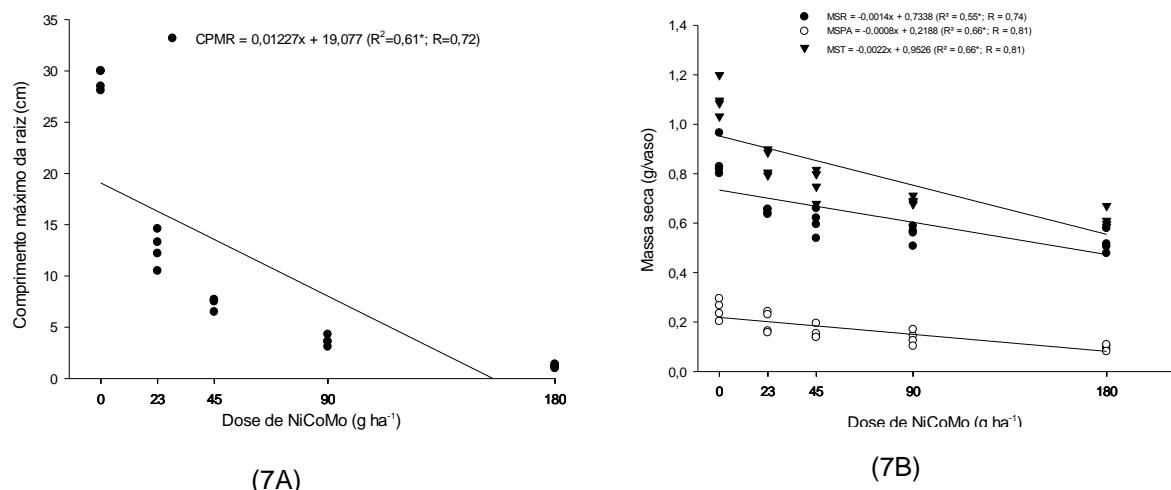


Figura 7 – Diagrama de dispersão e as curvas de tendência de comprimento máximo da raiz (7A); massa seca da raiz - MSR, massa seca da parte aérea - MSPA e massa seca total - MST (7B) da plântula de milho em função da dose Fortseed Dry Ni (NiCoMo) com reuso da solução.

4.6. - NiCoMo – Sem reuso da solução

Na Figura 8 são representados o diagrama de dispersão e as curvas de tendência de comprimento máximo da raiz, massa seca da raiz, massa seca da parte aérea e massa seca total da plântula de milho conforme as doses do Fortseed Dry Ni (NiCoMo), sem reuso da solução.

O comprimento máximo da raiz foi representado por uma curva quadrática, cujo coeficiente de determinação igual a 0,53. Verifica-se que ocorreu redução do comprimento máximo da raiz com a utilização do produto.

As curvas de tendência de massa seca da parte aérea e massa seca total da plântula de milho de acordo com a dose de NiCoMo foram representadas por curvas quadráticas, cujos coeficientes de determinação foram, respectivamente, 0,62 e 0,53.

A partir da dose de máxima resposta, a matéria seca da raiz decresce, alcançando na dose quatro vezes maior do que à recomendada pelo fabricante (180 g ha^{-1}) valores menores ao obtido na dose zero.

Comparando com utilização de Fortseed Dry Ni (NiCoMo), com reuso da solução (Figura 7 A e B), constatou-se melhor resposta ao não reutilizar a solução do fertilizante mineral (Figura 8 A e B).

O diagrama de dispersão e as curvas de tendência de comprimento máximo da raiz, massa seca da raiz, massa seca da parte aérea e massa seca total da plântula de milho mostraram que não ocorreram respostas positivas com o emprego do fertilizante mineral Fortseed Dry Ni (NiCoMo).

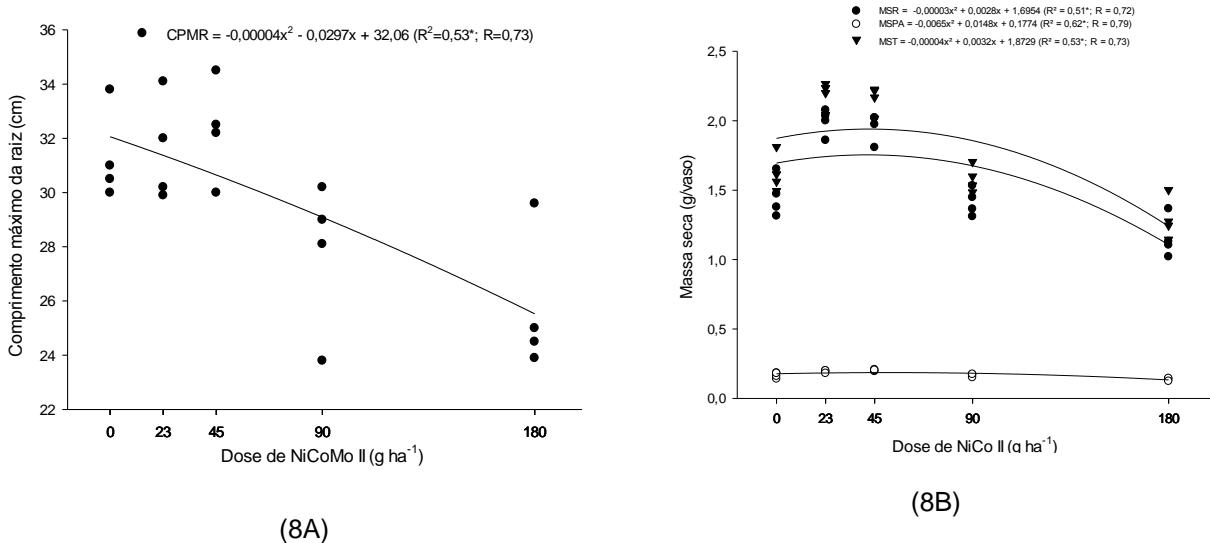


Figura 8 – Diagrama de dispersão e as curvas de tendência de comprimento máximo da raiz (8A); massa seca da raiz - MSR, massa seca da parte aérea - MSPA e massa seca total – MST (8B) da plântula de milho em função da dose de Fortseed Dry Ni (NiCoMo) sem reuso da solução.

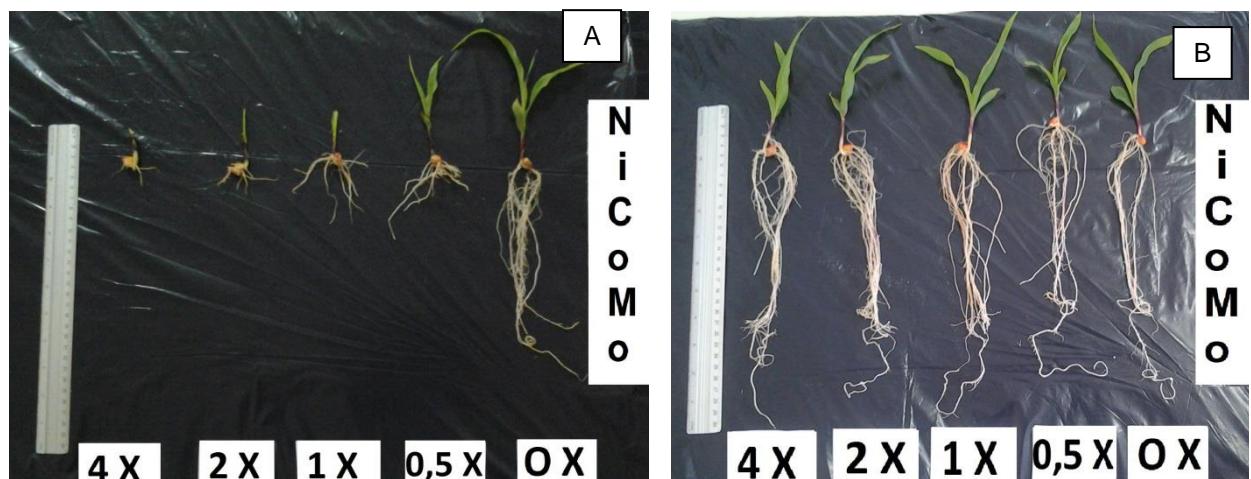


Figura 9 – Plântula de milho em amostras dos cinco tratamentos com aplicação do produto Fortseed Dry Ni (NiCoMo), com reuso da solução (9A); sem reuso da solução (9B).

O Fortseed Dry Ni é um fertilizante mineral cuja formulação contém: 3% de níquel; 2% de cobalto e 23% de molibdênio. A toxidez de níquel se expressa se a concentração na matéria seca das plantas for maior que 50 mg kg^{-1} , com exceção das espécies acumuladoras e hiperacumuladoras (ADRIANO, 1986).

O etileno é um fitohormônio, produzido por todas as partes das plantas superiores, que exerce efeitos no crescimento, desenvolvimento e vida de armazenamento dos frutos. Na germinação, há aumento na taxa de produção de etileno durante a protrusão da radícula e o desenvolvimento da plântula (COLLI e PURGATO, 2012). O níquel em excesso na planta pode reduzir a síntese de etileno, portanto afetar o crescimento da planta.

A função atribuída ao cobalto é a inibição da enzima ácido 1-aminociclopropano 1-carboxílico oxidase (AAC oxidase), precursora da síntese de etileno. Embora o etileno induza a germinação de várias espécies devido à inibição do ABA, a síntese demasiada deste hormônio reduz a germinação e o crescimento de plântulas, pelo aumento na produção de espécies reativas de oxigênio, que causam efeitos deletérios às sementes e plântulas (TAIZ; e ZEIGER, 2010). Segundo Marschner (2012), os melhores resultados do cobalto ocorrem com a combinação do tratamento de sementes com a aplicação foliar.

4.7. Improver – Com reuso da solução

O diagrama de dispersão e as curvas de tendência de comprimento máximo da raiz, massa seca da raiz, massa seca da parte aérea e massa seca total de milho varia conforme a dose do fertilizante organomineral Improver, mostrado na Figura 10.

Na Figura 10A observa-se que em relação ao comprimento máximo da raiz, o ponto de máximo estimado encontra-se na dose 96,6 mL ha⁻¹ de Improver, com 31,52 cm, caracterizando um incremento de 6,3% acima da dose zero. Verifica-se, que a partir da dose 240 mL ha⁻¹ de Improver não houve efeito positivo no comprimento máximo da raiz, caracterizando um decréscimo de 66,7% no comprimento máximo da raiz até a dose 480 mL ha⁻¹ em relação ao ponto de máximo.

Para matéria seca da parte aérea, da raiz e total (Figura 10B), as curvas de tendência foram de grau dois e os coeficientes de determinação foram, respectivamente, 0,52; 0,50 e 0,57. Para as três variáveis resposta houve redução com a aplicação do produto Improver.

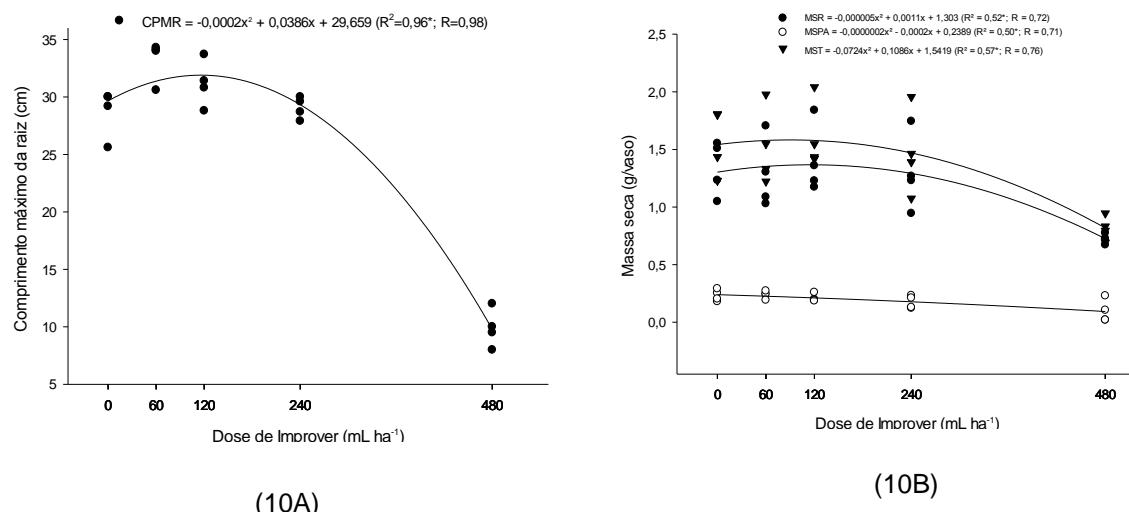


Figura 10 – Diagrama de dispersão e as curvas de tendência de comprimento máximo da raiz (10A), massa seca da raiz - MSR, massa seca da parte aérea - MSPA e massa seca total - MST (10C) da plântula de milho em função da dose de Improver, com reuso da solução.



Figura 11 – Plântulas de milho em amostras dos cinco tratamentos com aplicação do produto Improver, com reuso da solução.

O produto comercial Improver é um fertilizante organomineral que apresenta na composição 2,0 % de molibdênio e extrato de algas (*A. nodosum*). O tratamento de sementes com *A. nodosum* promove o desenvolvimento radicular no milho, contudo doses muito elevadas podem ser fitotóxicas, devido as altas concentrações de auxinas que impedem o crescimento radicular (CARVALHO, 2013). O maior desenvolvimento radicular em mudas de eucalipto foi obtido por Losi (2010) nas doses mais elevadas de *A. nodosum* nos substratos.

Após tratamento de sementes de soja com estrato de *A. nodosum* também foram notadas elevadas taxas de crescimento radicular e acréscimo em altura de plantas, massa seca de vagens e grãos e número de vagens (CARVALHO, 2013).

Losi (2010) verificou que, dependendo do substrato e da dose de algas *A. nodosum*, ocorreu aumento da massa seca do sistema radicular de clone de eucalipto.

Trabalhando com sementes de feijão em solução contendo extrato de *A. nodosum*, Carvalho (2013) obteve aumento no vigor das sementes e na emergência das plântulas, assim como incremento no estande de plantas em condição de campo.

4.8. - Awaken – Com reuso da solução

Na Figura 12 são representados o diagrama de dispersão e as curvas de tendência de comprimento máximo da raiz, massa seca da raiz, massa seca da parte aérea e massa seca total da plântula de milho conforme variam as doses do fertilizante mineral Awaken, com reuso da solução.

O comportamento do comprimento máximo da raiz segundo as doses de Awaken foi representado por uma curva de segundo grau ($R^2 = 0,98$). O comprimento máximo da raiz da plântula de milho foi alcançado com a dose 93,5 mL ha⁻¹, atingindo um valor de 32,1cm, correspondente a um aumento de 2,8% relativamente à dose zero. A partir da dose de máxima resposta, o comprimento máximo da raiz decresceu com o incremento da dose do produto.

As curvas de tendência de massa seca da raiz, massa seca da parte aérea e massa seca total da plântula de milho de acordo com a dose de Awaken foram representadas por curvas quadráticas, cujos coeficientes de determinação foram 0,72; 0,65 e 072. Para massa seca da parte aérea verifica-se que o ponto de máximo foi 0,325 g para a dose estimada de 250 mL ha⁻¹ de Awaken, representando um aumento de 62,5% em relação à dose zero.

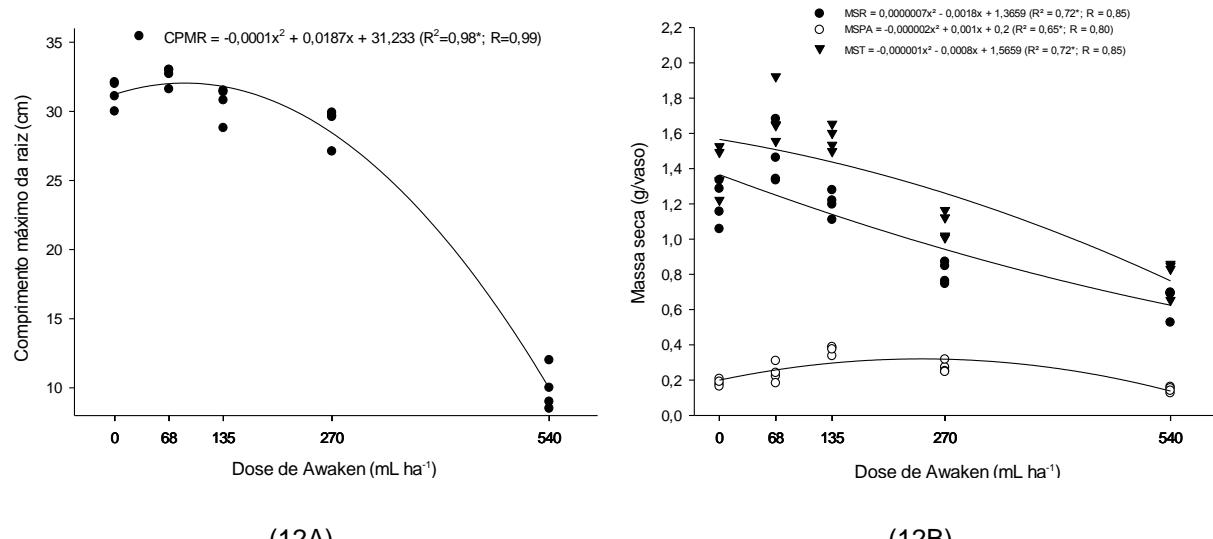


Figura 12 – Diagrama de dispersão e as curvas de tendência de comprimento máximo da raiz (12A), massa seca da raiz - MSR, massa seca da parte aérea - MSPA e massa seca total - MST (12B) da plântula de milho em função da dose de Awaken.



Figura 13 – Plântulas de milho em amostras dos cinco tratamentos com aplicação do produto Awaken, com reuso da solução.

Pelo gráfico apresentado (Figura 12), constata-se uma tendência de decréscimo na massa seca da parte aérea da plântula de milho a partir da dose duas vezes maior do que à recomendada pelo fabricante (135 mL ha^{-1}). Praticamente não houve resposta para a produção de massa seca raiz.

O produto, fertilizante mineral, Awaken apresenta na composição 16% de nitrogênio; 2% de K_2O ; 0,02% de boro; 0,15% de cobre; 0,15% de ferro; 0,15% de manganês; 0,0006% de molibdênio e 3,53% de zinco.

Altas concentrações de zinco no solo podem causar inibição no crescimento vegetal, danos em raízes, cloroses, e redução na taxa fotossintética e do conteúdo de clorofila nas folhas (LIN et al., 2005, BROADLEY et al., 2007, PAVLÍKOVA et al., 2008). O zinco apesar de ser um micronutriente essencial, pode afetar o crescimento e metabolismo de espécies vegetais, se presente em níveis excedentes no ambiente (MARSCHNER, 1995). Em algodão, Cavalcante et al. (2011) constataram leves sintomas de fito intoxicação até 21 dias após a aplicação, nas sementes tratadas apenas com Awaken, mas as plantas se recuperavam e não apresentavam mais sintomas.

A adição de Awaken no tratamento de semente de milho proporcionou acréscimo na produção de grãos de até 705 kg ha^{-1} (LEAL, 2008). Maior rendimento de grãos em milho tratado com Awaken em relação ao não tratado foi observado por Oliveira (2007), fato atribuído ao zinco contido na formulação que pode ter

contribuído para essa diferença, devido o teor de zinco foliar apresentar tendência de ser maior no milho tratado em relação ao não tratado.

4.9. Aca Plus – Com reuso da solução

O diagrama de dispersão e as curvas de tendência de comprimento máximo da raiz, massa seca da raiz, massa seca da parte aérea e massa seca total da plântula de milho varia conforme a dose do fertilizante mineral Aca Plus, conforme mostrado na Figura 14.

A curva de tendência de comprimento máximo da raiz conforme à dose do fertilizante mineral foi representada por uma equação quadrática. Observa-se que para comprimento máximo da raiz, o ponto de máximo estimado encontra-se na dose 86 mL ha^{-1} de Aca Plus, caracterizando um incremento de 2,8% relativamente à dose zero. As doses compreendidas entre 38 e 75 mL ha^{-1} do produto apresentam valores superiores em relação às doses duas e quatro vezes maiores do que à recomendada pelo fabricante (75 mL ha^{-1}) e à dose zero.

Para massa seca da raiz, massa seca da parte aérea e massa seca total da plântula de milho (Figura 9B) foram representadas por meio de curvas quadráticas, cujos coeficientes de determinação foram, respectivamente, 0,49; 0,58 e 0,52. Para massa seca da raiz verifica-se que o ponto de máximo foi 1,08 g de massa seca para a dose estimada de $94,5 \text{ mL ha}^{-1}$ de Aca Plus, representando um aumento de 7,8% em relação à dose zero. Pelo gráfico apresentado (Figura 14B), verifica-se tendência de decréscimos na massa seca de raiz da plântula de milho a partir da dose duas vezes maior do que à recomendada pelo fabricante (150 mL ha^{-1}) até a dose quatro vezes maior (300 mL ha^{-1}) do fertilizante mineral Aca Plus.

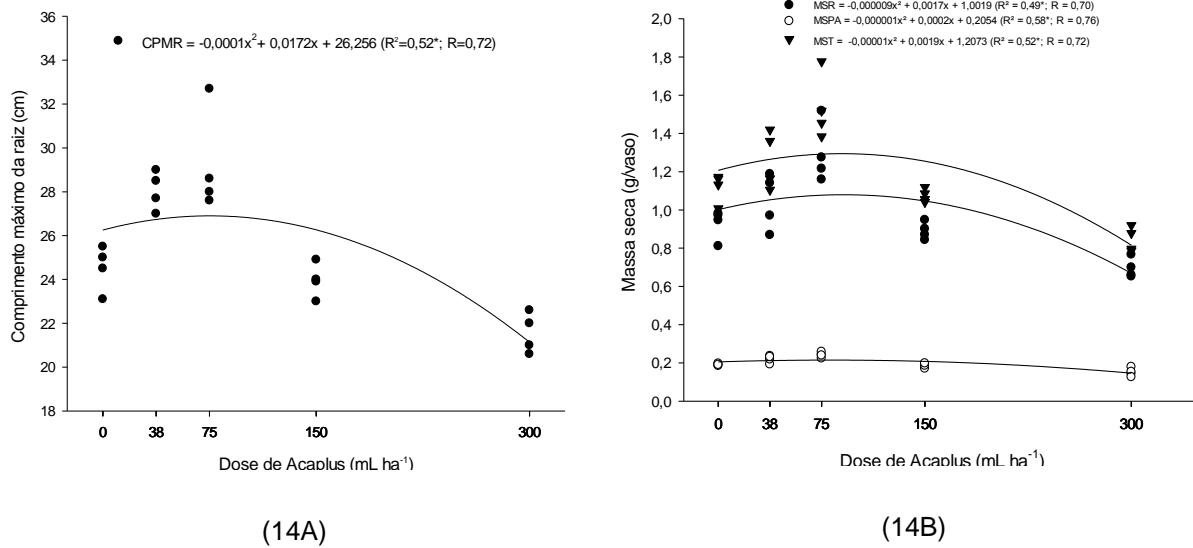


Figura 14 – Diagrama de dispersão e as curvas de tendência de comprimento máximo da raiz (14A); massa seca da raiz - MSR, massa seca da parte aérea - MSPA e massa seca total - MST (14B) da plântula de milho em função da dose de Aca Plus.



Figura 15 – Plântulas de milho em amostras dos cinco tratamentos com aplicação do produto Aca Plus, com reuso da solução.

O Aca Plus é um fertilizante mineral que contém a seguinte composição: 7% de nitrogênio e 8,5% de zinco.

As plantas podem sofrer a toxidez por amônio, se o nitrogênio na forma amoniacal é a fonte de nitrogênio (ZHANG e RENGEL, 1999, 2000, 2003). Mesmo as espécies tolerantes à nutrição com amônio podem apresentar sintomas de

toxidez, como resposta a uma alta dose de nitrogênio na forma amoniacal (BRITTO e KRONZUKER, 2002). Sintomas visuais geralmente incluem a redução da relação raiz e folha das plantas (BAUER e BERNTSON, 1999). Considerando-se que, plantas eventualmente possam metabolizar quantidades significativas de amônio (NH_4^+), liberadas pela fotorrespiração, sem exibir sinais de toxidez, a nutrição vegetal exclusivamente com nitrogênio amoniacal (NH_4^+), via sistema radicular, pode afetar negativamente o metabolismo das plantas em comparação com plantas com nutrição nitrogenada exclusivamente com nitrato (NO_3^-) ou com a combinação de nitrogênio na forma amoniacal e nítrica (SOUZA e FERNANDES, 2006).

Taiz e Zeiger (2004) citam que, em comparação com o nitrato, o aumento do fornecimento de amônio pode atingir níveis tóxicos, tanto para as plantas quanto para animais. Plantas nutridas com amônio (NH_4^+) apresentam menor área foliar (WALCH-LIU et al., 2000) e menor índice de área foliar (GUO, 2001) em comparação às plantas em que a nutrição nitrogenada foi realizada com nitrato (NO_3^-). Este efeito desfavorável pode ser atribuído à regulação hormonal entre as raízes e parte aérea das plantas (WALCH-LIU et al., 2000). Clorose, necrose e até a morte das plantas são considerados sintomas de toxicidade por amônio (NH_4^+). A ocorrência desses sintomas depende da concentração de amônio (NH_4^+) nos tecidos, da relação $\text{NH}_4^+ / \text{NO}_3^-$ e da concentração de outros nutrientes nas plantas. Além disso, como a assimilação de amônio (NH_4^+) ocorre basicamente nas raízes e requer grandes quantidades de carboidratos, plantas nutridas exclusivamente com nitrogênio na forma amoniacal, manifestam redução na taxa de crescimento das raízes (SOUZA e FERNANDES, 2006).

Maior rendimento de grãos de soja foi observado por Oliveira (2007) na semente tratada com Aca Plus, ocorrência atribuída ao melhor pegamento das flores, do que a outros fatores que poderiam influenciar o rendimento de grãos, como o peso de grão e número de plantas que foram semelhantes.

5 CONCLUSÕES

Os fertilizantes organominerais Orgamon e Improver aplicados em sementes apresentam efeito positivo sobre comprimento máximo de raiz e massa seca da raiz, parte aérea e total da plântula de milho.

O regulador de crescimento Stimulate aplicado em sementes com reuso da solução mostra ação benéfica sobre o desenvolvimento inicial das plantas de milho.

Os produtos Orgamon e Stimulate mostram melhor resposta com reuso da solução, enquanto o NiCoMo possui melhor resposta sem reuso.

Os fertilizantes minerais NiCoMo, Awaken e Acaplus aplicados em sementes têm efeito inexpressivo sobre o desempenho inicial das plantas de milho.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADRIANO, D.C. **Trace elements in the terrestrial environmental.** New York: Springer- Verlag, 1986. 533p.
- AGROLATINO. **Orgamon.** Disponível em: < <http://agrolatino.com.br/> >. Acesso em: 22/08/2013.
- ANDREOTTI, M., SOUZA, E. C. A. de and CRUSCIOL, C. A. C. **Componentes morfológicos e produção de matéria seca de milho em função da aplicação de calcário e zinco.** Sci. agric., Jun 2001, vol.58, no.2, p.321-327.
- ALBUQUERQUE, R. C. Efeitos do bioestimulante Stimulate® em sementes pré embebidas de mamona (*Ricinus communis L.*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA. Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: Embrapa/Algodão, 2004.
- ANASAC. **Agrícola nacional S.A.C.** 2006. Disponível em:< <http://www.anasac.cl>>. Acesso em: 10/04/2014
- ARTECA, R. D. **Plant growth substances: principles and applications.** New York: Chapman & Hall, 1996. 332p.
- BAUDET, L.; PESKE, S.T. **A logística do tratamento de sementes.** Revista Seed news, n.1, ano X, 2006.
- BAUER, G.A.; BERNTSON, G.M. Ammonium and nitrate acquisition by plants in response to elevated CO₂ concentration. In: The roles of root physiology and architecture. **Tree Physiology.** Heron Publishing, Canada, v.21, p.137- 144, 1999.
- BENITES, V.M.; POLIDORO, J.C.; MENEZES, C.C.; BETTA, M. **Aplicação foliar de fertilizante organo mineral e solução de ácido húmico em soja sob plantio direto.** Rio de Janeiro: Embrapa, 2006. 6p. (Circular Técnica, 35).
- BRASIL. Ministério de Agricultura e da Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes.** Brasília, 2009. 365p.
- BRITTO, D.T.; KRONZUCKER, H.J. NH₄⁺ toxicity in higher plants, a critical review. **Journal of Plant Physiology**, Toronto, Canada, v.159, p.567–584, 2002.
- BROADLEY, M. R. et al. Zinc in plants. **New Phytologist**, v.173, p. 677–702, 2007.
- BUSATO, J.G.; ZANDONADI, D.B.; DOBBSS, L.B. et al. Humic substances isolated from residues of sugar cane industry as root growth promoter. **Scientia Agrícola**, v. 67, n. 2, p. 206-212, 2010.

CAVALCANTE, N. R.; BEN, R.; MENDES, K. F.; Ana Karollyna Alves de MATOS; K. A. de. Avaliação de fitointoxicação de clomazone em algodoeiro após tratamento de sementes com Awaken e Permit. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 7., 2011, Cáceres. **Anais ...**

CAMPO, R.J.; LANTMANN, A.F. Efeitos de micronutrientes na fixação biológica do nitrogênio e produtividade da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.8, p.1245- 1253, 1998.

CANELAS, L.P.; FAÇANHA, A.R. Chemical nature humified fractions and their bioactivity. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 3, p. 233-240, 2004.

CARVALHO, M.E.A.de. **Efeitos do extrato de *Ascophyllum nodosum* sobre o desenvolvimento e produção de cultivos.** 2013. 69f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2013,

CASILLAS, V. J. C.; LONDOÑO, I. J.; GUERRERO, A. H.; BUITRAGO, G. L. A. Análisis cuantitativo de la aplicación de cuatro bioestimulants en el cultivo Del rabano (*Raphanus sativus* L.). **Acta Agronómica**, Palmira, v.36, n.2, p.185-195,1986.

CASTRO, P.R.C.; VIEIRA, E.L. **Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical.** Guaíba: Agropecuária, 2001. 132p.

CASTRO, P. R. C. **Novos agroquímicos controle hormonal e outros fitoquímicos.** 2010. Disponível em: <http://www.agroanalysis.com.br/especiais_detalhe.php?idEspecial=64&ordem=10>. Acesso em: 26/10/2013.

CHEN, Y.; CLAPP, C.E.; MAGEN, H. Mechanisms of plant growth stimulation by humic substances: The role of organo-iron complexes. **Soil Science and Plant Nutrition**, v. 50, n.7, p. 1089-1095, 2004.

COLLI, S.; PURGATO, E. Etileno. In: KERBAY, G. B. **Fisiologia vegetal.** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2012. p.271-295.

CONAB. **Acompanhamento de safra brasileira:** grãos, décimo primeiro levantamento, agosto 2013. Brasília, 2013. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_08_09_10_43_44_boletim_portugues_agosto_2013_port.pdf>. Acesso em: 19/04/2014.

CRAIGIE, J.S. Seaweed extract stimuli in plant science and agriculture. **Journal of Applied Phycology**, Dordrecht, v.23, p.371-393, 2011.

DEMIR, N.; DURAL, B.; YILDIRIM, K. Effect of seaweed suspensions on seed germination of tomato, pepper and aubergine. **Journal of Biological Sciences**, New York, v.6, p. 1130-1133, 2006.

DIAS, M.A.N. **Tratamento de sementes de milho com zinco e cobre.** 2013. 60p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2013.

DIXIT, V. K. e KISHORE, N. Effect of humic and fulvic acid fraction of soil organic matter on seed germination. **Indian Journal Science Ind**, Haryana, India, v. 1. n. 1, p. 202-206, 1967.

DOURADO NETO, D.; DARIO, G.J.A.; VIEIRA JÚNIOR, P.A.; MANFRON, P.A.; MARTIN, T.N.; BONNECARRÉRE, R.A.G.; CRESPO, P.E.N. Aplicação e influência do fitorregulador no crescimento das plantas de milho. **Revista da FZVA**, v.11, p.1-9, 2004.

EMBRAPA. **Sistema de Produção de Milho e Sorgo.** Sete Lagoas, Minas gerais. Embrapa Milho e Sorgo, 2011.

EMBRAPA. **Tecnologias de Produção de Soja – Região Central do Brasil 2008.** Londrina, Paraná. Embrapa Soja, Embrapa Cerrados, Embrapa Agropecuária Oeste, 2008, 280p.

EYHERAGUIBEL, B.; SILVESTRE, J.; MORARD, P. Effects of humic substances derived from organic waste enhancement on the growth and mineral nutrition of maize. **Bioresource Techonology**, v.99, p.4206 – 4212, 2008.

FAÇANHA A. R.; FAÇANHA, A. L. O.; OLIVARES, F. L.; GURIDI, F.; SANTOS, G. A.; VELLOSO, A. C. X.; RUMJANEK, V. M.; BRASIL, F.; SCHRIIPSEMA, J.; BRAZ-FILHO, R.; OLIVEIRA, M. A.; CANELLAS, L. P. Bioatividade de ácidos húmicos: efeitos sobre o desenvolvimento radicular e sobre a bomba de prótons da membrana plasmática. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 9, p. 1301-1310, 2002.

FAVARIN, J. L.; MARINI, J. P. Importância dos micronutrientes para a produção de grãos. Rio de Janeiro, 2000. Disponível em: <<http://www.snaagricultura.or.br/artigo/artitec-micronutrientes.htm>>. Acessado em: 10.out.2013.

FLOSS, E. L.; FLOSS, L. G. Fertilizantes orgânicos minerais de última geração: funções fisiológicas e uso na agricultura. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, RS, edição 100, julho/agosto de 2007. Aldeia Norte Editora.

FORTGREEN. **Awaken**, 2013. Disponível em: <<http://www.fortgreen.com.br/produto/9-AWAKEN.html>>. Acesso em: 04/02/2014.

FURLAN, S.H. **Importância do tratamento de sementes no manejo de *Sclerotinia sclerotiorum*.** Informativo ABRATES, vol. 20, n.3, p.58-60, 2010.

GOËMAR, 2006. **Laboratório do mar.** Disponível em www.goemar.com

GUO, S. The effects of N form (ammonium versus nitrate) on growth, photosynthesis and water uptake of *Phaseolus vulgaris* L. Plants. PhD Thesis, Christian-Albrechts-Universität, Kiel, 2001.

HARTZ, T.; BOTTOMS, T. Humic substances generally ineffective in improving vegetable crop nutrient uptake or productivity. **Hort Science**, v. 45, n. 6, p. 906-910, 2010.

HERNANDO FERNANDES, V. The action of humic acid of different sources on the development of plants and their effect on increasing concentration of nutrient solution. In: **Study week on organic matter and soil fertility**. 1968. New York, USA: Wiley Interscience. 1968. p. 805-856.

HIGASHI, E.N.; SILVEIRA, R.L.V.A.; GOUVÊA, C.F.; BASSO, L.H. Ação fisiológica de hormônios vegetais na condição hídrica, metabolismo e nutrição mineral. In: CASTRO, P.R.C.; SENA, J.O.A.; KLUGER, R.A.. **Introdução à fisiologia do desenvolvimento vegetal**. Maringá: Eduem, 2002. Cap. 9, p.139-158.

INSTITUTO MATOGROSSENSE DE ECONOMIA AGROPECUÁRIA – IMEA. **Milho perde área em Mato Grosso na safra 2013/2014**. 2014. Disponível em: <www.imea.com.br>. Acesso em: 19/04/2014

INSTITUTO MATOGROSSENSE DE ECONOMIA AGROPECUÁRIA – IMEA. **Principais indicadores de produção de Mato Grosso**. 2012. Disponível em: <www.imea.com.br>. Acesso em: 19/04/2014

JAYARAMAN, J.; NORRIE, J.; PUNJA, Z.K. Commercial extract from the brown seaweed *Ascophyllum nodosum* reduces fungal diseases in greenhouse cucumber. **Journal of Applied Phycology**, Dordrecht, v.23, p.353-361, 2011.

JUNGLAUS, R.W. **Aplicação de bioestimulante vegetal sobre o desenvolvimento de pepineiro (*Cucumis sativus*) enxertado e não enxertado**. 2007. 65p. Dissertação (Mestrado)-Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, 2007.

JUNIOR, A. O. et al. **Soja**. p. 05-42. In PROCHNOW, L. I. et al. (eds). Boas práticas para uso eficiente de fertilizantes. Vol. 3. Piracicaba: IPNI – Brasil, 2010. 467 p.

KHAN, W.; RAYIRATH, UP.; SUBRAMANIAN, S.; JITHESH, M.N.; RAYORATH, P.; HODGES, D.M.; CRITCHLEY, A.T.; CRAIGIE, J.S.; NORRIE, J.; PRITHIVIRAJ, B. Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development. **Journal of Plant Growth Regulation**, Secaucus, v. 28, p.386-399, 2009.

KIKUTI, A. L. P.; OLIVEIRA, J. A.; MEDEIROS FILHO, S.; FRAGA, A. C. Armazenamento e qualidade fisiológica de sementes de algodão submetidas ao condicionamento osmótico. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.26, n.2, p.439-443, 2002.

KUMAR G.; SAHOO, D. Effect of seaweed liquid extract on growth and yield of *Triticum aestivum* var. Pusa Gold. **Journal of Applied Phycology**, Dordrecht, v.23, p.251-255, 2011.

LEAL, A. J. F. Efeito da adição de estimulantes ao tratamento de semente do Milho. **Fundação de Apoio à Pesquisa Agropecuária de Chapadão**. Chapadão do Sul, MARÇO, 2008, p. 1- 3.

LIN, C.; CHANG, H.; HUANG, H. Zinc induces mitogen-activated protein kinase activation mediated by reactive oxygen species in rice roots. **Plant Physiology and Biochemistry**, v.43, p. 963–968, 2005.

LOSI, L. C. **Uso de *Ascophyllum nodosum* para o enraizamento de microestacas de eucalipto**. 2010. 76f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciência Agronômicas de Botucatu, 2010.

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

MALAVOLTA, E.; MORAES, M. Nickel – from toxic to essential nutrient. **Better crops**, Norcross, v. 91, n. 3, p.26-27, 2007.

MANCUSO, S.; AZZARELLO, E.; MUGNAI, S.; BRISND, X. Marine bioactive substances (IPA extract) improve foliar ion uptake and water stress tolerance in potted *Vitis vinifera* plants. **Advances in Horticultural Science**, Florence, v.20, p.156-161, 2006.

MARCONDES, J. A. P.; CAIRES, E. F. Aplicação de Molibdênio e Cobalto na semente para cultivo da soja. **Bragantia**, v.64, n.4, p.687-694, 2005.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2. ed. San Diego: Academic, 1995. 902 p.

MARSCHNER, P. **Marschner's mineral nutrition of higher plants**. 3rd ed. New York, Academic Press, 2012, 651p.

MENGEL, K.; KIRKBY, E.A. **Principles of plant nutrition**. 5 ed. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2001. 849p.

MENTEN, J.O.; MORAES, M.H.D. **Tratamento de sementes**: histórico, tipos, características e benefícios. Informativo ABRATES, v. 20, n.3, p.52-53, 2010.

MERCIER, H. Auxinas. In: KERBAY, G. B. **Fisiologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2012, p.182-211.

MESCHEDE, D. K.; BRACCINI, A. L.; BRACCINI, M. C. L.; SCAPIM, C. A.; SCHUAB,

S. R. P. Rendimento, teor de proteínas nas sementes e características agronômicas das plantas de soja em resposta à adubação foliar e ao tratamento de sementes

com Molibdênio e Cobalto. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 26, n. 2, p. 139-145, 2004.

MIRANDA, R.A.de; GARCIA, J. C.; CRUZ, J. C. Pensando Grande. **A Granja**, n763, ano 68, p. 32-34, julho, 2012.

MÓGOR, A.F. Bioestimulantes: Uma força ao desenvolvimento da planta. **A Granja**, 2011, n. 5. Disponível em: <<http://www.edcentaurus.com.br/materias/granja.php?id=3641>>. Acesso em: 20/04/2014.

MORAES, M.F. **Micronutrientes e metais pesados tóxicos: do fertilizante ao produto agrícola**. Tese de doutorado do Programa de Pós-graduação em Ciências Agrárias, Centro de Energia Nuclear na Agricultura e Ambiente da Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009. 108f.

NUNES, J.C.S. **Tratamento de sementes profissional – equipamentos e processos**. Informativo ABRATES, vol. 20, n.3, p.57, 2010.

OLIVEIRA, E. F. de. **Resposta do Milho ao Awaken e da Soja ao Acaplus aplicados via sementes**. Relatório de pesquisa, Coodecetec – Cooperativa Central de Pesquisa Agrícola, Cascavel, Pr., 2007.

ONO, E. O.; RODRIGUES, J.D.; SANTOS, S.O. Efeito de fitorreguladores sobre o desenvolvimento de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) cv Carioca. **Revista Biociência**, Taubaté, v.5, n.1, p.7-13, 1999.

PAVLÍKOVÁ , D. et al. The effect of potentially toxic elements and sewage sludge on the activity of regulatory enzyme glutamate kinase. **Plant Soil Environmental**, v.53, p. 201–206, 2008.

PIMENTEL-GOMES, F.; GARCIA, C.H. **Estatística aplicada a experimentos agronômicos e florestais**: exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos. Piracicaba: Fealq, 2002. 309p.

PRADA NETO, I.; ULLMANN, B.; PERREIRA, L.R.; SCUDELER, F.; VITAL, M.; FRANCO, G.; IOSSI, M.F. Efeitos de bioestimulantes, aplicados via semente, na cultura do milho (*Zea mays* L.). **XXVIII Congresso Nacional de Milho e Sorgo**, 2010, Goiânia. Associação Brasileira de Milho e Sorgo.

PRODUQUÍMICA. **Improver**. Disponível em:<http://www.produquimica.com.br/divisao_agro_vegetal_improver.aspx>. Acesso em: 04/02/2014.

RAYORATH, P.; KHAN, W.; PALANISAMY, R.; MACKINNON, S. L.; STEFANOVA, R.; HANKINS, S. D.; CRITCHLEY, A. T.; PRITHIVIRAJ, B. Extracts of the brown seaweed *Ascophyllum nodosum* induce gibberellic acid (GA3)-independent amylase activity in barley. **Journal of Plant Growth Regulation**, Secaucus, v.27, p.370-379, 2008.

RAUTHAN, B.S., SCHNITZER, M. Effects of a soil fulvic acid on the growth and nutrient content of cucumber (*Cucumis sativus*) plants. **Plant and Soil**, v. 63, p. 491-495, 1981.

RIMA, J.A.; MARTIM, S.A.; DOBBSS, L.B. et al. Adição de ácido cítrico potencializa a ação de ácidos húmicos e altera o perfil protéico da membrana plasmática em raízes de milho. **Ciência Rural**, v. 41, n. 4, p. 614-620, 2011.

RODRIGUES, J.D. **Biorreguladores, aminoácidos e extratos de algas**: verdades e mitos. UNESP, Informações Agronômicas, n. 122, 2008. p. 15-16. (dissertação Tânia).

RODRIGUES, J.D.; DOMINGUES, M.C.S.; MOREIRA, R.C. Incrementos de produtividade na cultura da soja (*Glycine max L. Merrill*) cv. IAC-18 com a aplicação do biorregulador Stimulate. In: REUNIÓN LATINOAMERICANA DE FISIOLOGÍA VEGETAL, 11., 2002, Punta del Este. **Actas...** Punta del Este: Sociedade Latinoamericana de Fisiología Vegetal, 2002. p.124-124.

SANTOS, C.R.S.dos. **Stimulate® na germinação de sementes, vigor de plântulas e, no crescimento inicial de soja, em condições de rizotron**. 2009. 44f. Dissertação (Mestrado) – Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2009.

SANTOS, C. M.; VIEIRA, E. L. **Efeito de bioestimulante na germinação de sementes, vigor de plântulas e crescimento inicial do algodoeiro**. Magistra, Cruz das Almas, v. 17, n. 3, p. 124-130, 2005.

SARTO, M. D.; BOLONHEZI, A. C.; TEIXEIRA, E. B.; SCHMITZ, G. A.; GODOY, I. L.; SOUZA, W. C. R. **Ácidos húmicos e fúlvicos aplicados no sulco de plantio de variedades de cana-de-açúcar em solo de cerrado**. 2009. Disponível em: <http://prope.unesp.br/xxi_cic/27_08860359619.pdf>. Acesso em: 27 de abr. 2014.

SILVA, L.C.F.da.; MANIERO, J.C.C.; STOLF, R.; PIEDADE, S.M.S. **Agricultura bioestimulada** (2012). Disponível em: <www.revistacultivar.com.br>. Acesso em: 20 de abr. 2014.

SILVA, T.T.A.; PINHO, É.V.R.V.; CARDOSO, D.L.; FERREIRA, C.A.; ALVIN, P.O.; Qualidade fisiológica de sementes de milho na presença de bioestimulantes. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.3, p.840-846, maio/junho, 2008.

SILVA, R.M.; JABLONSKI, A.; SIEWERTDT, L.; SILVEIRA, P.J. Desenvolvimento das Raízes do Azevém Cultivado em Solução Nutritiva Completa, Adicionada de Substâncias Húmicas, sob Condições de Casa de Vegetação. **Revista brasileira de zootecnica**, Rio Grande do Sul, 2000.

SOUZA, S.R.; FERNANDES, M.S. IX – Nitrogênio. In: FERNANDES, M.S. (Ed.). **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p.215-252

STADNIK, M. J. Uso potencial de algas no controle de doenças de plantas. In: **VIII Reunião de controle biológico de fitopatógenos**, Cepec, Ilhéus, p.70-74. 2003.

STOLLER DO BRASIL Bioreguladores: Uma nova tecnologia para o aumento de produtividade em Trigo. 2011. Disponível em: <<http://www.stoller.com.br/stoller-do-brasil/publicacoes/2011/09/03/bioreguladores-uma-nova-tecnologia-para-o-aumento-de-produtividade-em-trigo>>. Acesso: em 20 abr. 2014.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 720p.

VIEIRA, E. L. **Ação de bioestimulantes na germinação de sementes, vigor de plântulas, crescimento radicular e produtividade de soja (*Glycine Max (L.) Merrill*), feijoeiro (*Phaseolus vulgaris L.*) e arroz (*Oryza sativa L.*)**. ESALQ, 2001. 122p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2001.

VIEIRA, E. L.; CASTRO, P. R. C. **Ação de bioestimulante na cultura da soja (*Glycine max (L.) Merrill*)**, Cosmópolis: Stoller do Brasil, 2004. 47 p.

VIEIRA, E. L.; MONTEIRO, C. A. Hormônios vegetais. In: **Introdução à fisiologia vegetal**. Maringá: Eduem, 2002. p.79-104.

WALCH-LIU, P; NEUMANN, G.; BANGERTH, F.; ENGELS, C. Neumann G, Bangerth F, Engels C. Rapid effects of nitrogen form on leaf morphogenesis in tobacco. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, UK, v.51, p.227-237, 2000.

ZHANG, X.; REVIN, E.H. Impact of seaweed extract-based cytokinins and zeatin riboside on creeping bentgrass heat tolerance. **Crop Science**, Madison, v.48, p.364-370, 2008.

ZHANG, X-K; RENGEL, Z. Gradients of pH and ammonium and phosphorus concentration between the banded fertilizer and wheat roots. **Australian Journal of Agricultural Research**, CSIRO Publishing, Australia, v.50, p.365–373, 1999.

ZHANG, X-K; RENGEL, Z. Role of soil pH, Ca supply and banded P fertilizers in modulating ammonia toxicity to wheat. **Australian Journal of Agricultural Research**, Australia : CSIRO Publishing, v.51, p.691–699, 2000.

ZHANG, X-K; RENGEL, Z. Soil solution composition in association with the toxicity of banded di-ammonium phosphate to wheat and amelioration by CaCO₃. **Australian Journal of Agricultural Research**, Australia: CSIRO Publishing, v.54, p.183–191, 2003.