



CENTRO UNIVERSITÁRIO GOYAZES – UNIGOYAZES
CURSO DE ENGENHARIA AGRONÔMICA

**DOSES DE ENRAIZANTE NA DESENVOLVIMENTO INICIAL DE PLÂNTULAS DE
MILHO (Zea mays L.)**
**Efeito de diferentes concentrações de enraizante sobre o desenvolvimento
inicial de plântulas em condições controladas**

Gabriel Gonçalves Cruz

Orientador: Prof. Me. Marco Antonio Adorno Cardoso

Coorientador: Prof. Me. Leonardo Quirino de Oliveira

Trindade-GO

2026

CENTRO UNIVERSITÁRIO GOYAZES – UNIGOYAZES
CURSO DE ENGENHARIA AGRÔNOMICA

DOSES DE ENRAIZANTE NA DESENVOLVIMENTO INICIAL DE PLÂNTULAS DE MILHO
(Zea mays L.)
Efeito de diferentes concentrações de enraizante sobre o desenvolvimento
inicial de plântulas em condições controladas

Gabriel Gonçalves Cruz

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Centro Universitário
Goyazes – UniGoyazes como requisito
para obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Agrônômica

Orientador: Prof. Me. Marco Antonio Adorno Cardoso
Coorientador: Prof. Me. Leonardo Quirino de Oliveira

Trindade – GO

2026

Gabriel Gonçalves Cruz

**DOSES DE ENRAIZANTE NA DESENVOLVIMENTO INICIAL DE PLÂNTULAS DE MILHO
(Zea mays L.)**

**Efeito de diferentes concentrações de enraizante sobre o desenvolvimento inicial de
plântulas em condições controladas**

**Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Centro Universitário
Goyazes – UniGoyazes como requisito
parcial à obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Agrônômica, aprovada pela
seguinte banca examinadora:**

Prof. Orientador Me. Marco Antonio Adorno Cardoso
CENTRO UNIVERSITÁRIO GOYAZES – UNIGOYAZES

Prof. Me. Lucas Roberto de Carvalho
CENTRO UNIVERSITÁRIO GOYAZES – UNIGOYAZES

Prof. Me. Kamilla Rasmussem Mendonça
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS – UEG

Trindade - GO

12/06/2026

DOSES DE ENRAIZANTE NA DESENVOLVIMENTO INICIAL DE PLÂNTULAS DE MILHO (*Zea mays* L.)

Gabriel Gonçalves Cruz¹; Marco Antônio Adorno Cardoso²

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo avaliar a desenvolvimento inicial de plântulas de milho (*Zea mays* L.) híbrido P3707VYH tratadas com o fertilizante Radimax+ (Sustainable Agro Solutions S.A.S.). O experimento foi conduzido em delineamento casualizado (DIC), composto por cinco tratamentos: T0, controle; T1, 5 mL kg de sementes; T2, 7,5 mL kg de sementes; T3, 10 mL kg de sementes; e T4, 15 mL kg de sementes, com quatro repetições, totalizando 20 unidades experimentais. O estudo foi realizado em condições semelhantes às encontradas em campo, utilizando recipientes contendo areia lavada como substrato e irrigação controlada. Foram avaliados desenvolvimento inicial, altura de plântulas e comprimento radicular aos 7, 14 e 21 dias após a semeadura. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o software Sisvar. Os resultados demonstraram que o fertilizante Radimax+ promoveu efeito positivo sobre o desenvolvimento inicial das sementes, destacando-se o tratamento T4, que apresentou 90% de imerção aos sete dias após a semeadura, enquanto o tratamento controle apresentou 55%. Entretanto, para altura de plântulas e comprimento radicular não foram observadas diferenças significativas entre tratamentos.

Palavras-chave: Bioestimulação; vigor de sementes; crescimento vegetal; estabelecimento inicial.

ROOTING STIMULANT DOSES ON THE INITIAL DEVELOPMENT OF MAIZE SEEDLINGS (*Zea mays* L.)

ABSTRACT

O presente estudo teve como objetivo avaliar a desenvolvimento inicial de plântulas de milho (*Zea mays* L.) híbrido P3707VYH tratadas com o fertilizante Radimax+ (Sustainable Agro Solutions S.A.S.). O experimento foi conduzido em delineamento casualizado (DIC), composto por cinco tratamentos: T0, controle; T1, 5 mL kg de sementes; T2, 7,5 mL kg de sementes; T3, 10 mL kg de sementes; e T4, 15 mL kg de sementes, com quatro repetições, totalizando 20 unidades experimentais. O estudo foi realizado em condições semelhantes às encontradas em campo, utilizando recipientes contendo areia lavada como substrato e irrigação controlada. Foram avaliados desenvolvimento inicial, altura de plântulas e comprimento radicular aos 7, 14 e 21 dias após a semeadura. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o software Sisvar. Os resultados demonstraram que o fertilizante Radimax+ promoveu efeito positivo sobre o desenvolvimento inicial das sementes, destacando-se o tratamento T4, que apresentou 90% de imerção aos sete dias após a semeadura, enquanto o tratamento controle apresentou 55%. Entretanto, para altura de plântulas e comprimento radicular não foram observadas diferenças significativas entre tratamentos.

Keywords: Biostimulation; seed vigor; plant growth; early establishment.

Dedico este trabalho, em primeiro lugar, a Deus Pai, seu filho Jesus e Nossa Senhora Aparecida, segundo à minha família, que sempre acreditou em mim, motivando-me a chegar onde cheguei , em especial ao Danilo, representante técnico da linha de produtos CODA.

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) pertence à família Poaceae e destaca-se como uma das culturas agrícolas de maior importância econômica no Brasil e no mundo, devido à sua ampla utilização na alimentação humana, animal e em diversos setores industriais. A cultura apresenta elevada adaptabilidade às diferentes condições edafoclimáticas, sendo cultivada em praticamente todas as regiões brasileiras (PIACESKI et al., 2019).

O elevado potencial produtivo do milho está diretamente relacionado à qualidade fisiológica das sementes e ao adequado estabelecimento inicial das plântulas no campo, evidenciando a necessidade de condições favoráveis para a formação do sistema radicular e desenvolvimento da parte aérea. O desenvolvimento adequado das raízes favorece maior absorção de água e nutrientes, refletindo diretamente no crescimento vegetal e no potencial produtivo da cultura (TAIZ et al., 2017; MARSCHNER, 2012).

Este trabalho colabora com estudos semelhantes que demonstram que o tratamento de sementes utilizando produtos contendo aminoácidos associados a micronutrientes pode proporcionar aumento do vigor inicial, maior uniformidade de emergência e estímulo ao desenvolvimento radicular em culturas agrícolas (CASTRO; VIEIRA, 2001; SILVA et al., 2020).

Dessa forma, a associação entre aminoácidos, fósforo e zinco no tratamento de sementes pode representar uma alternativa promissora para melhorar o desempenho fisiológico inicial do milho e favorecer o estabelecimento da cultura em condições de cultivo.

O presente estudo teve como objetivo avaliar os efeitos da aplicação de diferentes doses do fertilizante mineral Radimax+ no desenvolvimento inicial de plântulas de milho híbrido P3707VYH.

METODOLOGIA

O experimento foi conduzido em condições semelhantes às encontradas em campo, no município de Uruana, localizado no estado de Goiás. Durante o período experimental, a temperatura média observada foi de aproximadamente 29 °C. A região apresenta clima tropical sazonal do tipo Aw, conforme a classificação de

Köppen, caracterizado por verão chuvoso e inverno seco.

Foram utilizadas sementes de milho (*Zea mays* L.) híbrido P3707VYH, adquiridas no comércio local, apresentando padrão mínimo de imerção de 85%.

O produto avaliado foi o fertilizante mineral Radimax+ (Sustainable Agro Solutions – SAS), composto por aminoácidos, fósforo solúvel em água (10,8% de P_2O_5), zinco solúvel em água (0,42%), aminoácidos e micronutrientes relacionados ao desenvolvimento inicial e ao crescimento do sistema radicular das plantas.

Como substrato foi utilizada areia lavada, acondicionada em recipientes com capacidade para 1 kg, visando garantir uniformidade entre as unidades experimentais. A semeadura foi realizada manualmente, utilizando-se cinco sementes por recipiente, depositadas a aproximadamente 3 cm de profundidade.

- **Delineamento experimental**

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado (DIC), composto por cinco tratamentos e quatro repetições, totalizando 20 unidades experimentais.

Os tratamentos consistiram na aplicação de diferentes doses do fertilizante mineral Radimax+ diretamente nas sementes, conforme descrito na Tabela 1

Tabela 1 – Doses do fertilizante mineral Radimax+ aplicadas no tratamento de sementes.

Tratamento	Descrição	Dose (mL kg de sementes)
T0	Testemunha (sem aplicação)	0
T1	Radimax+	5,0
T2	Radimax+	7,5
T3	Radimax+	10,0
T4	Radimax+	15,0

Cada parcela experimental foi constituída por um recipiente contendo 1 kg de areia e cinco sementes. O período experimental foi de 21 dias, sendo realizadas avaliações aos 7, 14 e 21 dias após a semeadura (DAS).

- **Implantação e condução do experimento**

Não foi realizada adubação de plantio ou cobertura, uma vez que o objetivo do estudo foi avaliar exclusivamente o efeito do fertilizante mineral sobre o desenvolvimento inicial das plântulas, utilizando areia como substrato inerte.

Os recipientes foram distribuídos aleatoriamente na área experimental, visando minimizar possíveis interferências ambientais entre os tratamentos.

A aplicação do produto foi realizada diretamente nas sementes antes da semeadura, conforme as doses estabelecidas para cada tratamento. Após a aplicação, as sementes foram homogeneizadas manualmente para garantir distribuição uniforme e adequado recobrimento do produto.

A irrigação foi realizada de forma controlada durante todo o período experimental, visando manter condições adequadas de umidade para imersão e desenvolvimento das plântulas. Inicialmente foram aplicados 50 mL de água por recipiente, sendo posteriormente ajustado conforme a demanda hídrica das plantas para 100 mL, 150 mL e 200 mL ao longo do desenvolvimento experimental.

- **Variáveis avaliadas**

As avaliações foram realizadas aos 7, 14 e 21 DAS, sendo analisadas as seguintes variáveis:

- ✓ Desenvolvimento inicial (%);
- ✓ Altura de plântulas (cm);
- ✓ Comprimento radicular (cm).

O desenvolvimento inicial foi determinado com base na relação entre o número de sementes germinadas e o total de sementes semeadas por unidade experimental.

A altura das plântulas foi mensurada com auxílio de régua milimetrada, considerando a distância entre o colo da planta e o ápice foliar.

O comprimento radicular foi determinado ao final do experimento mediante a medição da raiz principal das plântulas.

- **Análise estatística**

Os dados obtidos para imersão, altura de plântulas e comprimento radicular foram submetidos à análise de variância (ANOVA). Quando observadas diferenças significativas, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de

probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software Sisvar (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS

Os dados obtidos indicaram que a aplicação do fertilizante mineral Radimax+ promoveu efeito positivo sobre o desenvolvimento inicial das sementes de milho, sendo observadas diferenças entre os tratamentos avaliados durante o período experimental.

Tabela 2 – Percentual médio de imerção (%) de sementes de milho submetidas a diferentes doses de Radimax+ aos 7, 14 e 21 dias após a semeadura.

Tratamento	7 dias	14 dias	21 dias
T0	55 c	70 b	70 b
T1	85 ab	90 a	90 a
T2	70 bc	80 ab	80 ab
T3	85 ab	90 a	90 a
T4	90 a	90 a	90 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$).

Na avaliação realizada aos 7 dias após a semeadura, observou-se que o tratamento T4 apresentou maior desenvolvimento inicial (90%), diferindo estatisticamente do tratamento controle (55%). Aos 14 e 21 dias após a semeadura, os tratamentos T1, T3 e T4 apresentaram os maiores percentuais de imerção em comparação ao tratamento controle conforme a tabela 2.

Em relação à altura das plântulas, foram observadas diferenças entre os tratamentos apenas aos 14 dias após a semeadura como se observa na tabela 3.

Tabela 3 – Altura média de plântulas (cm) submetidas a diferentes doses de Radimax+.

Tratamento	7 dias	14 dias	21 dias
T0	1,22 a	1,72 c	3,12 a
T1	1,58 a	3,02 a	3,28 a
T2	2,15 a	2,72 ab	3,47 a
T3	2,07 a	2,94 a	3,18 a
T4	2,07 a	2,94 a	3,33 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$).

Nas avaliações realizadas aos 7 e 21 dias após a semeadura não foram observadas diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos para altura das plântulas. Entretanto, aos 14 dias após a semeadura, os tratamentos T1 (3,02 cm), T3 (2,94 cm) e T4 (2,94 cm) apresentaram maiores médias em comparação ao tratamento controle conforme a tabela 3.

Quanto ao comprimento radicular, não foram observadas diferenças estatísticas significativas entre os tratamento conforme a tabela 4.

Tabela 4 – Comprimento radicular médio (cm) de plântulas de milho submetidas a diferentes doses de Radimax+.

Tratamento	Comprimento radicular
T0	16,50 a
T1	17,00 a
T2	15,75 a
T3	15,75 a
T4	16,25 a

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$).

Embora não tenham sido observadas diferenças estatísticas significativas para comprimento radicular, o tratamento T1 apresentou a maior média observada

conforme tabela 4 (17,00 cm).

Tabela 5 – Resumo da análise de variância (ANOVA).

Variável	F	p-valor	CV (%)	Significância
imerção 7 dias	5,533	0,0092	15,91	**
imerção 14 dias	3,429	0,0434	11,50	*
imerção 21 dias	3,429	0,0434	11,50	*
Altura 7 dias	2,735	0,0791	26,90	ns
Altura 14 dias	4,920	0,0140	18,25	*
Altura 21 dias	0,488	0,7448	11,83	ns
Comprimento radicular	0,464	0,7611	9,58	ns

** = significativo a 1% de probabilidade ($p \leq 0,01$); * = significativo a 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$); ns = não significativo.

A análise de variância evidenciou efeito significativo dos tratamentos para imerção nos três períodos avaliados, com maior significância observada aos 7 dias após a semeadura. Para altura de plântulas, o efeito significativo foi observado apenas aos 14 dias após a semeadura. Para comprimento radicular não foram verificadas diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos conforme tabela 5.

DISCUSSÃO

A aplicação do fertilizante mineral Radimax+ promoveu efeito positivo sobre o desenvolvimento inicial das sementes de milho, principalmente nas avaliações iniciais, evidenciando influência significativa sobre o estabelecimento das plântulas. O maior desenvolvimento inicial observado nos tratamentos contendo o produto pode estar

relacionado à presença de nutrientes e compostos bioativos envolvidos na ativação metabólica das sementes durante as etapas iniciais do processo germinativo.

O fósforo exerce papel fundamental nos processos de transferência de energia celular, atuando diretamente na síntese de ATP e no metabolismo energético, fatores essenciais durante a imersão e crescimento inicial das plantas (MALAVOLTA, 2006). Além disso, esse nutriente participa do desenvolvimento do sistema radicular, favorecendo maior exploração do substrato e maior eficiência na absorção de água e nutrientes.

O zinco também apresenta importância significativa no desenvolvimento vegetal, participando da ativação de enzimas e da síntese de hormônios vegetais, principalmente auxinas, que atuam diretamente no crescimento celular e desenvolvimento das plantas (MARSCHNER, 2012). Dessa forma, a associação desses componentes pode ter contribuído para a melhoria observada no processo germinativo.

Os aminoácidos presentes na composição do fertilizante mineral podem atuar como precursores metabólicos e agentes complexantes, favorecendo a absorção de nutrientes e reduzindo possíveis efeitos relacionados ao estresse durante o desenvolvimento inicial das plântulas (CALVO; NELSON; KLOEPPER, 2014). Estudos semelhantes demonstram que produtos contendo aminoácidos associados a micronutrientes podem promover aumento do vigor inicial e maior uniformidade na emergência das plantas (SILVA et al., 2020).

Em relação à altura das plântulas, observou-se resposta significativa apenas aos 14 dias após a semeadura, indicando que o efeito do produto pode apresentar maior influência em fases intermediárias do crescimento inicial. Esse comportamento pode estar relacionado ao período de maior demanda nutricional pelas plantas, fase em que ocorre intensificação dos processos fisiológicos e expansão celular.

Para o comprimento radicular não foram observadas diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos. Entretanto, a ausência de significância estatística não necessariamente indica ausência de resposta biológica. Em condições experimentais utilizando substratos inertes, como a areia lavada, a expressão das respostas relacionadas ao crescimento radicular pode ser reduzida, limitando diferenças entre tratamentos. Além disso, alguns efeitos podem tornar-se mais evidentes em estágios posteriores do desenvolvimento vegetal.

De modo geral, os resultados obtidos reforçam o potencial do tratamento de

sementes utilizando fertilizantes minerais associados a aminoácidos e micronutrientes como estratégia para melhorar o estabelecimento inicial da cultura do milho.

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos neste estudo indicam que o tratamento de sementes com o fertilizante mineral Radimax+ influenciou positivamente o desenvolvimento inicial de plântulas de milho (*Zea mays* L.). Entretanto, com base na análise estatística realizada, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos avaliados para a maioria das variáveis analisadas.

Embora algumas doses tenham apresentado valores numericamente superiores ao tratamento controle, esses incrementos não foram estatisticamente expressivos, indicando que o produto não promoveu ganhos consistentes sob as condições em que o experimento foi conduzido. Dessa forma, conclui-se que o uso do fertilizante mineral Radimax+ no tratamento de sementes de milho demonstrou potencial para favorecer o estabelecimento inicial das plântulas, porém são necessários estudos adicionais, em diferentes condições de cultivo e com maior número de repetições, para confirmar sua eficiência agrônômica e determinar a dose mais adequada para a cultura.

REFERÊNCIAS

CALVO, P.; NELSON, L.; KLOEPPER, J. W. Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant and Soil*, Dordrecht, v. 383, n. 1-2, p. 3–41, 2014.

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

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. *Acompanhamento da safra brasileira de grãos*. Brasília: CONAB, 2023. Disponível em: <https://www.conab.gov.br>. Acesso em: 24 maio 2026.

DU JARDIN, P. Plant biostimulants: definition, concept, main categories and regulation. *Scientia Horticulturae*, Amsterdam, v. 196, p. 3–14, 2020.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *Sistema de produção do milho*. Brasília: Embrapa Milho e Sorgo, 2022.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039–1042, 2011.

LOPES, A. S. *Manual de fertilidade do solo*. São Paulo: ANDA/POTAFOS, 1989.

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

MALAVOLTA, E. *Nutrição mineral e adubação de plantas cultivadas*. São Paulo: Agronômica Ceres, 2021.

MARSCHNER, P. *Marschner's mineral nutrition of higher plants*. 3. ed. London: Academic Press, 2012.

NOVAIS, R. F. et al. *Fertilidade do solo*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2019.

PIACESKI, M.; ALBRECHT, L. P.; ALBRECHT, A. J. P.; SILVA, A. F.; KRENCHINSKI, F. H. Cultura do milho: importância e perspectivas. *Revista de Ciências Agrárias*, Lisboa, v. 42, n. 1, p. 12–25, 2019.

PRADO, R. M. *Nutrição de plantas*. 2. ed. São Paulo: UNESP, 2020.

SHARMA, A.; SHAHZAD, B.; KUMAR, V. et al. Worldwide applications of biostimulants in agriculture. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, London, v. 101, n. 14, p. 5525–5537, 2021.

SILVA, A. R. et al. Bioestimulantes no tratamento de sementes e desenvolvimento inicial de plantas de milho. *Research, Society and Development*, Vargem Grande Paulista, v. 9, n. 7, p. 1–15, 2020.

SOUZA, L. C. F. et al. Fertilizantes minerais associados a micronutrientes no desempenho fisiológico de sementes de milho. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, Sete Lagoas, 2022.

SUSTAINABLE AGRO SOLUTIONS. *Radimax+: informações técnicas do produto*. Barcelona: Sustainable Agro Solutions, 2024. Disponível em: <https://www.sas-agro.com>. Acesso em: 24 maio 2026.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

YAKHIN, O. I.; LUBYANOV, A. A.; YAKHIN, I. A.; BROWN, P. H. Biostimulants in plant science: a global perspective. *Frontiers in Plant Science*, Lausanne, v. 10, p. 1467, 2019.