



INSTITUTO FEDERAL
Rondônia



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia



INSTITUTO FEDERAL
Rondônia
Campus Ariquemes

Ministério da Educação - Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia
Campus Ariquemes

**Avaliação dos microrganismos eficientes na germinação e vigor de
Milho**

Ariquemes - RO
2023



INSTITUTO FEDERAL
Rondônia



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia



INSTITUTO FEDERAL
Rondônia
Campus Ariquemes

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia

Campus Ariquemes

Amanda Neves Matias

Orientadora: Luciane da Cunha Codognoto

Coorientadores: Valéria Polese

Paulo Prates Júnior

Trabalho de conclusão de curso apresentado como parte das exigências do curso Bacharel em Agronomia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - *Campus Ariquemes*.

Ariquemes - RO
2023

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Gerador de Ficha Catalográfica do IFRO,
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Matias, Amanda Neves.

Avaliação dos microrganismos eficientes na germinação e vigor do milho
/ Amanda Neves Matias, Ariquemes-RO, 2023.
21 f. : il.

Orientador(a): Dr^a. Luciane da Cunha Codognoto.
Coorientador(a): Prof. Dr^a Valeria Polese.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Instituto
Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO,
Ariquemes-RO, 2023.

1. Microrganismos benéficos. 2. Inoculação. 3. Tratamento de sementes.
4. Zea mays. I. Codognoto, Luciane da Cunha (orient.). II. Polese, Valeria
(coorient.). III. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de
Rondônia - IFRO. IV. Título.

Bibliotecário(a) Responsável: Renilce Silva Morais, CRB-11/906 (Campus Ariquemes)



INSTITUTO FEDERAL
Rondônia



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia



INSTITUTO FEDERAL
Rondônia
Campus Ariquemes

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE RONDÔNIA
CAMPUS ARIQUEMES

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título do Trabalho: Avaliação dos microrganismos eficientes na germinação e vigor de milho

Acadêmico: Amanda Neves Matias

Orientador: Luciane da Cunha Codognoto

Conceito Atribuído: APROVADA

Documento assinado digitalmente
gov.br LUCIANE DA CUNHA CODOGNOTO
Data: 18/03/2024 13:38:41-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Orientador

Documento assinado digitalmente
gov.br ACACIO BEZERRA DE MIRA
Data: 01/03/2024 17:42:40-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Membro da Banca

Documento assinado digitalmente
gov.br VALERIA POLESE
Data: 02/03/2024 09:51:42-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Coorientador

Documento assinado digitalmente
gov.br THASSIANE TELLES CONDE
Data: 02/03/2024 09:16:16-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Membro da Banca

Data da Realização: 14/12/2023

AVALIAÇÃO DOS MICRORGANISMOS EFICIENTES NA GERMINAÇÃO E VIGOR DE MILHO

RESUMO

O milho possui uma grande importância para a agricultura brasileira, sendo constituinte para a alimentação humana e animal, além de importante matéria-prima para a indústria. A crescente população mundial tem impulsionado a busca por métodos alternativos de tratamento de sementes. Esses métodos visam melhorar a germinação das sementes, o desenvolvimento das culturas e aumentar a produtividade de forma sustentável. Deste modo, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de concentrações de microrganismos eficientes no tratamento de sementes, sobre a germinação e vigor do milho. Utilizou-se delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 6, com quatro repetições, totalizando 48 parcelas experimentais. O primeiro fator foi composto microrganismos eficientes (EM) comercial e nativo; e, o segundo fator, constituiu de concentrações dos produtos (10%, 30%, 50%, 80% e 100%) e controle. Os tratamentos e as concentrações 30, 50, 80 e 100% de EM caracterizaram médias superiores a 89% de emergência de sementes de milho. Os EM's caracterizaram efeito para índice de velocidade de emergência, em que o EM nativo evidenciou mais adaptado em condições de ambiente não controlado. O tratamento 30% de EM nativo obteve comprimentos aéreo e radicular superior ao tratamento testemunha, respectivamente, proporcional a 61,53 e 33,66%. Já para o EM comercial, 100% do produto apresentou máximo comprimentos aéreo e radicular, respectivamente, 5,02 e 12,43 cm. Para a matéria seca de plântula, as concentrações 10 e 100% do EM comercial caracterizou efeito significativo, no qual a concentração de 10%, evidenciou efeito promotor no vigor das plântulas de milho. Portanto, o emprego de EM comercial para o tratamento de sementes de milho pode ser uma alternativa viável, possibilitando resultados satisfatórios, sendo possível otimizar potencial produtivo do cultivo de milho, reduzindo despesas de aquisição do produto.

Palavras-chave: Microrganismos benéficos. Inoculação. Tratamento de sementes. *Zea mays*.

EVALUATION OF MICROORGANISMS EFFICIENT IN CORN GERMINATION AND VIGURITY

ABSTRACT

Corn is of great importance for Brazilian agriculture, being a constituent of human and animal food, as well as an important raw material for industry. The growing world population has driven the search for alternative seed treatment methods. These methods aim to improve seed germination, crop development and increase productivity in a sustainable way. Therefore, the present work aimed to evaluate the effect of concentrations of efficient microorganisms in seed treatment on corn germination and vigor. A completely randomized design was used in a 2 x 6, factorial scheme with four replications, totaling 48 experimental plots. The first factor was composed of commercial and native efficient microorganisms (EM); and, the second factor, consisted of product concentrations (10%, 30%, 50%, 80% and 100%) and control. The treatments and concentrations of 30, 50, 80 and 100% of ME characterized averages greater than 89% of corn seed emergence. The EM's characterized an effect on the emergence speed index, in which the native EM was more adapted in uncontrolled environmental conditions. The 30% native EM treatment obtained higher aerial and root lengths than the control treatment, respectively, proportional to 61.53 and 33.66%. For commercial EM, 100% of the product presented maximum aerial and root lengths, respectively, 5.02 and 12.43 cm. For seedling dry matter, concentrations of 10 and 100% of commercial ME had a significant effect, while a concentration of 10% showed a promoting effect on the vigor of corn seedlings. Therefore, the use of commercial EM for the treatment of corn seeds can be a viable alternative, enabling satisfactory results, making it possible to optimize the productive potential of corn cultivation, reducing product acquisition expenses.

Keywords: Beneficial microorganisms. Inoculation. Seed treatment. *Zea mays*.

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) pertence à família Gramineae/Poaceae. É o terceiro cereal mais cultivado no mundo e de grande importância para a agricultura brasileira, sendo constituinte fundamental da alimentação humana e animal, matéria-prima para a indústria e exportação (COELHO, 2021; PEREIRA FILHO, 2022).

A produção de milho Brasil vem crescendo significativamente tanto em áreas, quanto em produção, com colheita estimando valor total de 124,88 milhões de toneladas, e exportação atingindo 1,03 milhões de toneladas em junho de 2023 (CONAB, 2023). A grande adaptabilidade do milho faz com que a cultura seja cultivada em grande parte do País, nos diversos biomas brasileiros (BARROS, CALADO, 2014). Ao decorrer dos anos alcançou patamar de maior cultura agrícola do mundo, superando o trigo e o arroz (MIRANDA, 2018).

Com a população em constante crescimento, a procura de métodos alternativos de produção de alimentos sustentáveis, é imprescindível para garantir a segurança alimentar, e conservação do solo (GABARDO et al., 2020; CLOCK et al., 2021). Ainda, vale ressaltar a importância da qualidade das sementes, pois a elevada capacidade de produção depende dos atributos físicos, genéticos, fisiológicos e sanitários (FORNASIERI FILHO, 2017).

Dentre as ferramentas sustentáveis para o cultivo do milho orgânico e agroecológico, estão os chamados microrganismos eficazes ou Effective microorganisms (EM). O interesse no emprego do EM em práticas agrícolas tem como vantagens: promoção de crescimento vegetal, controle biológico de pragas e doenças de plantas; portanto, caracteriza potencial substituto de produtos químicos, sem prejuízos ao ambiente (BOMFIM et al., 2011; DOMENICO, 2019). A formulação de EM pode ser aplicada ao solo por pulverização nas folhas (aplicação foliar), embebição de sementes (tratamento de sementes) e irrigação (fertirrigação/aplicação no solo) (NAIK et al., 2020).

Comercialmente, a tecnologia EM●1® é um produto bacteriano líquido, composto por três microrganismos principais: leveduras, bactérias fotossintéticas e bactérias do ácido lático. Embora a tecnologia EM●1® seja utilizada em vários seguimentos (incluindo agricultura, pecuária, purificação ambiental e saúde, em mais de 100 países), a composição da sua comunidade microbiana ainda é desconhecida. A tecnologia foi desenvolvida no Japão por Teruo Higa, e comercializada no Brasil pela AMBIEM LTDA (SANTOS et al. 2020).

De modo geral, os EM's são formados por cultura mista de microrganismos benéficos, e contém populações de bactérias do ácido lático, bactérias fotossintéticas, actinomicetos e leveduras (HIGA; PARR, 1994; BOMFIM et al., 2011; TEIXEIRA; WITT; SILVA FILHO,

2017), que vivem naturalmente em solos férteis e em plantas (AVILA et al, 2021). Quando utilizados como inoculantes, podem promover, de forma rápida, o aumento da diversidade e população de microrganismos benéficos aos solos e às plantas, disponibilizando nutrientes e resistência contra danos causados por patógenos. Portanto, proporciona o equilíbrio microbiológico do meio, assegurando condições favoráveis ao desenvolvimento das plantas (BOMFIM et al., 2011; PUGAS et al., 2013).

Os EM's são capturados em solo saudável, sob mata ou em locais próximos da área de mata, ou em unidade de cultivo agrícola. Os locais de coleta influenciam quanto aos tipos de microrganismos, sendo mais diversificada e estruturada quando obtido em mata nativa, resultando em maior variedade de microrganismos, e a coloração no substrato de coleta pode ser considerado um fator qualitativo (ANDRADE, 2011).

A utilização de EM na cultura do milho para melhoria da resistência ao estresse e aumento da produtividade, tem apresentado resultados satisfatórios (TEIXEIRA et al., 2017; MEGALI et al., 2015; OLIVEIRA et al., 2011). No entanto, ainda existem poucos trabalhos investigando a eficiência de EM quando utilizados no tratamento de sementes. Nesse contexto, esse estudo tem por objetivo avaliar o efeito de microrganismos eficientes aplicados no tratamento de sementes, sobre a germinação e crescimento inicial do milho.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório e viveiro, no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO, localizado no Município de Ariquemes, Rondônia.

O material utilizado constituiu de sementes de milho híbrido, genótipo LG 36790 VT PRO3. Primeiramente determinou-se a massa de mil sementes e o teor de umidade, conforme estabelecido no Regra de Análises de Sementes (BRASIL, 2009a).

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 2 x 6, com quatro repetições, totalizando 48 parcelas experimentais. O primeiro fator foi composto por dois produtos contendo microrganismos eficientes (EM's), sendo um produto comercial e outro de elaboração artesanal (nativo). O segundo fator constituiu de cinco concentrações dos produtos: 10%, 30%, 50%, 80% e 100% (v/v), e controle (sem aplicação de EM's).

O produto nativo foi adquirido a partir da metodologia para captura de preparo da solução, de acordo com o caderno dos microrganismos eficientes (ANDRADE, 2020). Os microrganismos eficientes foram capturados na mata reserva do Campus Ariquemes, utilizando como substrato 700 g de arroz cozido sem sal, acondicionado em recipientes plástico com furos, permitindo a drenagem de água da chuva, e foram cobertas com telas finas, presa com arame fino maleável. Os recipientes foram levados para a mata e alocados de modo a estabelecer contato do arroz com o solo e cobertos com serrapilheira. Após 15 dias, os recipientes foram recolhidos, e o arroz colonizado com microrganismos eficientes foram dispostos em bandeja, separados e selecionados. Para o preparo da solução foi utilizado o material coletado e selecionado, em que foram adicionados em garrafas PET (capacidade 2 litros), 200 g de açúcar mascavo e completado o volume com água sem cloro. Logo após, as garrafas foram fechadas e mantidas em local fresco, com sombra até o uso, sendo que diariamente fazia-se a abertura das garrafas para eliminar o gás provenientes da fermentação. O gás foi totalmente eliminado e a solução ficou pronta para o uso em 14 dias.

O EM comercial (EM●1®) é formulado composto por microrganismos probióticos naturais, como leveduras e bactérias ácido-láticas. O EM comercial foi “ativado” seguindo as recomendações do fabricante, sendo: 5% de EM (100 mL), 5% de açúcar mascavo (100g) e 90% de água (1,8 L) e homogeneizados em garrafa PET. A mistura foi agitada e armazenada em local seco e sombreado por 7 dias, para fermentação. O gás começou a ser eliminado a partir do 2º dia e pronto para o uso no 7º dia.

Para a aplicação dos tratamentos, as sementes foram submetidas a solução de hipoclorito

de sódio a 1%, por 3 minutos, e logo após lavadas com água destilada, de acordo com o Manual de Análise Sanitária de Sementes (BRASIL, 2009b).

Após a obtenção dos microrganismos eficientes, as sementes foram inoculadas por imersão durante 15 minutos nas soluções de microrganismos eficientes. Para tanto, as sementes de cada tratamento foram acondicionadas em recipientes plásticos com capacidade de 200 mL, contendo 50 mL de solução. A inoculação de sementes foi feita com as concentrações de 10%, 30%, 50%, 80% e 100% de microrganismos eficientes, tanto nativo, quanto o comercial; e controle. Para cada proporção de microrganismos eficientes foram completadas com água destilada, como se segue no Quadro 1.

Quadro 1. Proporção de microrganismos eficientes (EM) e água destilada para 50 ml de solução para inoculação de sementes de milho.

Concentração de EM, em %	Volume de EM, ml	Volume de água destilada, ml
10	5	45
30	15	35
50	25	25
80	40	10
100	50	0

Transcorrido o tempo de inoculação, as sementes de milho foram postas em papel toalha para drenar a solução, e realizar os testes de germinação e emergência.

No teste de germinação foram utilizadas 50 sementes em cada uma das quatro repetições por tratamento. As sementes foram acondicionadas em três folhas de papel germitest, tipo rolo papel, previamente autoclavadas e umedecidas com 2,5 vezes o peso do papel seco. Em seguida, as sementes foram mantidas em câmara germinadora, com temperatura constante.

Segundo a Regra de Análise de Sementes (BRASIL, 2009), para a espécie em questão, a contagem de plântulas foi realizada aos 5 a 7 dias após a implantação do ensaio, com o intuito de se obter os dados de primeira contagem de germinação e emergência, dados em porcentagem. Foram consideradas sementes germinadas aquelas que obtiverem desenvolvimento de plântulas normais, de acordo com a Regra para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

Para o índice de velocidade de emergência (IVE) foram utilizadas 50 sementes em cada uma das quatro repetições por tratamento. Para a semeadura foram utilizadas bandejas plásticas

preenchidas com substrato de areia. As sementes foram colocadas à profundidade de 1 cm, e umedecidas diariamente. As bandejas foram acomodadas no viveiro, sob luz e temperatura ambiente. As avaliações foram realizadas diariamente, com o objetivo de obter o número de plântulas emergidas.

Para calcular o índice de velocidade de germinação (IVG), foi utilizada a fórmula proposta por Maguire (1962): $IVE = E1/N1 + E2/N2 + \dots + En/Nn$ eq. (1)

Em que:

IVE = índice de velocidade de emergência;

E = número de plântulas normais computadas na primeira

N = número de dias entre a semeadura e a data da contagem.

Com as mesmas amostras do teste de germinação foram realizadas as medições em plântulas colhidas aos 7 dias após a semeadura, utilizando-se régua, considerando o comprimento aéreo e do sistema radicular primário das plântulas (SÁ et al., 2011).

O comprimento médio de plântula foi calculado da seguinte forma:

$$CPm = \frac{CP1 + CP2 + \dots + CPn}{Pn}$$

Em que:

CPm = comprimento médio de plântula

CP1, CP2, CP3 = comprimento de plântula normal ou de sua parte

Pn = número de plântulas normais mensuradas

O peso da matéria seca foi instalado com a mesma metodologia de comprimento de plântula (SÁ et al., 2011). Após o período na câmara germinadora (5 dias), as plântulas foram contadas e em seguida, retirados os cotilédones com o auxílio de lâmina. As plântulas (raiz e parte aérea) foram pesadas em recipientes de alumínio, e separadas por repetição. Logo em seguida foram colocadas em estufa a 105 °C, por 24 horas. Após, as amostras foram retiradas, colocadas no dessecador e pesadas novamente.

Para determinar o peso de matéria seca total das plântulas das repetições, foi utilizada a seguinte fórmula:

$$MS \text{ plântulas} = \frac{Ps \times 1000}{N}$$

Em que:

Ps = Peso seco de plântulas normais

N = Número de plântulas normais

Os dados foram submetidos à análise de variância e ao teste F para detectar diferenças dos fatores. Constatado efeito significativo, as médias dos fatores quantitativos foram

submetidos à análise de regressão, e a qualidade de ajuste dos modelos foi verificada a partir do p-valor do desvio da regressão (não significativo). Os modelos de regressão polinomial (linear, quadrático ou cúbico) selecionado foi baseado no coeficiente de determinação (R^2) superior, dentre as regressões significativas pelo teste F. As médias para os fatores qualitativos foram comparadas pelo teste de F, ao nível de 5% de significância, utilizando o software SISVAR (FERREIRA, 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância (Tabela 1) identificou efeito exclusivo da concentração dos produtos (C) para emergência (EMER), e índice de velocidade de emergência (IVE). Portanto, houve efeito isolado do fator microrganismo eficiente (EM), em que o produto comercial ou nativo, interfere na variável. Para primeira contagem de germinação (PCG) EM comercial ou nativo e, as concentrações dos produtos (C), não caracterizou efeito significativo. Para comprimentos aéreo (CA) e radicular (CR), e matéria seca de plântula (MSP) de milho evidenciaram interação entre EM e C, caracterizando interdependência entre os fatores.

Tabela 1. Resumo da análise de variância de emergência (EMER), índice de velocidade de emergência (IVE), primeira contagem de germinação (PCG), comprimento aéreo (CA) e radicular (CR) e matéria seca de plântula (MSP) em sementes de milho tratadas com concentrações (C) de microrganismos eficientes (EM).

Variáveis	Microrganismo eficiente (EM)	Concentração (C)	EM × C	CV ⁽¹⁾	Média
	----- Valor de F -----				
EMER, %	2,021 ^{ns}	2,980 *	2,041 ^{ns}	9,60	88,83
IVE	5,057 *	0,370 ^{ns}	0,418 ^{ns}	8,23	12,61
PCG, %	0,407 ^{ns}	1,810 ^{ns}	1,139 ^{ns}	1,84	98,58
CA, cm	28,946 **	7,535 **	2,850 *	9,44	4,38
CR, cm	50,036 **	12,664**	9,545**	11,63	8,45
MSP, g plântula ⁻¹	36,509 **	9,173**	5,214**	9,27	45,34

⁽¹⁾ GL: grau de liberdade total. ⁽²⁾ CV: coeficiente de variação. **, * e ns, significativo a 1%, 5% e não-significativo, respectivamente, pelo Teste F.

Fonte: Autora, 2023.

Nos tratamentos, as concentrações 30, 50, 80 e 100% de EM caracterizaram médias superiores a 89% para EMER (Figura 1). No entanto, a concentração 10% de EM registrou média equivalente a 78,5% (Figura 1), afetando a média experimental (Tabela 1). Os microrganismos introduzidos junto com as sementes no solo desempenham um papel crucial na germinação e no desenvolvimento das plantas. Atraídos pelos exsudatos liberados pela semente durante a germinação, esses microrganismos colonizam as raízes da planta, estabelecendo uma relação simbiótica benéfica para ambas as partes (AMMOR et al., 2008). Diante dos resultados obtidos, este experimento não é suficiente para elucidar o efeito da concentração de 10% de

EM comercial e nativo, sendo necessário outros estudos para determinar o impacto específico dessa concentração na germinação e desenvolvimento do milho.

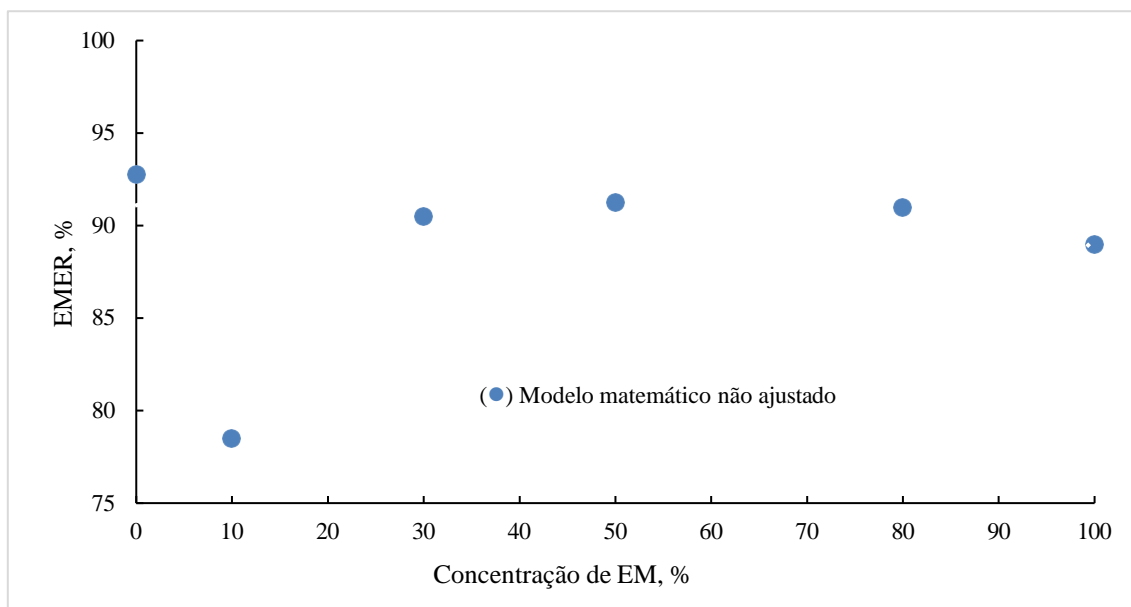


Figura 1. Equação de regressão de emergência (EMER) em sementes de milho tratadas com diluições de microrganismos eficientes (EM).

Fonte: Autora, 2023.

Os tipos de EM utilizados caracterizaram efeito para IVE. O EM comercial representou 94,8% do IVE obtido em EM nativo (Tabela 2). Assim, o EM nativo demonstrou-se mais adaptado às condições inerentes, expressando funcionalidade em ambiente não controlado (O'CALLAGHAN, 2016). A eficácia da inoculação é modulada por diversos fatores, entre eles a composição da microbiota e a quantidade de exsudatos radiculares presentes no solo durante o desenvolvimento das plantas, além das condições ambientais (LOPES et. Al., 2021). Portanto, o EM nativo coletado na região, evidencia uma maior diversidade de microrganismos e se adaptou melhor em condições de campo.

Tabela 2. Médias de índice de velocidade de emergência (IVE) em sementes de milho tratadas com microrganismos eficientes (EM) comercial e nativo.

Variável	EM comercial	EM Nativo
IVE	12,18 b	12,94 a

Médias com letras distintas, diferem significativamente ($p > 0,05$) pelo teste de Tukey.

Fonte: Autora, 2023.

Para PCG, as médias foram superiores a 97% (Tabela 3), e não houve efeito significativo dos tratamentos analisados (Tabela 1). O método de inoculação, densidade do inóculo, estado fisiológico da planta, colonização da raiz, umidade, temperatura, pH, hospedeiro e exsudatos da raiz, são fatores que contribuem para o sucesso da inoculação (VENTURE e KELL, 2016). Dessa forma, considerando situação de controle abiótico (temperatura, umidade e luminosidade) a qualidade fisiológica das sementes foi evidente, não havendo efeito dos EM's para a variável.

Tabela 3. Médias de primeira contagem de germinação (PCG) em sementes de milho tratadas com concentrações de microrganismos eficientes (EM) comercial e nativo

Dose de EM	EM comercial	EM nativo
----- PCG, % -----		
0	100,0 ⁽¹⁾	98,0
10	97,0	97,0
30	99,5	97,5
50	99,0	100,0
80	98,0	99,0
100	99,0	99,0

⁽¹⁾ Médias estatisticamente não significativas entre si.

Fonte: Autora, 2023.

Para CA e CR somente o EM comercial adequou-se ao modelo matemático cúbico (Tabela 4). Já para MSP, não houve ajuste aos modelos testados, cabendo estudos específicos para identificar modelo matemático representativo (Tabela 4, Figura 2A).

Tabela 4. Resumo da análise de regressão de comprimentos aéreo (CA) e radicular (CR) e matéria seca de plântula (MSP) em sementes de milho tratadas com concentrações de microrganismos eficientes (EM) comercial e nativo.

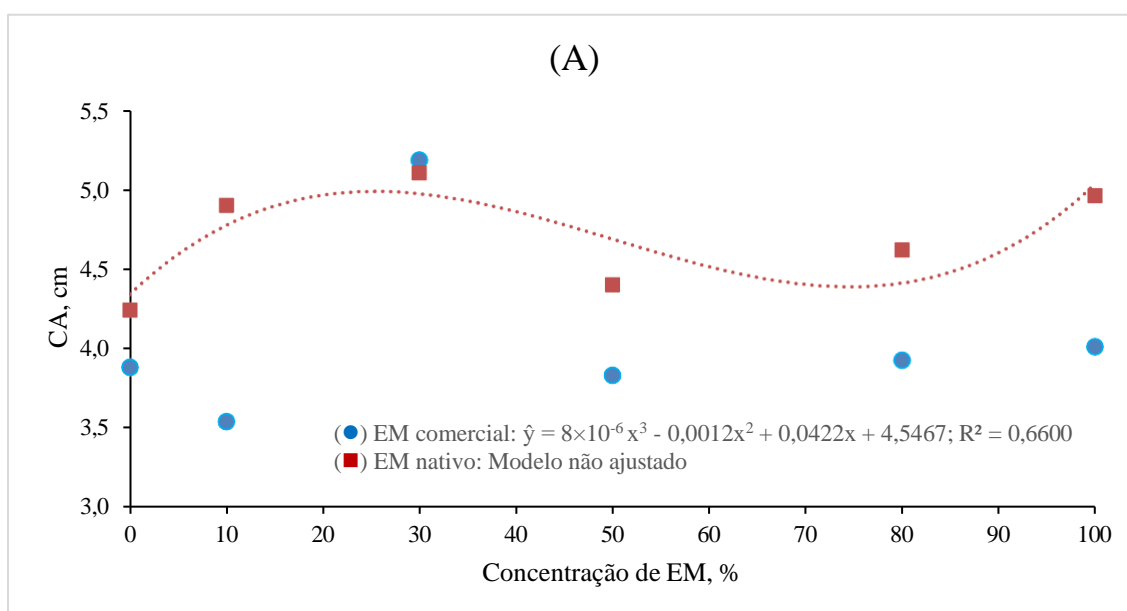
Regressões	CA, cm	CR, cm	MSP, g plântula ⁻¹
----- EM comercial -----			
Linear	0,937 ^{ns}	24,176 **	0,014 ^{ns}
Quadrática	0,051 ^{ns}	2,381 ^{ns}	12,378 **

Cúbica	8,456 **	32,772 **	21,466 **
Desvio	2,051 ^{ns}	1,936 ^{ns}	7,520 **
----- EM nativo -----			
Linear	0,002 ^{ns}	6,789 **	1,110 ^{ns}
Quadrática	4,947 *	2,769 ^{ns}	2,884 ^{ns}
Cúbica	7,272 *	6,243 *	3,012 ^{ns}
Desvio	13,079 **	16,022 **	8,014 **

**, * e ns, significativo a 1%, 5% e não-significativo, respectivamente, pelo Teste F.

Fonte: Autora, 2023.

As concentrações de EM nativo não caracterizaram os modelos testados para CA (Figura 2A) e CR (Figura 2B). Para estas variáveis (CA e CR), o tratamento 30% de EM nativo, evidenciaram comprimentos superior ao tratamento testemunha, respectivamente, equivalente a 61,53 e 33,66%. Para EM comercial, o modelo matemático prevê CA e CR máximo, respectivamente, 5,02 e 12,43 cm, na proporção 100% do produto. No entanto, o modelo matemático cúbico expõe que concentrações do produto comercial caracterizam opções menos evidentes, com potencial de obtenção de resultado aproximado a dosagem preconizada no produto comercial (Figura 2A e 2B).



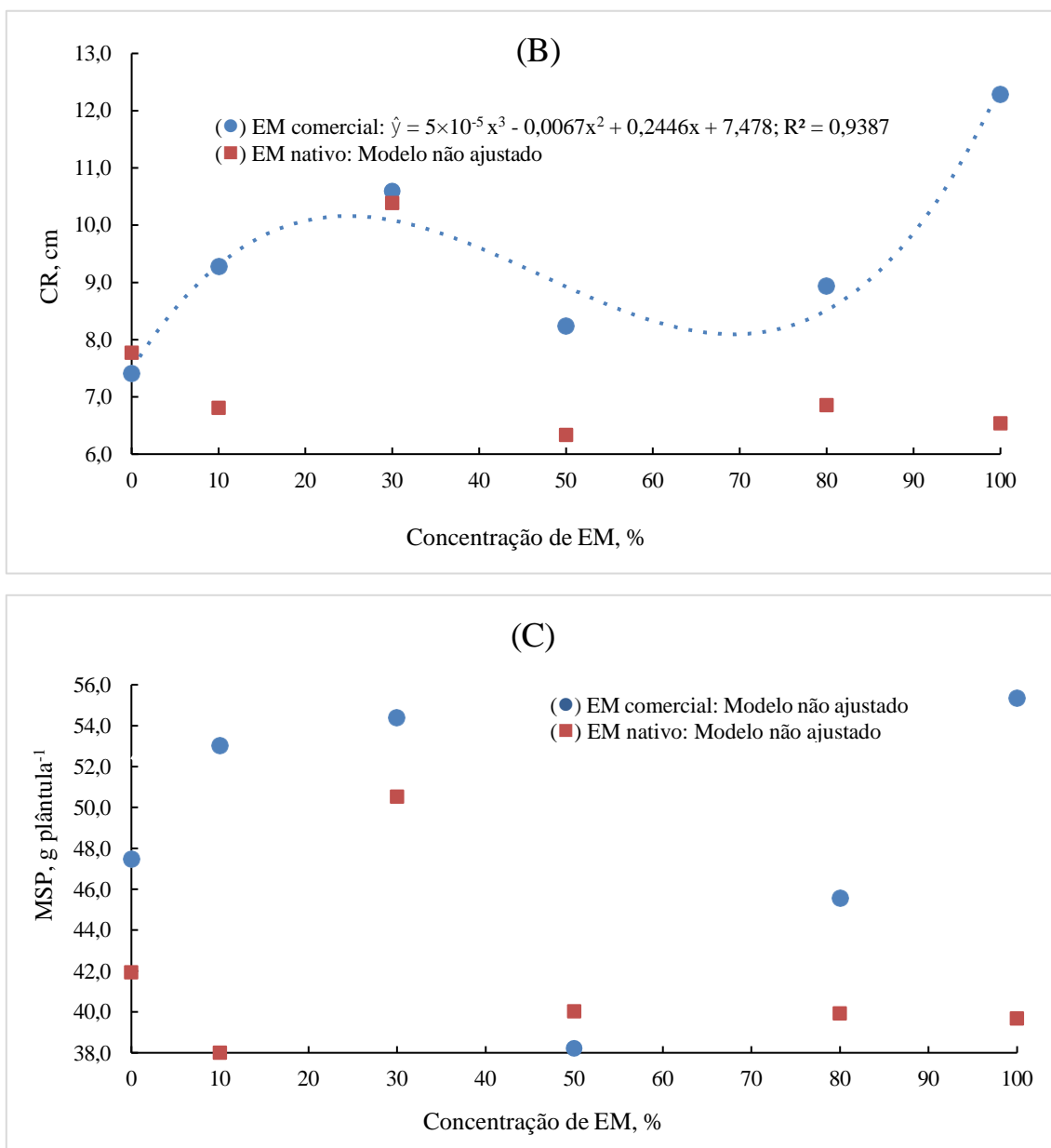


Figura 2. Equação de regressão de comprimentos aéreo (A) e radicular (B) e matéria seca de plântula (C) em sementes de milho tratadas com doses de microrganismos eficientes (EM) comercial e nativo.

Fonte: Autora, 2023.

Incluindo o tratamento testemunha, as concentrações 10, 80 e 100% de EM comercial evidenciaram efeito significativo sobre tratamentos EM nativo, registrando CA superior (Tabela 5). De modo semelhante, em CR, EM comercial caracterizaram efeito significativo sobre o EM nativo, nas concentrações 10, 50, 80 e 100% do produto comercial. Já MSP, houve efeito significativo nas concentrações 10 e 100% do EM comercial. Portanto, a concentração 10% do EM comercial caracteriza efeito promotor ao vigor das plântulas de milho. Os

benefícios do EM deve-se a associação às raízes das plântulas, favorecendo a exploração de volume de solo, captando água, N, P e nutrientes inorgânicos (NAIK et al, 2020).

Ainda, a concentração 30% de EM comercial e nativo não diferem entre si, sendo possibilidade de economicidade do produto comercial, caracterizando efeito similar ao produto nativo para as variáveis CA, CR e MSP. A formulação líquida comercial de EM promovem o aumento da área foliar, folhas totais, teor de clorofila, comprimento da parte aérea, altura da planta (RAJA; BHARINI, 2012).

Tabela 5. Médias de comprimentos aéreo (CA) e radicular (CR) e matéria seca de plântula (MSP) de sementes de milho tratadas com doses de microrganismos eficientes (EM) comercial e nativo.

EM's	----- Concentrações de EM's -----					
	Testemunha	10%	30%	50%	80%	100%
	----- CA, cm -----					
Comercial	4,24	4,90 a	5,11	4,40	4,62 a	4,96 a
Nativo	3,88	3,54 b	5,19	3,83	3,93 b	4,01 b
	----- CR, cm -----					
Comercial	7,41	9,27 a	10,60	8,24 a	8,94 a	12,29 a
Nativo	7,77	6,81 b	10,39	6,34 b	6,86 b	6,54 b
	----- MSP, g plântula ⁻¹ -----					
Comercial	47,47	53,03 a	54,40	38,23	45,58	55,35 a
Nativo	41,93	38,00 b	50,53	40,03	39,93	39,68 b

Médias com letras distintas na coluna, diferem significativamente ($p>0,05$) pelo teste F.

Fonte: Autora, 2023.

CONCLUSÃO

Microrganismos eficientes, formulação nativa, apresentou superioridade para germinação de sementes de milho, com EM comercial representando 94,8% do IVE obtido em EM nativo. Isso indica a tolerância do EM nativo a fatores climáticos adversos de campo.

Para o vigor, o EM comercial apresentou resultados mais elevados quando comparado com EM nativo, com comprimento aéreo, radicular e matéria seca de plântula superiores.

As concentrações 10% e 30% do EM comercial destacou-se efeito promotor ao vigor das plântulas de milho, possibilitando resultados satisfatórios, sendo possível otimizar potencial produtivo do cultivo de milho, reduzindo despesas de aquisição do produto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMMOR, M. S., MICHAELIDIS, C., and NYCHAS, G. J. Insights into the role of quorum sensing in food spoilage. **Journal of Food Protection**, v.71, ed.7, p.1510-1525. 2008. doi: 10.4315/0362-028X-71.7.1510.

ANDRADE, F. M. C. de. Caderno dos Microrganismos Eficientes. **Instruções práticas sobre uso ecológico e social do EM**. 2.ed. Minas Gerais: Viçosa, 2011. 32p.

ANDRADE, F. M. C.; Caderno dos microrganismos eficientes (E.M.): **Instruções práticas sobre uso ecológico e social do EM**. 3.ed. Minas Gerais: Viçosa, 2020. 31p.

AVILA, G.M. A. de; GABARDO, G.; CLOCK, D. C.; LIMA JUNIOR, O. S. de. **Utilização de Microrganismos Eficientes na Agricultura**. (XII Encontro Internacional de Produção Científica da Unicesumar). Universidade Cesumar. 2021.

BARROS, J. F. C.; CALADO, J. G. **A Cultura do Milho**. Évora: Universidade de Évora, Escola de ciências e tecnologia, Departamento de Fitotecnia, 2014. 52p.

BONFIM, F.P.G.; HONÓRIO, I.C.G.; REIS, I.L.; PEREIRA, A.de J.; SOUZA, D. B. Caderno dos microrganismos eficientes (EM). **Instruções práticas sobre uso ecológico e social do EM**. Universidade Federal de Viçosa: Departamento de Fitotecnia, 32p. 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de Análise Sanitária de Sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009b. 200p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009a. 399p.

CLOCK, D. C.; GABARDO, G.; DA LUZ, J. R.; ARAUJO AVILA, G. M. Diagnosis of clinical and subclinical mastitis in a rural property in Carambeí, State of Paraná. **Research, Society and Development**, v.10, n.3, p.e313110313411, 2021. doi: 1033448/rsd-v10i3.13411.

COELHO, J. D. **Milho: Produção e Mercados**. 2021. Caderno Setorial ETENE. Disponível em: 2021_CDS_210.pdf (bnb.gov.br). Acesso em: 10 jul. 2023.

COELHO, J. D. **Milho: Produção e Mercados**. 2022. Caderno Setorial ETENE. Disponível em: 2022_CDS_257.pdf (bnb.gov.br). Acesso em: 10 jul. 2023.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos 2022/2023**. Boletim Logístico. (2023). Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/5091-boletim-logistico-as-exportacoes-de-milho-em-junho-de-2023-atingiram-1-03-milhao-de-t-superando-o-mes-de-maio>>. Acesso em: 10 agos. 2023.

DOMENICO, P. Effective microorganisms for germination and root growth in *Kalanchoe daigremontiana*. **World Journal of Advanced Research and Reviews**, v.3, n.3, p.047-053, 2019. doi:10.30574/wjarr.2019.3.3.0074 fatcat:cm4dl6gz55butm5rietiwjxbgi.

FERREIRA, D. F. SISVAR: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v.37, n.4, p.529-535. 2019.

FORNASIERI FILHO, D. **Manual da cultura do milho**. Jaboticabal: Funep, 2007. 576p.

FUNDAÇÃO MOKITI OKADA. Microorganismos eficazes EM na agricultura. São Paulo: **FMO**, 1999. 30p.

GABARDO, G.; PRIA, M. D.; SILVA, H. L. D.; HARMS, M. G. Produtos alternativos no controle da ferrugem asiática da soja e sua influência no desfolhamento, produtividade e componentes de rendimento. **Summa Phytopathologica**, v.46, n.2, p.98-104, 2020.

HIGA, T.; PARR, J. F. Beneficial and effective microorganisms for a sustainable agriculture and environment. **International Nature Farming Research Center**, Japan, 1994. 16p.

MEGALI, L.; SCHLAU, B.; RASMANN, S. Soil microbial inoculation increases corn yield and insect attack. **Agronomy for Sustainable Development**, v.35, n.4, p.1511– 1519, 2015.

MIRANDA, R. A. de. **Uma história de sucesso da civilização**. A Granja, v.74, n.829, p. 24-27, 2018.

NAIK, K. *et al.* Microbial formulation and growth of cereals, pulses, oilseeds and vegetable crops. **Sustainable Environment Research**, v. 30, n. 10, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1186/s42834-020-00051-x>.

O'CALLAGHAN, M. **Microbial inoculation of seed for improved crop performance: issues and opportunities**. *Appl Microbiol Biotechnol*. v. 100, n. 13, p. 5729-5746, 2016.

OLIVEIRA, S. A. S.; STARK, E. M. L. M.; FREITAS, J. A. E.; BERBARA, R. L.; SOUZA, S. R. Partição de nitrogênio em variedades de milho (*Zea mays* L.) com a aplicação foliar de microorganismos eficazes e nitrato. **Revista Universidade Rural. Série Ciências da Vida, Seropédica**, v. 31, n. 1, p. 57-69, 2011.

PEREIRA FILHO, I. A.; BORGHI, E. **Cultivares de milho para safra 2022/2023**. Embrapa Milho e Sorgo, 2022. 24p. (Documento 272).

PUGAS, A. S. da.; GOMES, S. S.; DUARTE, A. P. R.; ROCHA, F. C. da.; SANTOS, T. E. M. dos. Efeito dos Microorganismos Eficientes na taxa de germinação e no crescimento da Abobrinha (*Curcubita Pepo* L.). **Cadernos de Agroecologia**, v. 8, n. 2, 2013.

RAJA, N. S. K.; BHARANI, R. S. A. Effect of compost derived from decomposed fruit wastes by effective microorganism (EM) technology on plant growth parameters of Vigna mungo. **Journal of Bioremediation & Biodegradation**, v.3, n.167, 2012. doi:10.4172/2155-6199.1000167.

SÁ, M.E.; OLIVEIRA, S.A.; BERTOLIN, D.C. **Roteiro prático da disciplina de produção e tecnologia de sementes: análise da qualidade de sementes**. Ilha Solteira: Cultura acadêmica UNESP, 2011. 112p.

SANTOS, L. F. D. et al. Effective microorganisms inoculant: Diversity and effect on the

germination of palisade grass seeds. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.92, p. e20180426, 2020.

SANTOS, L. F. dos. **Microrganismos Eficientes: Diversidade microbiana e Efeito na germinação, crescimento e composição química de capim-marandu**. Dissertação (Programa de Pós-graduação em Agroecologia) Universidade Federal de Viçosa “Campus Viçosa”, Viçosa. 2016. 58p.

TEIXEIRA, N. T.; WITT, L. de; FILHO, P. R. R. da. S. Microrganismos de regeneração nas propriedades químicas do solo, desenvolvimento e produção de milho. **Engenharia Ambiental**, v.14, n.2, p.72-80. 2017.

VENTURE, V., and KEEL, C. Signaling in the Rhizosphere. **Trends Plant Sci.** v.21. 187-198 p.2016. doi:10.1016/j.tplants. 2016.01.005.