



Estado do Paraná

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ – Unioeste.
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS – PPGCA**

Eficiência agrônômica da soja cultivada com diferentes concentrações de condicionador de solo classe A, associada a níveis de fertilizantes e bactérias promotoras do crescimento.

ROSENILDE LONGEN

Toledo – Paraná – Brasil

2022



Estado do Paraná

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ – Unioeste PROGRAMA
DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS – PPGCA**

**Eficiência agronômica da soja cultivada com diferentes
concentrações de condicionador de solo classe A,
associada a níveis de fertilizantes e bactérias promotoras
do crescimento.**

Autora: Rosenilde Longen

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Unioeste/*Campus* Toledo, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Mestre em Ciências Ambientais.

Orientadora: Profa. Dra. Cleide V. Buzanello-Martins

Co-orientador: Prof. Dr. Brener Magnabosco Marra

FEVEREIRO 2022

Toledo – PR

FICHA CATALOGRÁFICA

Ficha de identificação da obra elaborada através do Formulário de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da Unioeste.

Longen, Rosenilde

Eficiência agronômica da soja cultivada com diferentes concentrações de condicionador de solo classe A, associada a níveis de fertilizantes e bactérias promotoras do crescimento. / Rosenilde Longen; orientadora Cleide Viviane Buzanello. -- Toledo, 2022.

42 p.

Dissertação (Mestrado Acadêmico Campus de Toledo) -- Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Centro de Engenharias e Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, 2022.

1. Bacillus spp. 2. soja. I. Buzanello, Cleide Viviane, orient. II. Título.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Rosenilde Longen

“EFICIÊNCIA AGRONÔMICA DE SOJA CULTIVADA EM DIFERENTES
CONCENTRAÇÕES DO CONDICIONADOR DE SOLO CLASSE A, ASSOCIADA A NÍVEIS
DE FERTILIZANTES E BACTÉRIAS PROMOTORAS DE CRESCIMENTO”

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais –
Mestrado, do Centro de Engenharias e Ciências Exatas, da Universidade Estadual do Oeste
do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências
Ambientais, pela Comissão Examinadora composta pelos membros:

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Cleide Viviane Buzanello (Presidente)
Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Prof. Dr. Dirceu Baumgartner
Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Prof^a. Dr^a. Cristiane Cláudia Meinerz
Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Aprovada em: 25 de março de 2022.
Local de defesa: Via remota síncrona.

AGRADECIMENTOS

A minha orientadora Profa. Dra. Cleide Viviane Buzanello- Martins, por ser um exemplo de pesquisadora e uma grande tutora. Agradeço por todos os ensinamentos compartilhados e pela busca do melhor para uma pesquisa de qualidade. Além do incentivo e compreensão nessa jornada, seguiu cada passo com muita dedicação, sempre dando apoio para meu crescimento na vida acadêmica. Aqui lhe exprimo minha gratidão. Ao meu co-orientador Prof. Dr. Brenner Magnabosco Marra pela sua disponibilidade, incentivo, e igualmente pelo seu apoio na elaboração deste trabalho. Sua contribuição é essencial para a concretização das pesquisas desenvolvidas, também agradeço muito a Profa. Dra. Cristine Claudia Meinerz, pelo desenvolvimento e orientação da pesquisa. E a todos os professores das disciplinas do mestrado, o meu muito obrigada.

A minha amiga e parceira de curso Marilene Tonin, pelo companheirismo no laboratório e na vida, me incentivando e apoiando nos momentos mais difíceis. Você tornou os dias de trabalho muito mais leves e juntas dividimos sonhos e dificuldades.

SUMÁRIO

LISTA	DE.....	04
FIGURAS.....		
LISTA DE TABELAS.....		05
RESUMO.....		06
ABSTRACT.....		07
INTRODUÇÃO.....		08
FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....		09
Soja.....		09
Condicionadores de solo e micro-organismos.....		10
MATERIAIS	E.....	13
MÉTODOS.....		
Testes de germinação germitest.....		14
Teste agrônômico da soja.....		15
RESULTADOS	E.....	21
DISCUSSÃO.....		
Avaliação da eficiência agrônômica em função de diferentes concentrações de nitrogênio.....	de.....	21
Avaliação da eficiência agrônômica em função de diferentes massas no condicionador do solo e diferentes volumes de micro-organismos.....	24
Avaliação da eficiência agrônômica em função da ocorrência de inoculação na semente de diferentes volumes de micro-organismos.....		27
Avaliação da eficiência agrônômica em função da esterilização do solo e aplicação de diferentes volumes de micro-organismos.....		30
Avaliação do desenvolvimento morfológico de sementes de soja expostas a diferentes volumes de <i>Bacillus</i>		

spp.....	33
CONCLUSÃO.....	38
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	39

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Área de experimento agrônomo em...15
vasos.....

Figura 2- Disposição dos vasos no teste...16
agrônomo.....

Figura 3 – Diagramas de dispersão e modelos referentes à avaliação da eficiência agrônoma em função de diferentes concentrações de nitrogênio. A) Altura, B) Número de Folhas, C) Diâmetro, D) Número de Flores, E) Número de Vagens, F) Massa de Folhas, G) Massa do Coleto, H) Massa da Raiz, I) Nódulos Pequenos, J) Nódulos Médios, K) Nódulos Grandes e L)...23
Volume.....

Figura 4 – Diagramas de dispersão e modelos referentes à avaliação da eficiência agrônoma em função de diferentes massas do condicionador de solo e diferentes volumes de micro-organismos. A) Altura, B) Número de Folhas, C) Diâmetro, D) Número de Flores, E) Número de Vagens, F) Massa de Folhas, G) Massa do Coleto, H) Massa da Raiz, I) Nódulos Pequenos, J) Nódulos Médios, K) Nódulos Grandes e L)...26
Volume.....

Figura 5 – Diagramas de dispersão e modelos referentes à avaliação da eficiência agrônoma em função da ocorrência de inoculação na semente de diferentes volumes de microrganismos. A) Altura, B) Número de Folhas, C) Diâmetro, D) Número de Flores, E) Número de Vagens, F) Massa de Folhas, G) Massa do Coleto, H) Massa da Raiz, I) Nódulos Pequenos, J) Nódulos Médios, K) Nódulos Grandes e L)...29

Volume.....

Figura 6 – Diagramas de dispersão e modelos referentes à avaliação da eficiência agrônômica em função da esterilização do solo e aplicação de diferentes volumes de microrganismos. A) Altura, B) Número de Folhas, C) Diâmetro, D) Número de Flores, E) Número de Vagens, F) Massa de Folhas, G) Massa do Coleto, H) Massa da Raiz, I) Nódulos Pequenos, J) Nódulos Médios, K) Nódulos Grandes e L)...32

Volume.....

Figura 7 – Médias e erros-padrão das variáveis referentes à avaliação do desenvolvimento morfológico de sementes de soja expostas a diferentes volumes de *Bacillus* spp. A) Sementes germinadas, B) Sementes não germinadas, C) Sementes anormais, D) Sementes fortes, E) Podridão de sementes, F) Comprimento da parte aérea, G) Comprimento da raiz e H) Diâmetro.....37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- tratamentos utilizados na germinação em Germitest..... 14

Tabela 2 - Tratamentos utilizados para avaliação do desenvolvimento da soja, aplicados via semente (AS) e aplicados via condicionador de solo classe A..... 17

Tabela 3 – Estatísticas da regressão linear referentes a avaliação da eficiência agrônômica em função de diferentes concentrações de nitrogênio. p-valor (t): probabilidade decorrente da aplicação do Teste-t para os coeficientes do modelo; r²: coeficiente de determinação; p-valor do modelo: probabilidade decorrente da Análise da Variância.....22

Tabela 4 – Médias e erros-padrão das variáveis referentes a avaliação da eficiência agrônômica em função de diferentes massas no condicionador do

solo (4 toneladas e 8 toneladas) e diferentes volumes de micro-organismos (0, 200 e 1000 mL). p-valor da interação da Análise da..25
Covariância.....

Tabela 5 – Médias e erros-padrão das variáveis referentes à avaliação da eficiência agronômica em função da ocorrência de inoculação na semente (sem e com inoculação) de diferentes volumes de micro-organismos (0, 200 e 1000 mL). p-valor da interação da Análise da..28
Covariância.....

Tabela 6 – Médias e erros-padrão das variáveis referentes à avaliação da eficiência agronômica em função da esterilização do solo (sem e com) e aplicação de diferentes volumes de micro-organismos (0, 200 e 1000 mL). p-valor da interação da Análise da Covariância.....31

Tabela 7 – Médias e erros-padrão das variáveis referentes a avaliação do desenvolvimento morfológico de sementes de soja expostas a diferentes volumes de *Bacillus spp.* p-valor da interação da Análise da Variância Fator Duplo.....35

RESUMO

EFICIÊNCIA AGRONÔMICA DA SOJA CULTIVADA COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE CONDICIONADOR DE SOLO CLASSE A, ASSOCIADA A NÍVEIS DE FERTILIZANTES E BACTÉRIAS PROMOTORAS DO CRESCIMENTO. RESUMO

Os micro-organismos promotores do crescimento atuam diretamente promovendo o crescimento das plantas ou indiretamente como agentes de controle biológico de fitopatógenos. Os benefícios decorrentes da utilização desses agentes em estudos demonstram a grande potencialidade agronômica e seus efeitos positivos na mudança da fisiologia e morfologia dos vegetais, refletindo em aumentos na produtividade. Diante desse contexto, este trabalho buscou avaliar a eficiência agronômica em função da associação entre condicionador de solo e diferentes micro-organismos no desenvolvimento da soja. Com o intuito de verificar esses potenciais, avaliou-se a eficiência da germinação em laboratório e em teste agronômico e a promoção do crescimento de plantas da soja através da utilização de condicionador de solo e inoculações na sementes com *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasilense* e as inoculações de *Bacillus megaterium*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus amyloliquefaciens* e *Trichoderma asperellum* e suas combinações diretamente no condicionador de solo classe A. O experimento foi conduzido na área experimental da empresa Compostec e Biopark-Toledo PR. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso (DBC). Foram realizadas avaliações dos caracteres morfológicos ao final, sendo: germinação da semente, sementes não germinadas, podridão nas sementes não germinadas, sementes germinadas fortemente, altura média das plantas, diâmetro dos caules, quantidade das folhas, volume das raízes, quantidade de nódulos, quantidade das vagens, quantidade das flores, massa seca das raízes, massa seca das folhas e massa seca dos caules.

Pelos resultados obtidos, conclui-se que o uso do Blend 50 mL é eficiente para a germinação e a utilização de 4 toneladas de condicionador de solo classe A, com a inoculação de 200mL ou 1000mL, é eficiente para o desenvolvimento da soja em vasos.

Palavras chaves: *Bacillus* spp.

ABSTRACT

AGRONOMIC EFFICIENCY OF SOYBEAN CULTIVATED WITH DIFFERENT CONCENTRATIONS OF SOIL CONDITIONER CLASS A, ASSOCIATED WITH LEVELS OF FERTILIZERS AND BACTERIA PROMOTERS OF GROWTH.

Growth-promoting microorganisms act directly by promoting plant growth or indirectly as biological control agents of phytopathogens. The benefits resulting from the use of these agents in studies demonstrate the great agronomic potential and its positive effects on the change in physiology and morphology of vegetables, reflecting increases in productivity. In this context, this study aimed to evaluate the agronomic efficiency as a function of the association between soil conditioner and different microorganisms in soybean development. In order to verify these potentials, the present study aimed to evaluate the efficiency of germination in laboratory and agronomic testing and the promotion of soybean plant growth through the use of soil conditioner and inoculations in seeds with *Bradyrhizobium japonicum* and *Azospirillum brasilense* and inoculations of *Bacillus megaterium*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus amyloliquefaciens* and *Trichoderma asperellum* and their combinations directly in the class A soil conditioner. The experiment was conducted in the experimental area of the company Compostec and Biopark-Toledo PR. The experimental design used was randomized blocks (DBC). Morphological characters were evaluated at the end: seed germination, ungerminated seeds, rot in ungerminated seeds, strongly germinated seeds, average plant height, stem diameter, leaf quantity, root volume, number of nodules, amount of pods, amount of flowers, dry mass of roots, dry mass of leaves and dry mass of stems.

From the results obtained, it is concluded that the use of Blend 50 mL is efficient for germination and the use of 4 tons of class A soil conditioner, with inoculation of 200mL or 1000mL, is efficient for the development of soybean in pots.

Keywords: *Bacillus* spp.

1- INTRODUÇÃO

A região Oeste do Paraná é conhecida por ser um dos maiores produtores de soja do estado. A agricultura nessa região, passou por consideráveis modificações nas últimas décadas, o uso da inovação tecnológica, o melhoramento genético e a nutrição vegetal, foram fundamentais para este desenvolvimento. Entre as tecnologias utilizadas nos últimos anos, está o uso de condicionadores de solo na agricultura.

Os condicionadores de solo são feitos através da compostagem, que é um processo controlado de degradação de matéria orgânica realizada por micro-organismos. Este processo pode ocorrer na presença ou ausência de oxigênio, de uma biomassa diversificada em estado sólido e úmido com relação de carbono e nitrogênio em torno de 30 (SIQUEIRA e ASSAD, 2015). A primeira etapa da compostagem é denominada mesofílica, caracteriza-se por um aumento da temperatura e intensa atividade metabólica. Em seguida, ocorre a bioestabilização caracterizada pelo platô de temperatura máxima, e na fase final ocorre a maturação ou humificação e mineralização dos nutrientes (COSTA et al., 2015).

De acordo com Caron e colaboradores, 2015, o produto final da compostagem é um material rico em matéria orgânica e nutrientes, que está gerando interesse dos produtores rurais devido a performance agrônômica e ao baixo custo.

Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), em sua Instrução Normativa (IN) DAS nº 35/2006, os condicionadores de solo podem utilizar em sua compostagem as seguintes matérias-primas: produto que em sua fabricação utiliza matéria-prima de origem vegetal, animal ou de processamento da agroindústria. Nos quais não são utilizados no processo: o sódio (Na⁺), metais pesados, produto que em sua fabricação utiliza qualquer quantidade de matéria-prima oriunda de lixo domiciliar, resultando em um produto de utilização segura para a agricultura, produto que em sua fabricação utiliza qualquer quantidade de matéria-prima oriunda do tratamento de despejos sanitários resultando em produto de utilização segura para a agricultura e produto que em sua fabricação utiliza exclusivamente matéria-prima de origem mineral ou química.

Segundo Associação brasileira das Indústrias de Tecnologia de Nutrição Vegetal 2019, os condicionadores de solo são produtos capazes de promover a melhoria das propriedades físicas, físico-químicas ou da atividade biológica do solo, podendo recuperar solos degradados ou desequilibrados nutricionalmente e podem ser obtidos a partir de fontes de origem mineral ou orgânica. Existem atualmente diversos produtos comerciais que se classificam como condicionadores de solo, os quais devem seguir as normas previstas na legislação brasileira.

Aos condicionadores de solo podem ser inoculados micro-organismos benéficos para a promoção de crescimento e defesa das plantas, tais como os gêneros, *Bacillus*, *Bradyrhizobium*, *Rhizobium*, *Pseudomonas* e *Chromobacterium*. Este grupo compreende micro-organismos que coexistem de forma associativa na raiz, rizosfera e nos tecidos internos de diferentes órgãos de várias espécies de plantas, com a capacidade de estimular o crescimento e desenvolvimento, através de mecanismos diretos e/ou indiretos, nas plantas inoculadas (HUNGRIA et.al, 2010).

A maior parte dos condicionadores de solo, contém vários nutrientes necessários para as plantas (particularmente o nitrogênio e o fósforo, além de pequenas quantidades de potássio e elementos raros). Embora em concentrações menores que às dos inorgânicos, podendo contribuir significativamente para a nutrição vegetal, tal como de outros benefícios (MIRANDA et al, 2011).

Diante do exposto, este trabalho buscou avaliar a eficiência agronômica em função da associação entre condicionador de solo e diferentes micro-organismos no desenvolvimento da soja.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Soja

A soja é uma planta herbácea, classe *Dicotyledoneae*, ordem Rosales, família *Fabaceae* (*Leguminosae*), subfamília das *Papilionoideae*, gênero *Glycine*. Seu nome científico é *Glycine max*. A cultura tem seu centro de origem na China e foi introduzida no continente americano no século XVIII, utilizada como cultura forrageira, tornando-se cultura granífera a partir da década de 1940, nos Estados Unidos da América (CHUNG e SINGH, 2008).

No Brasil, a soja passou a expressar valor comercial em meados da década de 1960. Com significância na produção concentrado na região Centro-Sul, até o início dos anos 1980, e com a expansão de fronteiras agrícolas no país tornou-se a cultura de maior importância econômica (EMBRAPA, 2004). Pode-se afirmar, que o crescimento da produção e o aumento da capacidade da soja está diretamente ligada com os avanços científicos e à disponibilização de tecnologias ao setor produtivo (EMBRAPA, 2014).

A produção mundial de soja no ciclo 2019/20 foi de 336,69 milhões de toneladas. Este volume foi aproximadamente 7 % menor que ao ano anterior (2018/19), quando foram produzidas cerca de 361,06 milhões de toneladas. Assim como a produção, a área cultivada também foi menor. Na safra 2018/19 foram cultivados 124,97 milhões de hectares, já na safra passada 2019/20 o total cultivado foi de 122,45 milhões de hectares (DERAL, 2021).

Para a safra brasileira de 2020/21 de soja em grãos foi estimada em um volume de 133,70 milhões de toneladas, do lado do consumo, espera-se que as exportações atinjam um número acima de 85,7 milhões de toneladas, motivadas pela forte demanda chinesa e pelo forte percentual comercializado, até o momento, que já alcança mais de 60% da safra (CONAB, 2021).

Na região sul, é esperado um aumento percentual na área plantada de 1,9% em relação ao observado na safra anterior, atingindo 12.315,4 mil hectares. Com a normalização do clima, a região deverá apresentar uma grande produção, comparada à safra passada, severamente afetada pelas condições adversas do clima (CONAB, 2021).

2.2. Condicionadores de solo e micro-organismos.

Os condicionadores de solo podem ser utilizados na agricultura inoculado com micro-organismos de interesse agrícola, e dentre eles destaca-se o gênero *Bacillus*, por apresentar alta biodiversidade biotecnológica e taxas de crescimento, além da grande capacidade de produzir e excretar substâncias metabólicas (TEJERA HERNÁNDEZ et al., 2011). O gênero *Bacillus* é reconhecido como bactérias seguras que produzem substâncias benéficas para as culturas e para a produção de compostos industriais (STEIN, 2005). Em geral o *Bacillus* se destaca pela formação de endósporo e apresentar grande variedade de mecanismos antagônicos, a qual

lhe confere uma longa sobrevivência e a manutenção dessa bactéria no solo em locais específicos, tendo assim maior verticalização para ocorrer a defesa contra patógenos (SILVA et.al, 2008).

A espécie *Bacillus amyloliquefaciens* possui seu habitat natural no solo, formando associações ao ambiente rizosférico e endofíticos de diferentes plantas (MENG et al., 2012). O *Bacillus amyloliquefaciens* influencia o desenvolvimento vegetativo, disponibilizando proteção contra patógenos e maximizando a eficiência no uso do nitrogênio no solo (ASARI et.al, 2017; WU et.al, 2017; MENDIS et.al, 2018). As interações com outros micro-organismos também são relatadas, principalmente com o *Bacillus subtilis*.

Já a espécie *Bacillus subtilis*, é uma bactéria Gram-positiva, saprófita, podendo ser encontrado tanto em contato com a água, como, com o solo, tolerando condições atípicas devido à presença de endósporo, se divide por divisão binária, ou por divisão assimétrica e são formadores de colônias. O crescimento em plantas é proporcionado pela capacidade das bactérias aumentarem a fixação de nitrogênio quando em simbiose com a planta, bem como, solubilização de nutrientes, síntese de fito-hormônios e melhoria da rizosfera, tudo isso somado a benefícios contra organismos patogênicos (MANJULA e PODILE, 2005).

De acordo com Manjula e Podile, 2005 e Lanna Filho e colaboradores 2010, a promoção de crescimento que ocorre devido à ação de *B. subtilis* ocorre pelo aumento da fixação de nitrogênio, solubilização de nutrientes, síntese de fito-hormônios e as condições do solo. Além desses aspectos, há os benefícios indiretos causados pela supressão do ambiente de micro-organismos patogênicos, também pode-se analisar que, a associação benéfica provoca o aumento fisiológico de metabólitos que, por sua vez, facilitará a percepção e absorção de nutrientes, pois podem desencadear a sensibilidade do sistema radicular às condições externas.

Já a espécie de *Bacillus megaterium* é uma bactéria Gram-positivo, aeróbio, que produz esporos, sendo encontrado em uma vasta gama de habitats. O gênero possui resistência a condições com elevada temperatura e pressão osmótica, o que facilita sua utilização nos mais variados processos (WU et.al, 2001; VARY et.al, 2007; PANDIAN et.al, 2010). O *Bacillus megaterium*, atua na solubilização do fósforo e apresenta outros mecanismos que auxiliam o crescimento, como a solubilização de potássio, produção de fito-hormônios, enzimas, bioproteção contra patógenos, e por meio de mecanismos secundários, aumentam também a absorção

de outros nutrientes e água pelo estímulo ao sistema de raízes (GUPTA et.al, 2015; RIBEIRO et.al, 2018).

Além da utilização do gênero *Bacillus*, outros gêneros como, *Bradyrhizobium*, *Rhizobium*, *Pseudomonas*, *Chromobacterium* e *Azospirillum*, também são utilizados na agricultura. As bactérias do gênero *Bradyrhizobium*, são consideradas associativas ou simbióticas, pois complementam na formação de estruturas especializadas na parte radicular da soja, onde desencadeia a fixação biológica de nitrogênio (HUNGRIA; CAMPO; MENDES, 2001). Já o *Azospirillum* traz efeitos positivos em leguminosas quando associado com outros micro-organismos, pois tem grande competência de desenvolver fito-hormônios que estimulam o desenvolvimento radicular (ZUFFO, 2016). A associação de *Bradyrhizobium* com *Azospirillum*, em inoculação da soja, formam maior número de nódulos na raiz principal e na secundária, fazendo com que haja maior volume de solo explorado, e eficiência elevada na absorção de nutrientes (FILHO; SILVA; SOUZA, 2018).

Os estudos de inoculação de *Azospirillum brasilense* em leguminosas ainda são poucos, mas, resultados de pesquisas já demonstram, que a prática de co-inoculação de *Bradyrhizobium japonicum* com *A. brasilense* em sementes, apresentam efeitos benéficos no desenvolvimento das culturas (GARCIA, 2015). A co-inoculação ou inoculação mista consiste na utilização combinada do *B. japonicum*, responsável pelo aumento na nodulação através da fixação simbiótica do nitrogênio atmosférico, e o uso da bactéria *A. brasilense* como potencializadora desta nodulação, devido a liberação de hormônios que estimulam o crescimento vegetal e radicular, refletindo uma maior absorção de nutrientes, em função da ampla área de solo explorado pelas raízes. Além da promoção do crescimento radicular essa bactéria, consegue realizar a fixação biológica de nitrogênio, embora com taxas menores a outros micro-organismos noduladores como os do gênero *bradyrhizobium* (BENINTENDE et.al, 2010).

Além das bactérias, algumas espécies de fungos encontrados naturalmente no solo, também são utilizados na agricultura. Entre os fungos abundantes no solo, se destacam a espécie *Trichoderma spp.* são fungos que ocorrem de forma natural nos solos, em especial nos solos que possuem maior teor de matéria orgânica, podendo viver soprofiticamente ou parasitando outros fungos. Esse gênero desempenha importantes funções de antagonista no controle de patógenos, através da utilização de diversos mecanismos de ação, como a competição por nutrientes,

espaço, oxigênio e luz (SANTOS, 2008). As espécies de *Trichoderma* são cosmopolitas, sendo encontradas na maioria dos solos (SAITO et.al, 2011).

Fungos do gênero *Trichoderma* são uns dos principais micro-organismos de importância para o aumento do crescimento vegetal. Este fungo pode influenciar positivamente na germinação de sementes, no desenvolvimento e rendimento da cultura devido, também, à produção de substâncias promotoras de crescimento e melhoria na nutrição das plantas, principalmente pela solubilização de fósforo (OLIVEIRA et.al, 2012; SILVA et.al, 2012).

Dentre os mais conhecidos na agricultura estão o *Trichoderma viride* e o *Trichoderma virens*, mas os mais utilizados e estudados são *Trichoderma harzianum* e o *Trichoderma asperellum*, importantes antagonistas de fitopatógenos e promotores de desenvolvimento vegetal em plantas através da produção de vários compostos benéficos. O fungo da espécie *T. asperellum* é encontrado em inúmeros locais, vivendo em materiais de decomposição, tecidos vegetais saudáveis, mas sua ocorrência e desenvolvimento ocorre principalmente na rizosfera, onde coloniza as raízes, sendo essa característica de grande importância para o sistema de defesa e crescimento da planta (HARMAN, 2000).

Os fungos do gênero *Trichoderma* estão sendo usados como bioprotetores, por agirem como antagonistas de alguns fitopatógenos de extrema relevância econômica e, também, por promover o florescimento e o desenvolvimento das plantas. Além disso, são fungos simbiotes endofíticos de plantas, largamente utilizados no tratamento de sementes para controle de doenças e por possibilitar o aumento da produtividade por meio da solubilização de micronutrientes insolúveis no solo e, assim, propiciando maior absorção e translocação de minerais pouco disponíveis (JUNGES et.al, 2016).

3. MATERIAL E MÉTODOS

Neste capítulo constam experimentos conduzidos no Laboratório da Biopark e teste agrônomo com condicionadores de solo classe A e micro-organismos realizados na empresa Compostec Soluções Ambientais. Os micro-organismos utilizados foram produzidos pela Biofábrica Compostec, localizado na cidade de Toledo-PR

3.1 Teste de germinação

O experimento foi instalado em delineamento experimental de blocos ao acaso, com três blocos, sendo feitas 10 repetições para cada tratamento.

Foram pesadas 100g de semente da soja para cada tratamento e colocado em saco plástico. Após foram feitos os inóculos dos micro-organismos *Bacillus megaterium* (BM), *Bacillus amyloliquefaciens* (BA), *Bacillus subtilis* (BS), *Bacillus thuringiensis* (BT) e o Blend (BM+BT+BA+BS), sendo utilizado nas concentrações de $1-5 \times 10^8$ (UFC/ mL), nos volumes de 50mL, 100mL e 200mL.

Os tratamentos utilizados no experimento foram organizados como demonstrado na Tabela 1.

Tabela 1- Tratamento utilizados na germinação em Germitest.

Tratamentos	Micro-organismos/dosagem
1	Água destilada
2	BA 50mL
3	BA 100mL
4	BA 200mL
5	BT 50mL
6	BT 100mL
7	BT 200mL
8	BM 50mL
9	BM 100mL
10	BM 200mL
11	BS 50mL
12	BS 100mL
13	BS 200mL
14	Blend 50ml
15	Blend 100mL
16	Blend 200mL

Bacillus megaterium (BM), *Bacillus amyloliquefaciens* (BA), *Bacillus subtilis* (BS), *Bacillus thuringiensis* (BT) e Blend (BM+BT+BA+BS).

Aos inóculos foram adicionadas 100mL de água, homogeneizado, retirou-se 10mL com o auxílio de uma pipeta graduada para ser aplicado nas sementes, as quais permaneceu em repouso por 1 hora.

Em seguida cinquenta sementes da soja foram acomodadas entre duas folhas de papel Germitest, embebidas com a água, enroladas em forma de cilindro e acomodadas em sacos de polietileno e sendo armazenado à 25°C, por 7 dias. Ao término do experimento, analisou-se a morfometria, baseada nas regras de análise de sementes RAS (2009), sendo: sementes germinadas, sementes não germinadas, sementes com podridão, sementes germinadas forte, sementes germinadas anormais, diâmetro do caule, comprimento da parte aérea e comprimento da raiz.

3.2 Teste agrônômico

O experimento foi realizado nas dependências da empresa Compostec Soluções Ambientais, situada no município Toledo, Paraná, Brasil. Na primeira quinzena de dezembro de 2020 a fevereiro de 2021. O experimento ocorreu na área B, apresentado na Figura 1.

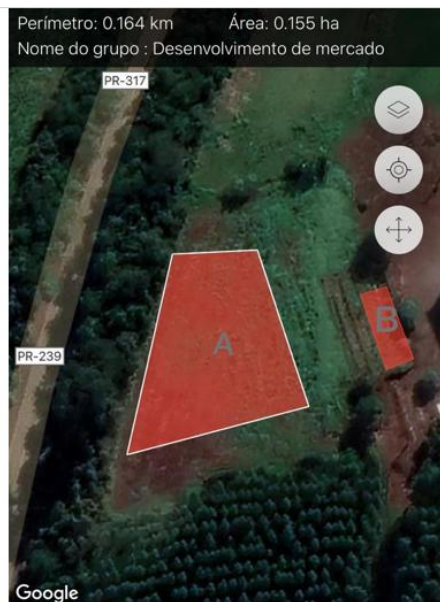


Figura 1: Área de experimento agrônômico em vasos.

Área A: experimento a campo; Área B: experimento em vasos

O experimento foi instalado em delineamento experimental de blocos causalizados, com três blocos.

O experimento foi composto por um total de 48 vasos, com volume de 18L, estes foram preenchidos com solo da área A como demonstrado na Figura 1, solo tipo latossolo vermelho eutroférico revolvido e peneirado. A disposição dos vasos está demonstrada na Figura 2. O solo utilizado nos vasos foi tratado com formulado NPK 02-20-20 nas proporções de 0,36g (50% N) e 0,72 g (100% N). Apenas, as testemunhas não receberam nenhum tipo de tratamento.



Figura 2: Disposição dos vasos no teste agrônômico.

Neste experimento o condicionador de solo classe A, foi produzido pela Compostec Soluções Ambientais. Que faz uso de matérias primas de diferentes resíduos agropecuários e agroindustriais, tais como: cinzas de caldeira; resíduo de ração; resíduos de cereais; lodo de flotador, compostagem de aves; gorduras; resíduos de incubatórios; condimentos; lácteos, borra de óleo vegetal; farinha de carne; algodão; resíduo de amido; mucosa de animais; resíduos de peixes e resíduos de madeira, dentre outros. Estes foram formulados buscando um balanço nutricional de relação de carbono e nitrogênio de 20/1. Os materiais foram homogeneizados e revolvidos periodicamente, sendo controlada a temperatura e mantendo a umidade durante o processo entre 40 a 60%. O processo teve a duração de 180 dias.

O condicionador de solo classe A foi utilizado, nas seguintes formas: condicionador esterilizado; condicionador esterilizado e inoculado com os microorganismos; condicionador natural; condicionador natural e inoculado com os microorganismos. O condicionador de solo classe A, que foi utilizado esterilizado passou pelo processo esterilização em autoclave a temperatura de 121 °C, com dois ciclos de 30 minutos.

Os micro-organismos inoculados no condicionador de solo classe A, foram utilizados com dosagens diferentes. Estes foram obtidas através das combinações das aplicações de diferentes micro-organismos, aplicadas via semente e via condicionador de solo classe A, como apresentado na Tabela 2.

Tabela 2- Tratamentos utilizados para avaliação do desenvolvimento da soja, aplicados via semente (AS) e aplicados via condicionador de solo classe A

Tratamentos	Aplicação via semente +/-composto classe A
1-Testemunha	0% adubação de N + S/In
2-Tratamento	50% adubação de N + S/In
3-Tratamento	100% adubação de N + S/In
4-Tratamento	50% N + In/S + 4 ton. CS
5-Tratamento	50% N + 4 ton. CS/E
6-Tratamento	50% N + 4 ton. CS/NE
7-Tratamento	50% N + 4 ton. CS/NE + 200 ml de MO's
8-Tratamento	50% N + 4 ton. CS/NE + 1000 ml de MO's
9-Tratamento	50% N + 8 ton. CS/E
10-Tratamento	50% N + 8 ton. CS/NE
11-Tratamento	50% N + 8 ton. CS/NE + 200 ml de MO's
12-Tratamento	50% N + 8 ton. CS/NE + 1000 ml de MO's
13-Tratamento	50% N + 4 ton. CS/E + In/S + 200 ml de MO's
14-Tratamento	50% N + 4 ton. CS/NE + In/S
15-Tratamento	50% N + 4 ton. CS/NE + In/S + 200 ml de MO's
16-Tratamento	50% N + 4 ton. CS/NE + In/S +1000 ml de MO's

N: nitrogênio; S/In: sem inóculo; CS: condicionador de solo; NE: não esterilizado; MO: micro-organismos (*B. megaterium*, *B.amyloliquefaciens*, *B.subtilis* e *Trichoderma aesperellum*); E: esterilizados; In/S: inóculo na semente (*Bradyrizhobiu japonicum*, e *Azospirillum brasilense*)

O condicionador de solo foi utilizado na seguinte proporção, para 4 toneladas 36g e par 8 toneladas 72g.

O condicionador de solo classe A esterilizado e o condicionador de solo classe A natural foram inoculados com as combinações dos seguintes micro-organismos: *Bacillus megaterium*, *Bacillus amyloliquefaciens*, *Bacillus subtilis* e *Trichoderma*

aesperellum. O inóculo utilizado no condicionador foi de 5mL na concentração $2,0 \times 10^8$ (UFC/mL) de *Bacillus megaterium*, *Bacillus amyloliquefaciens*, *Bacillus subtilis* e *Trichoderma asperellum* para cada 5kg de condicionador de solo classe A. O produto foi aplicado com o auxílio de uma seringa diretamente sobre o condicionador, posteriormente agitado manualmente para que houvesse a homogeneização.

As sementes foram inoculadas com 1mL de *Bradyrhizobium japonicum*, e *Azospirillum brasilense*, na concentração $2,0 \times 10^8$ (UFC/mL) para cada 5 kg de sementes da soja. O inóculo foi aplicado com o auxílio de uma seringa sobre a semente, houve a homogeneização manualmente e deixado descansar por 1 hora antes do plantio. A semeadura foi realizada utilizando 5 sementes por vasos.

Os vasos foram irrigados por gotejamento.

Em aproximadamente 15 dias do plantio houve a verificação das primeiras plântulas, não havendo, após a germinação, nenhum tratamento químico ou biológico sobre a soja.

As avaliações morfométricas foram analisadas seguindo o RAS (2009), sendo analisados: da altura das plantas (AP), com auxílio de uma régua, tendo como limites o colo e a gema apical da haste principal da planta. Em seguida as plantas foram seccionadas nas diferentes partes (folhas, caules + pecíolos, estruturas reprodutivas (quando presentes) e raízes.

As raízes foram lavadas em água com fluxo contínuo, com auxílio de um recipiente para não haver perdas dos nódulos, até conseguir eliminar toda o solo. Evitando-se ao máximo a perda de raízes e nódulos. Em seguida obteve-se o volume das raízes (VR) e a quantidade de nódulos por raízes.

O volume foi verificado através do método de deslocamento de água. Para tal utilizou-se uma proveta, onde acrescentava-se um volume de água (500ml) e em seguida mergulhava-se a raiz na proveta com água, sendo o VR correspondente ao volume de água deslocado na proveta, expresso em mL.

Após estas determinações, as diferentes partes das plantas foram acondicionadas em sacos de papel devidamente etiquetados e secadas em estufa de circulação forçada de ar a 65°C , por 72 horas até atingir massa constante. Procedeu-se, então, a determinação da massa seca em balança de precisão, obtendo-se a massa seca de folhas (MSF), massa seca de caule + pecíolo (MSCP) e a massa seca das raízes (MSR).

Quando as plantas já apresentavam vagens e flores, realizou-se a contagem do número de flores (NFL), número de vagens (NV), a massa seca das flores (MSFL) e a massa seca das vagens (MSV).

Este trabalho foi dividido em diferentes análises:

- a) Avaliação da eficiência agronômica em função de diferentes concentrações de nitrogênio (0N, 50N e 100N);
 - b) Avaliação da eficiência agronômica em função de diferentes volumes de condicionador do solo (4T e 8T), bem como diferentes volumes de Blend (0, 200 e 1000 mL);
 - c) Avaliação da eficiência agronômica em função da ocorrência, ou não, de inoculação na semente de diferentes volumes de micro-organismos (0, 200 e 1000 mL);
 - d) Avaliação da eficiência agronômica em função da esterilização, ou não, do solo, bem como de diferentes volumes de micro-organismos (0, 200 e 1000 mL);
- E Avaliação do desenvolvimento morfológico de sementes de soja expostas a diferentes espécies volumes de *Bacillus* spp.

Nas 4 primeiras etapas deste trabalho, as variáveis foram obtidas por meio de um delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial. As variáveis analisadas foram: Altura, Número de Folhas, Diâmetro, Número de Flores, Número de Vagens, Massa de Folhas, Massa do Coleto, Massa da Raiz, Nódulos Pequenos, Nódulos Médios, Nódulos Grandes e Volume.

A avaliação da eficiência agronômica em função de diferentes concentrações de nitrogênio (0N, 50N e 100N) foi avaliada por meio de análises de regressão linear, aplicando-se o método dos mínimos quadrados, e avaliando-se a significância dos modelos por meio da Análise da Variância.

A avaliação da eficiência agronômica em função de diferentes massas no condicionador de solo e diferentes volumes de micro-organismos foi avaliada por meio de Análise de Covariância, avaliando-se os seguintes grupos: 4 Toneladas – 0 mL de micro-organismos; 4 Toneladas – 200 mL de micro-organismos; 4 Toneladas – 1000 mL de micro-organismos; 8 Toneladas - 0 mL de micro-organismos; 8 Toneladas – 200 mL de micro-organismos; 8 Toneladas – 1000 mL de micro-organismos. A avaliação da significância entre os pares de médias foi avaliada por meio do teste de acompanhamento de Tukey-HSD.

A avaliação da eficiência agrônômica em função da ocorrência, ou não, de inoculação na semente de diferentes volumes de micro-organismos foi calculada por meio de Análise de Covariância, aferindo-se os seguintes grupos: não inoculação – 0 mL; não inoculação – 200 mL; não inoculação – 1000 mL; inoculação – 0 mL; inoculação – 200 mL e inoculação – 1000 mL. A estimativa da significância entre os pares de médias foi determinada por meio do teste de acompanhamento de Tukey-HSD.

A avaliação da eficiência agrônômica em função da esterilização, ou não, do condicionador de solo classe A, bem como diferentes volumes de micro-organismos foi medida por meio de Análise de Covariância, aferindo-se os seguintes grupos: não esterilização – 0 mL; não esterilização - 200 mL; não esterilização – 1000 mL; esterilização – 0 mL; esterilização - 200 mL e esterilização – 1000 mL. A avaliação da significância entre os pares de médias foi avaliada por meio do teste de acompanhamento de Tukey-HSD.

Por fim, a avaliação do desenvolvimento morfológico de sementes de soja expostas a diferentes *Bacillus* spp. foi feita por meio de Análise de Variância Fator Duplo, determinando-se os seguintes grupos: *Bacillus amyloliquefaciens* 50mL; *B. amyloliquefaciens* 100 mL; *B. amyloliquefaciens* 200 mL; *Bacillus thuringiensis* 50mL; *B. thuringiensis* 100 mL; *B. thuringiensis* 200 mL; *B. megaterium* 50 mL; *B. megaterium* 100 mL; *B. megaterium* 200 mL; *B. subtilis* 50 mL; *B. subtilis* 100mL; *B. subtilis* 200 mL; Blend 50 mL; Blend 100 mL e Blend 200 mL. A avaliação da significância entre pares de médias foi realizada por meio do teste de acompanhamento de Tukey-HSD. As variáveis testadas foram: sementes germinadas, sementes não germinadas, semente anormal, semente forte, podridão de semente, comprimento da parte aérea, comprimento de raiz e diâmetro.

Todas as análises foram realizadas no programa R (R Core Team, 2021) utilizando-se os pacotes 'ExpDes.pt' (Ferreira et al., 2021) e ggplot2 (Wickham, 2016).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Avaliação da eficiência agronômica em função de diferentes concentrações de nitrogênio

O nitrogênio (N) é o nutriente requerido em maior quantidade pela cultura da soja, pois os grãos são muito ricos em proteínas, apresentando um teor médio de 6,5% N. Desse modo, para produzir 1.000 kg de grãos de soja são necessários 65 kg de N. O reservatório de N presente na matéria orgânica do solo é limitado, podendo ser esgotado rapidamente após alguns cultivos. Além disso, as condições de temperatura e umidade predominantes no território brasileiro aceleram os processos de decomposição da matéria orgânica e de perdas de N, resultando em solos com teores pobres desse nutriente, capazes de fornecer, em média, apenas 10 a 15 kg de N por cultura. Deve-se considerar, ainda, que a preservação da matéria orgânica com uma relação C/N adequada é importante para a manutenção dos micro-organismos do solo, sem os quais a sustentabilidade dos sistemas agrícolas é inviável. A fixação abiótica, isto é, independente da ação de organismos vivos, é pequena e variável. (HUNGRIA et al.2001).

Assim, a utilização de nitrogênio(N) é fundamental para o desenvolvimento e a produção da soja no mundo.

Ao avaliar as variáveis analisadas em relação à concentração de nitrogênio, foi possível verificar que apenas a variável Massa das Folhas (MS Folha) apresentou significância estatística ($r^2 = 0,445$; $p = 0,050$), indicando que o aumento de nitrogênio do solo promove significativamente o aumento da massa foliar da soja. As demais variáveis não apresentaram significância estatística, apesar das variáveis Altura, Número de folhas, Diâmetro, Número de flores e Massa do Coleto exibirem o acréscimo de seus valores à medida em que ocorre o aumento de nitrogênio no solo, sendo a ausência de significância possivelmente decorrente do baixo número de unidades amostrais (Tabela 3; Figura 3).

Tabela 3 – Estatísticas da regressão linear referentes a avaliação da eficiência agrônômica em função de diferentes concentrações de nitrogênio. p-valor (t): probabilidade decorrente da aplicação do Teste-t para os coeficientes do modelo; r^2 : coeficiente de determinação; p-valor do modelo: probabilidade decorrente da Análise da Variância.

Variáveis respostas	Variáveis preditoras	Coefficiente	Erro-padrão	p-valor (t)	r^2	p-valor do modelo
Altura	Intercepto	17,51	12,64	0,210	0,354	0,090
	Nitrogênio	0,38	0,2	0,090		
N. Folhas	Intercepto	14,68	10,1	0,190	0,279	0,120
	Nitrogênio	0,28	0,16	0,120		
Diâmetro	Intercepto	6,65	5,37	0,260	0,109	0,390
	Nitrogênio	0,08	0,08	0,390		
N. Flor	Intercepto	16,33	9,17	0,120	0,288	0,140
	Nitrogênio	0,24	0,14	0,140		
N. Vagem	Intercepto	3,56	2,96	0,270	0,036	0,630
	Nitrogênio	0,02	0,05	0,630		
MSFolha	Intercepto	1,5	0,73	0,080	0,445	0,050
	Nitrogênio	0,03	0,01	0,050		
MSColeto	Intercepto	1,05	1	0,330	0,344	0,100
	Nitrogênio	0,03	0,02	0,100		
MSRaiz	Intercepto	7,67	2,85	0,030	0,008	0,820
	Nitrogênio	-0,01	0,04	0,820		
Nod. P	Intercepto	195,28	118,65	0,140	0,046	0,580
	Nitrogênio	-1,07	1,84	0,580		
Nod. M	Intercepto	28,5	20,76	0,210	0,061	0,520
	Nitrogênio	0,22	0,32	0,520		
Nód. G	Intercepto	25,56	14,23	0,120	0,029	0,660
	Nitrogênio	-0,1	0,22	0,660		
Vol.	Intercepto	56,39	18,58	0,020	0,055	0,540
	Nitrogênio	-0,18	0,29	0,540		

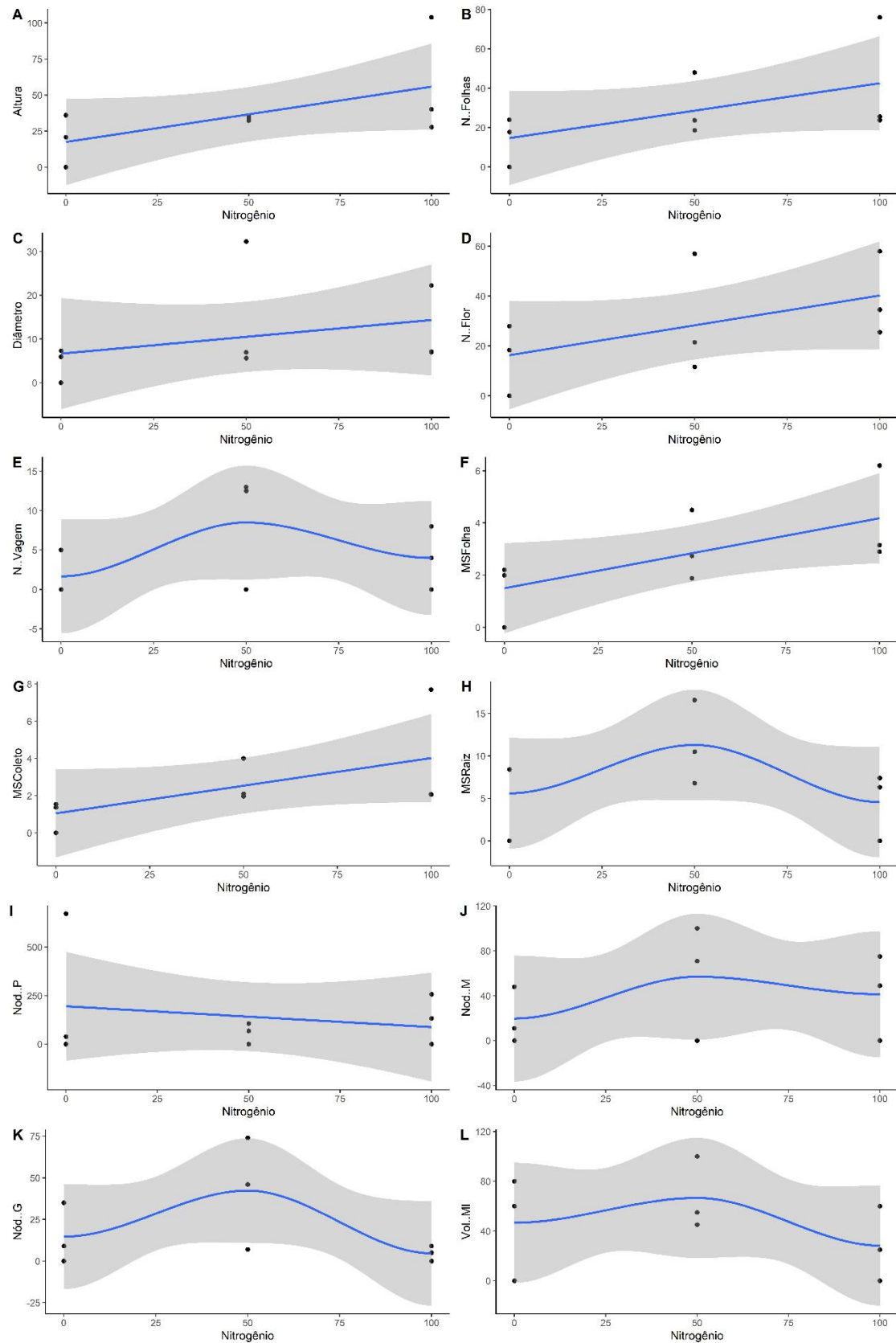


Figura 3 – Diagramas de dispersão e modelos referentes à avaliação da eficiência agrônômica em função de diferentes concentrações de nitrogênio. A) Altura, B) Número de Folhas, C) Diâmetro, D) Número de Flores, E) Número de Vagens,

F) Massa de Folhas, G) Massa do Coleto, H) Massa da Raiz, I) Nódulos Pequenos, J) Nódulos Médios, K) Nódulos Grandes e L) Volume.

4.2. Avaliação da eficiência agrônômica em função de diferentes massas no condicionador do solo e diferentes volumes de micro-organismos.

A aplicação de condicionadores de solos classe A, fertilizantes e correção em taxa diferenciada, e a realização das interferências técnicas agrônômicas com finalidade de trazer maior retorno econômico e buscando a redução de custos de insumos através da aplicação em taxa variável em função potencial de resposta das áreas norteadas pela variabilidade das unidades de produção.

Assim ao avaliar a eficiência agrônômica em função das massas no condicionador do solo classe A e diferentes volumes de micro-organismos, foi possível verificar que as variáveis Altura, Número de folhas, Diâmetro, Número de flores, Massa de folhas e Massa do Coleto apresentaram médias significativamente maiores quando utilizadas 4 toneladas de massa com 200 ou 1000 mL de Blend ($p < 0,05$). A variável Volume (Vol.) apresentou médias significativamente mais elevadas nos grupos com 4 toneladas de massa com 200 ou 1000 mL de Blend, assim como com 8 toneladas de massa e 0 mL de micro-organismo ($p < 0,05$). As variáveis Número de vagem, Massa de raiz, Nódulos pequenos, Nódulos médios e Nódulos grandes não apresentaram diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos ($p > 0,05$; Tabela 4; Figura 4).

Tabela 4 – Médias e erros-padrão das variáveis referentes a avaliação da eficiência agrônômica em função de diferentes massas no condicionador do solo (4 toneladas e 8 toneladas) e diferentes volumes de micro-organismos (0, 200 e 1000 mL). p-valor da interação da Análise da Covariância

	4 Toneladas			8 Toneladas			p-valor Interação
	0	200	1000	0	200	1000	
Altura	30,18 ± 5,28 ^{bA}	37,44 ± 8,14 ^{aA}	38,36 ± 4,70 ^{aA}	37,87 ± 4,73 ^{bA}	0 ^{bB}	0 ^{bB}	0,0005
N. Folhas	25,53 ± 3,94 ^{bA}	27,17 ± 2,32 ^{aA}	29,18 ± 2,10 ^{aA}	26,07 ± 1,21 ^{bA}	0 ^{bB}	0 ^{bB}	<0,0001
Diâmetro	6,44 ± 0,33 ^{bA}	8,11 ± 1,06 ^{aA}	7,54 ± 1,16 ^{aA}	7,24 ± 0,12 ^{bA}	0 ^{bB}	0 ^{bB}	<0,0001
N. Flor	17,48 ± 7,15 ^{bA}	31,17 ± 9,16 ^{aA}	35,30 ± 7,36 ^{aA}	25,46 ± 4,23 ^{bA}	0 ^{bB}	0 ^{bB}	0,0055
N. Vagem	1,00 ± 1,00	1,33 ± 1,33	4,56 ± 2,30	3,44 ± 1,85	0	0	0,076
MSFolha	2,16 ± 0,18 ^{bA}	2,98 ± 0,54 ^{aA}	3,12 ± 0,64 ^{aA}	2,76 ± 0,03 ^{bA}	0 ^{bB}	0 ^{bB}	0,0002
MSColeto	1,71 ± 0,58 ^{bA}	2,40 ± 0,55 ^{aA}	2,38 ± 0,24 ^{aA}	2,17 ± 0,25 ^{bA}	0 ^{bB}	0 ^{bB}	0,0021
MSRaiz	10,67 ± 3,86	12,53 ± 4,93	10,37 ± 2,33	12,87 ± 2,09	0	0	0,051
Nod. P	115,00 ± 22,54	167,33 ± 74,78	87,00 ± 11,50	85,00 ± 41,50	0	0	0,208
Nod. M	46,33 ± 35,45	172,00 ± 106,71	51,97 ± 28,03	97,00 ± 56,72	0	0	0,149
Nód. G	29,67 ± 26,18	15,67 ± 4,10	71,33 ± 28,11	47,33 ± 27,82	0	0	0,109
Vol.	71,67 ± 14,24 ^{bA}	93,33 ± 13,64 ^{aA}	100,00 ± 12,58 ^{aA}	120,00 ± 20,00 ^{aA}	0 ^{bB}	0 ^{bB}	<0,0001

*Letras **minúsculas** diferentes indicam diferenças estatísticas significativas entre as massas.

*Letras **maiúsculas** diferentes indicam diferenças estatísticas significativas entre os volumes de micro-organismos.

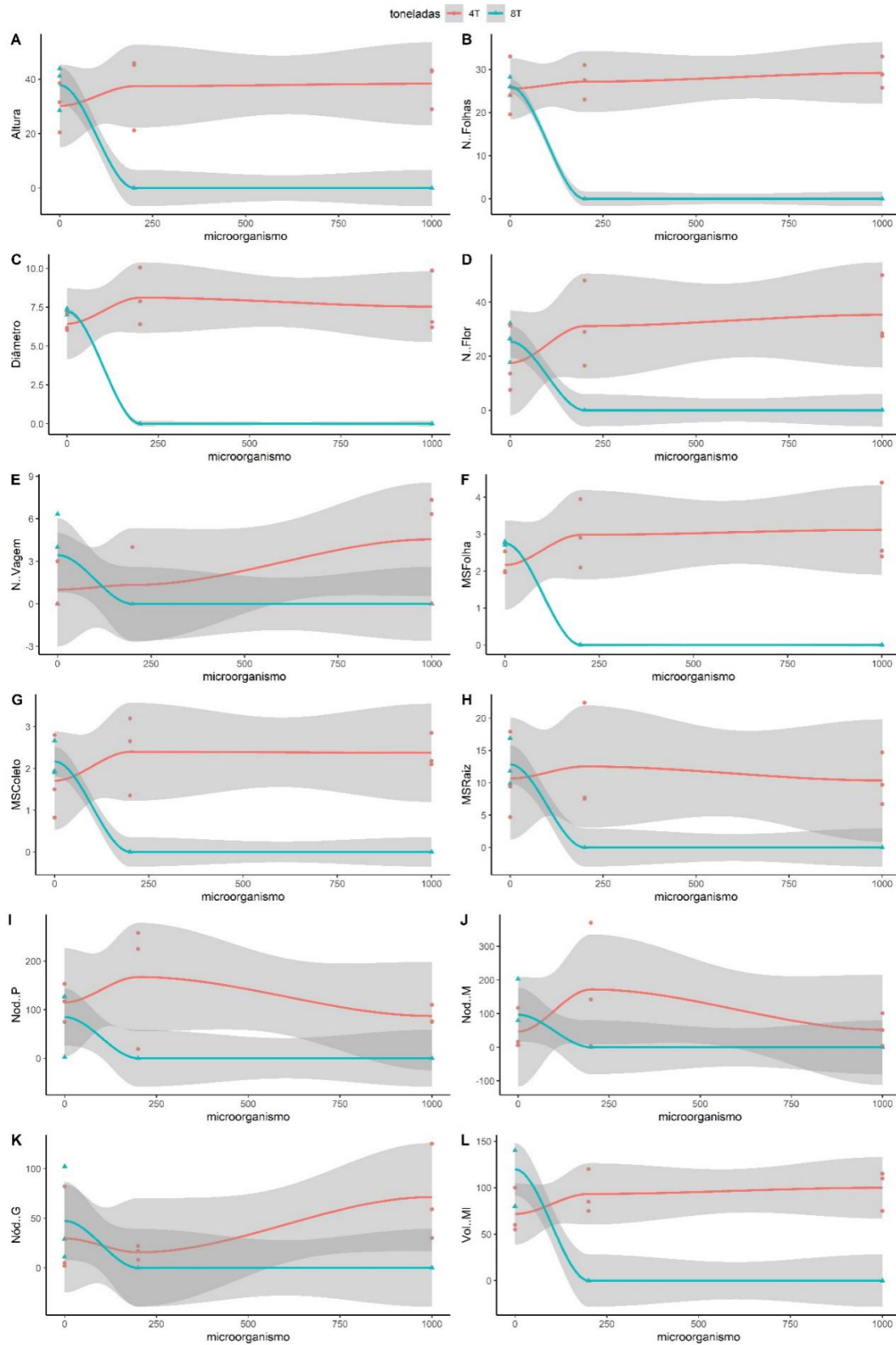


Figura 4– Diagramas de dispersão e modelos referentes à avaliação da eficiência agrônômica em função de diferentes massas do condicionador de solo e diferentes volumes de microrganismos. A) Altura, B) Número de Folhas, C)

Diâmetro, D) Número de Flores, E) Número de Vagens, F) Massa de Folhas, G) Massa do Coleto, H) Massa da Raiz, I) Nódulos Pequenos, J) Nódulos Médios, K) Nódulos Grandes e L) Volume.

4.3. Avaliação da eficiência agrônômica em função da ocorrência de inoculação na semente de diferentes volumes de micro-organismos.

Quando experimentos sob plantio direto ou convencional foram comparados, constatou-se que, para a soja, ocorrem incrementos no número de células viáveis de *Bradyrhizobium* no solo, na diversidade genética de *Bradyrhizobium*, na nodulação, no crescimento das plantas, nas taxas de fixação biológica do N₂ e no rendimento de grãos no plantio direto (HUNGRIA, 2000).

Com a junção de *Bradyrhizobium* com *Azospirillum*, em inoculação da soja, ocorre maior número de nódulos presentes na raiz principal e na secundária, fazendo com que haja maior volume de solo explorado, e eficiência elevada na absorção de nutrientes (FILHO; SILVA; SOUZA, 2018).

Nos testes agrônômicos, utilizando condicionador de solo e micro-organismos, obtivemos os seguintes resultados, com a massa de 4 toneladas no condicionador de solo apresentaram melhor eficiência, um novo experimento com a mesma massa foi realizado, porém avaliando-se o efeito da inoculação de *Bradyrhizobiu japonicum*, e *Azospirillum brasilense* nas sementes.

Na avaliação de eficiência agrônômica deste experimento foi verificado que em nenhuma das variáveis testadas houve diferenças estatísticas significativas entre as médias ($p > 0,05$; Tabela 5). Tais resultados indicam, portanto, que é indiferente para a eficiência agrônômica realizar a inoculação dos diferentes volumes de *Bradyrhizobiu japonicum*, e *Azospirillum brasilense* na semente, ou não (Figura 5).

Tabela 5 – Médias e erros-padrão das variáveis referentes à avaliação da eficiência agrônômica em função da ocorrência de inoculação na semente (sem e com inoculação) de diferentes volumes de micro-organismos (0, 200 e 1000 mL). p-valor da interação da Análise da Covariância.

	Sem Inoculação na Semente			Com Inoculação na Semente			p-valor interação
	0	200	1000	0	200	1000	
Altura	30,18 ± 5,28	37,44 ± 8,14	38,36 ± 4,70	33,83 ± 0,87	37,19 ± 7,02	41,32 ± 3,00	0,929
N. Folhas	25,53 ± 3,94	27,17 ± 2,32	29,18 ± 2,10	30,14 ± 9,05	28,44 ± 2,51	27,89 ± 4,92	0,829
Diâmetro	6,44 ± 0,33	8,11 ± 1,06	7,54 ± 1,16	14,97 ± 8,67	7,25 ± 0,91	6,70 ± 0,55	0,359
N. Flor	17,48 ± 7,15	31,17 ± 9,16	35,30 ± 7,36	30,06 ± 13,77	41,00 ± 10,39	32,56 ± 11,27	0,728
N. Vagem	1,00 ± 1,00	1,33 ± 1,33	4,56 ± 2,30	8,50 ± 4,25	3,00 ± 1,53	2,33 ± 2,33	0,163
MSFolha	2,16 ± 0,18	2,98 ± 0,54	3,12 ± 0,64	3,04 ± 0,77	2,70 ± 0,73	2,98 ± 0,64	0,607
MSColeto	1,71 ± 0,58	2,40 ± 0,55	2,38 ± 0,24	2,69 ± 0,66	2,32 ± 0,46	2,47 ± 0,45	0,546
MSRaiz	10,67 ± 3,86	12,53 ± 4,93	10,37 ± 2,33	11,30 ± 2,86	11,67 ± 0,93	11,13 ± 0,56	0,956
Nod. P	115,00 ± 22,54	167,33 ± 74,78	87,00 ± 11,50	58,33 ± 31,06	97,00 ± 15,37	175,00 ± 55,43	0,154
Nod. M	46,33 ± 35,45	172,00 ± 106,71	51,97 ± 28,03	57,00 ± 29,70	55,00 ± 12,58	162,67 ± 114,74	0,281
Nód. G	29,67 ± 26,18	15,67 ± 4,10	71,33 ± 28,11	42,33 ± 19,43	41,00 ± 12,66	46,33 ± 4,10	0,395
Vol.	71,67 ± 14,24	93,33 ± 13,64	100,00 ± 12,58	66,67 ± 16,91	75,00 ± 10,41	80,00 ± 0,00	0,809

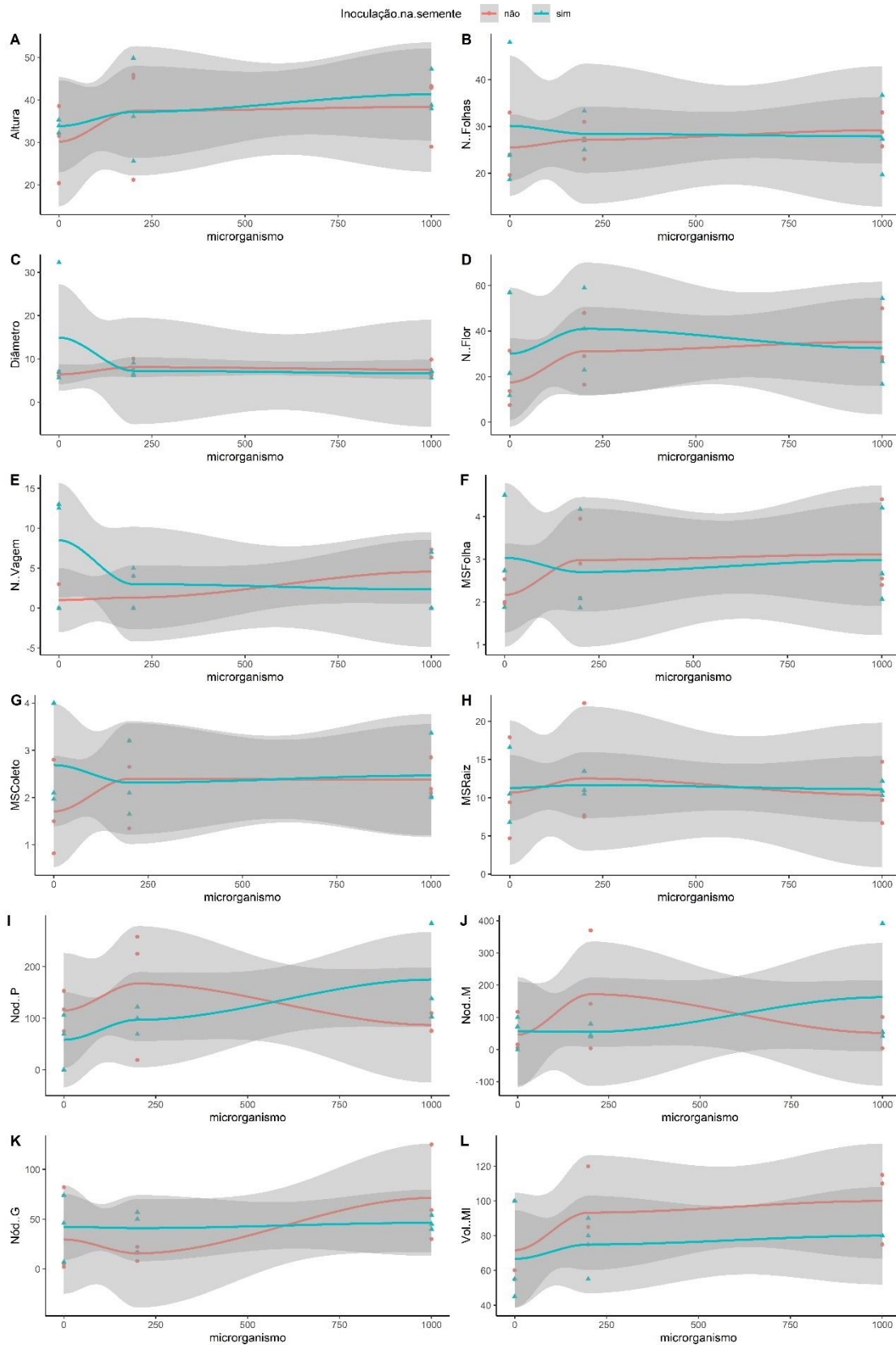


Figura 5 – Diagramas de dispersão e modelos referentes à avaliação da eficiência agrônômica em função da ocorrência de inoculação na semente de diferentes volumes de micro-organismos. A) Altura, B) Número de Folhas, C) Diâmetro,

D) Número de Flores, E) Número de Vagens, F) Massa de Folhas, G) Massa do Coletor, H) Massa da Raiz, I) Nódulos Pequenos, J) Nódulos Médios, K) Nódulos Grandes e L) Volume.

4.4. Avaliação da eficiência agrônômica em função da esterilização do solo e aplicação de diferentes volumes de micro-organismos.

Visto que os resultados com a massa de 4 toneladas no condicionador de solo classe A, apresentaram melhor eficiência, bem como a inoculação dos micro-organismos na semente não promoveram efeito, foi realizado um novo experimento com a massa de 4 toneladas, sem inoculação dos micro-organismos, mas com a avaliação da esterilização do solo.

Na avaliação de eficiência agrônômica deste experimento foi verificado que em nenhuma das variáveis testadas houve diferenças estatísticas significativas entre as médias ($p > 0,05$; Tabela 6). Tais resultados indicam, portanto, que é indiferente para a eficiência agrônômica realizar a esterilização do condicionador de solo classe A e a aplicação de diferentes volumes de Blend (Figura 6).

Tabela 6 – Médias e erros-padrão das variáveis referentes à avaliação da eficiência agrônômica em função da esterilização do solo (sem e com) e aplicação de diferentes volumes de micro-organismos (0, 200 e 1000 mL). p-valor da interação da Análise da Covariância.

	Sem esterilização			Com esterilização			p-valor interação
	0	200	1000	0	200	1000	
Altura	30,18 ± 5,28	37,44 ± 8,13	38,36 ± 4,70	31,92 ± 4,14	35,59 ± 3,66	40,16 ± 4,19	0,924
N. Folhas	25,53 ± 3,94	27,17 ± 2,32	29,18 ± 2,10	16,72 ± 8,78	26,36 ± 3,12	25,78 ± 3,82	0,682
Diâmetro	6,44 ± 0,33	8,12 ± 1,06	7,54 ± 1,16	6,15 ± 0,36	7,08 ± 0,97	8,29 ± 1,47	0,670
N. Flor	17,48 ± 7,15	31,17 ± 9,16	35,30 ± 7,36	17,00 ± 4,36	24,25 ± 0,90	25,17 ± 11,88	0,816
N. Vagem	1,00 ± 1,00	1,33 ± 1,33	4,55 ± 2,29	1,33 ± 1,33	2,33 ± 2,33	3,33 ± 3,33	0,864
MSFolha	2,16 ± 0,18	2,98 ± 0,54	3,12 ± 0,64	2,74 ± 0,59	3,32 ± 0,72	3,04 ± 0,43	0,836
MSColeto	1,71 ± 0,58	2,40 ± 0,55	2,38 ± 0,24	1,91 ± 0,42	2,27 ± 0,40	2,79 ± 0,58	0,846
MSRaiz	10,67 ± 3,86	12,53 ± 4,93	10,37 ± 2,33	8,63 ± 1,19	10,70 ± 1,05	6,57 ± 2,70	0,938
Nod. P	115,00 ± 22,54	167,33 ± 74,78	87,00 ± 11,50	210,67 ± 75,47	108,00 ± 47,44	33,33 ± 18,48	0,243
Nod. M	46,33 ± 35,45	172,00 ± 106,71	51,97 ± 28,03	143,33 ± 21,28	96,00 ± 27,71	26,67 ± 24,21	0,250
Nód. G	29,67 ± 26,18	15,67 ± 4,10	71,33 ± 28,11	35,00 ± 10,39	60,67 ± 32,91	22,00 ± 20,50	0,157
Vol.	71,67 ± 14,24	93,33 ± 13,64	100,00 ± 12,58	68,33 ± 22,42	80,00 ± 17,56	58,33 ± 21,67	0,540

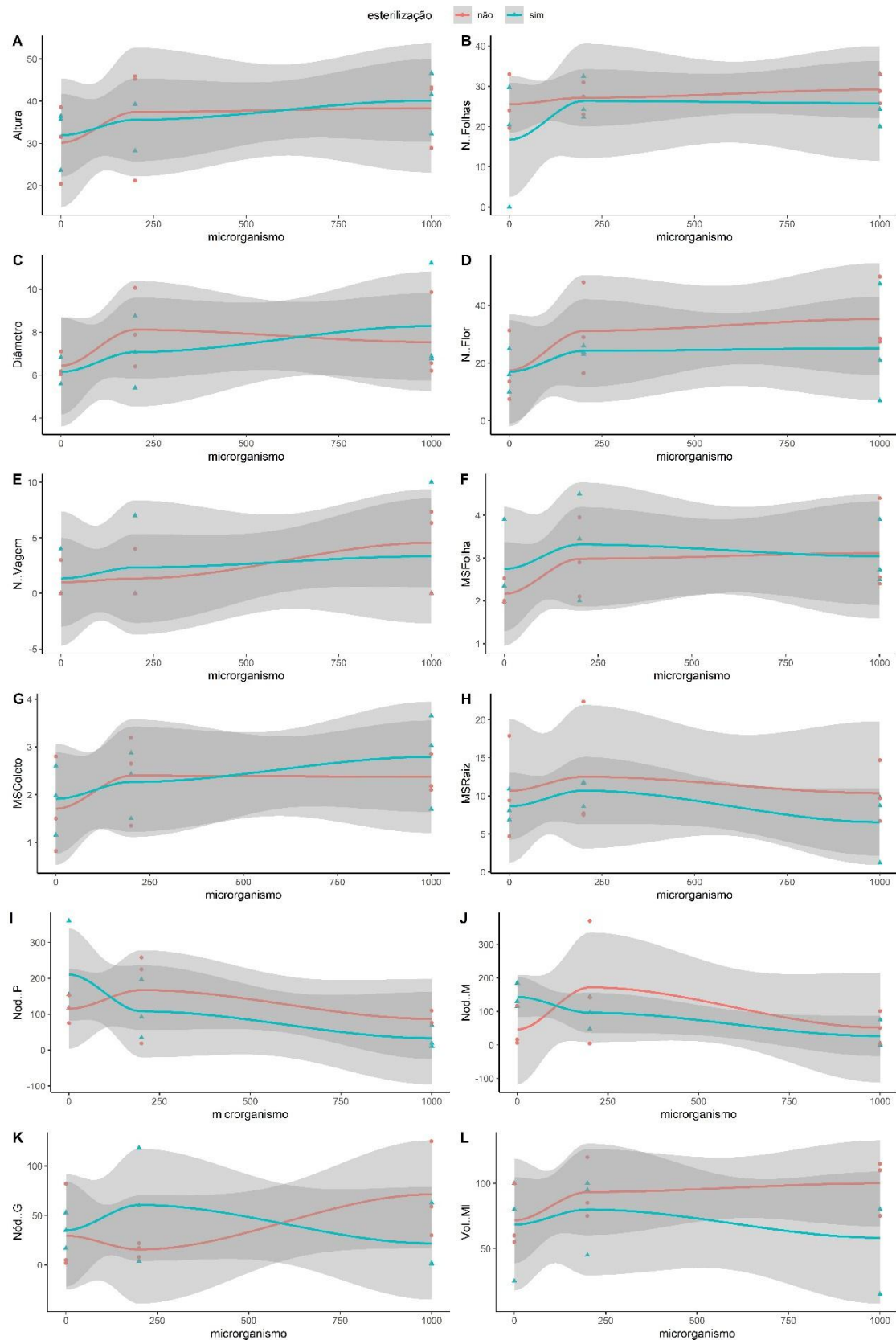


Figura 6 – Diagramas de dispersão e modelos referentes à avaliação da eficiência agrônômica em função da esterilização do solo e aplicação de diferentes volumes de micro-organismos. A) Altura, B) Número de Folhas, C) Diâmetro,

D) Número de Flores, E) Número de Vagens, F) Massa de Folhas, G) Massa do Coleto, H) Massa da Raiz, I) Nódulos Pequenos, J) Nódulos Médios, K) Nódulos Grandes e L) Volume.

4.5. Avaliação do desenvolvimento morfológico de sementes de soja expostas a diferentes volumes de *Bacillus* spp.

A maior velocidade de emergência pode proporcionar a planta vantagens no aproveitamento de água, luz e nutrientes iniciando o processo fotossintético antecipadamente, vindo a favorecer o crescimento da parte aérea e do sistema radicular (PANOZZO et al., 2009). Quanto mais rápido ocorrer a germinação das sementes e a imediata emergência das plântulas, menos tempo as mesmas ficarão sob condições adversas, passando pelos estádios iniciais de desenvolvimento de forma mais acelerada (MARTINS; NAKAGAWA; BOVI, 1999).

Dessa forma a utilização de bactérias do gênero *Bacillus* spp, demonstram eficiência na germinação, trazendo então benefícios a soja.

Ao avaliar o desenvolvimento morfológico de sementes de soja expostas a diferentes volumes de *Bacillus* spp., bem como a uma mistura de micro-organismos (Blend), notou-se que todas as variáveis analisadas apresentaram médias diferentes entre os tratamentos ($p < 0,05$).

Quanto à avaliação das sementes germinadas, foi possível verificar que houve efeito tanto dos micro-organismos ($F = 3,77$; $p = 0,013$), como do volume ($F = 4,07$; $p = 0,027$) e da interação destes dois fatores ($F = 2,24$; $p = 0,052$). Verificou-se que as maiores médias de germinação das sementes ocorreram na aplicação de 50 mL de todos os micro-organismos, assim como o Blend aplicado em todos os volumes (Tabela 7; Figura 7A).

Ao analisar as sementes não germinadas, observou-se que houve efeito tanto dos micro-organismos ($F = 3,77$; $p = 0,013$), como do volume ($F = 4,07$; $p = 0,027$) e da interação destes dois fatores ($F = 2,24$; $p = 0,052$). O resultado similar ao observado para sementes germinadas consiste no fato destas variáveis serem complementares ($n =$ sementes germinadas + sementes não germinadas) (Tabela 7; Figura 7B).

Quanto à frequência de ocorrência de sementes anormais, foi apurado o efeito significativo dos micro-organismos ($F = 33,78$; $p < 0,0001$), bem como da interação

entre micro-organismos e volume ($F = 5,45$; $p = 0,0003$). Nos três volumes aplicados (50, 100 e 200 mL), o micro-organismo *Bacillus amyloquefaciens* promoveu as maiores média de sementes com anormalidades, assim como *Bacillus thuringiensis* aplicado no volume de 50 mL (Tabela 7; Figura 7C).

Em relação às sementes fortes, foi examinado um efeito significativo dos micro-organismos ($F = 3,36$; $p = 0,022$), bem como da interação entre micro-organismos e volume ($F = 2,61$; $p = 0,027$). A maioria dos tratamentos apresentou um número elevado de sementes fortes, sendo importante ressaltar os grupos com as menores médias: *Bacillus amyloquefaciens* e *Bacillus subtilis* aplicados em volume de 100 mL (Tabela 7; Figura 7D).

Quanto à podridão, notou-se um efeito significativo dos micro-organismos ($F = 37,76$; $p < 0,0001$), do volume de aplicação ($F = 24,47$; $p < 0,0001$) e da interação de micro-organismos com o volume ($F = 9,04$; $p < 0,0001$). As maiores médias de podridão foram detectadas nos tratamentos em que foi aplicado *Bacillus amyloquefaciens* nos volumes de 50, 100 e 200 mL, assim como *Bacillus thuringiensis* no volume de 50 mL (Tabela 7; Figura 7E).

Ao avaliar o comprimento das partes aéreas das plantas, foi também verificado um efeito significativo dos micro-organismos ($F = 4,27$; $p = 0,008$), dos volumes aplicados ($F = 4,49$; $p = 0,020$) e da interação dos micro-organismos e volumes ($F = 3,04$; $p = 0,012$). As maiores médias foram detectadas nos tratamentos em que foram aplicados *Bacillus subtilis*, *Bacillus thuringiensis* e o Blend no volume de 50 mL (Tabela 7; Figura 7F).

Em relação ao comprimento das raízes, houve um efeito significativo dos micro-organismos ($F = 2,68$; $p = 0,050$) e da interação dos micro-organismos e volumes ($F = 2,78$; $p = 0,020$). A maior média detectada ocorreu no tratamento em que foi aplicado o Blend no volume de 50 mL (Tabela 7; Figura 7G).

Por fim, ao avaliar o diâmetro, foi verificado um efeito significativo dos microrganismos ($F = 6,19$; $p = 0,0009$) e da interação dos micro-organismos e volumes ($F = 3,03$; $p = 0,013$). As maiores média foram obtidas nos tratamentos em que foram aplicados os micro-organismos *Bacillus megaterium* e *Bacillus thuringiensis* nos volumes de 50 e 100 mL (Tabela 7; Figura 7H).

Tabela 7 – Médias e erros-padrão das variáveis referentes a avaliação do desenvolvimento morfológico de sementes de soja expostas a diferentes volumes de *Bacillus* spp. p-valor da interação da Análise da Variância Fator Duplo.

Micro-organismos	Volumes	Germinada	Não Germinada	Anormal	Forte	Podridão	Comp. PA	Comp. Raiz	Diâmetro
<i>Bacillus amvloquefaciens</i>	50	44,3 ± 1,2 ^{aA}	5,7 ± 1,2 ^{aA}	31 ± 1,5 ^{aA}	9,7 ± 0,3 ^{aA}	25,7 ± 2 ^{abA}	10,3 ± 0,3 ^{abA}	10,2 ± 1,5 ^{abA}	2,1 ± 0,1 ^{abA}
	100	38,7 ± 0,9 ^{aA}	11,3 ± 0,9 ^{aA}	32,3 ± 1,2 ^{aA}	4,7 ± 1,5 ^{cA}	27,7 ± 1,8 ^{aA}	8,5 ± 0,2 ^{bA}	10,3 ± 1,7 ^{aA}	2,1 ± 0,2 ^{abA}
	200	39,3 ± 3,8 ^{bcA}	10,7 ± 3,8 ^{abA}	32 ± 1,5 ^{aA}	6,7 ± 1,8 ^{aA}	25 ± 1,5 ^{aA}	9,9 ± 0,5 ^{aA}	10,5 ± 2 ^{aA}	2,1 ± 0 ^{aA}
<i>Bacillus megaterium</i>	50	43,3 ± 1,8 ^{aA}	6,7 ± 1,8 ^{ab}	13,3 ± 3,2 ^{bA}	10,7 ± 2,8 ^{aA}	16,3 ± 0,3 ^{cA}	7,8 ± 0,8 ^{bA}	12,3 ± 1,7 ^{abA}	2,3 ± 0,1 ^{abA}
	100	43 ± 1 ^{aA}	7 ± 1 ^{aB}	13 ± 2,6 ^{bA}	15,7 ± 0,7 ^{aA}	1 ± 0,6 ^{cB}	8,5 ± 1,9 ^{abA}	8,2 ± 0,7 ^{aA}	2,3 ± 0,1 ^{aA}
	200	35,3 ± 3,2 ^{cB}	14,7 ± 3,2 ^{aA}	8 ± 1,2 ^{cA}	10 ± 0,6 ^{aA}	3,3 ± 0,9 ^{cB}	10,5 ± 0,8 ^{aA}	7,7 ± 1,2 ^{aA}	2,1 ± 0,1 ^{aA}
<i>Bacillus subtilis</i>	50	43 ± 2,5 ^{aA}	7 ± 2,5 ^{aA}	10 ± 1,5 ^{bB}	9,3 ± 2,9 ^{aA}	16,7 ± 3,2 ^{bcA}	11,1 ± 1,1 ^{aA}	6,9 ± 1,5 ^{bB}	1,9 ± 0,1 ^{bAB}
	100	41,7 ± 0,9 ^{aA}	8,3 ± 0,9 ^{aA}	12,7 ± 0,7 ^{bAB}	7,3 ± 1,2 ^{bcA}	13 ± 2,1 ^{bA}	9,2 ± 0,1 ^{abA}	11,8 ± 2,4 ^{aA}	1,7 ± 0,1 ^{bB}
	200	43,7 ± 1,5 ^{abA}	6,3 ± 1,5 ^{bcA}	20,3 ± 2,8 ^{bA}	10,3 ± 1,3 ^{aA}	2,3 ± 0,7 ^{cB}	10,6 ± 0,8 ^{aA}	7,7 ± 0,3 ^{aAB}	2,1 ± 0,1 ^{aA}
<i>Bacillus thuringiensis</i>	50	41 ± 1,5 ^{aA}	9 ± 1,5 ^{aA}	29 ± 1,2 ^{aA}	7,7 ± 2,3 ^{aA}	27 ± 1 ^{aA}	11,1 ± 0,3 ^{aA}	12 ± 1,6 ^{abA}	2,4 ± 0,1 ^{aA}
	100	36,7 ± 3,3 ^{aA}	13,3 ± 3,3 ^{aA}	20,3 ± 3,3 ^{bA}	8 ± 1 ^{abcA}	9 ± 2,9 ^{bcB}	7,7 ± 0,9 ^{bB}	9,2 ± 0,9 ^{aA}	2,3 ± 0,1 ^{aA}
	200	41,3 ± 1,7 ^{abcA}	8,7 ± 1,7 ^{abcA}	7,3 ± 0,3 ^{cB}	12 ± 3,8 ^{aA}	14 ± 1 ^{bB}	8,6 ± 0,4 ^{aAB}	13,1 ± 1,1 ^{aA}	2,1 ± 0,1 ^{aA}
<i>Blend</i>	50	47 ± 0,6 ^{aA}	3 ± 0,6 ^{aA}	13,3 ± 2,6 ^{bA}	12,3 ± 1,3 ^{aAB}	13 ± 2,1 ^{cA}	12,8 ± 0,8 ^{aA}	13,4 ± 0,1 ^{aA}	1,9 ± 0,1 ^{bB}
	100	41 ± 1,7 ^{aA}	9 ± 1,7 ^{aA}	10,3 ± 1,8 ^{bA}	14,7 ± 2,3 ^{abA}	0,3 ± 0,3 ^{cB}	11,8 ± 0,7 ^{aAB}	9,4 ± 0,8 ^{aA}	2,3 ± 0 ^{aA}
	200	47,7 ± 0,3 ^{aA}	2,3 ± 0,3 ^{cA}	9,7 ± 6,3 ^{cA}	7 ± 1,2 ^{aB}	17,3 ± 5 ^{abA}	9,2 ± 0,5 ^{aB}	12,6 ± 0,8 ^{aA}	1,8 ± 0 ^{aB}
p-valor interação		0,052	0,052	0,0003	0,027	<0,0001	0,012	0,020	0,013

*Letras minúsculas diferentes indicam diferenças estatísticas significativas entre os micro-organismos.

*Letras **maiúsculas** diferentes indicam diferenças estatísticas significativas entre os volumes de micro-organismos.

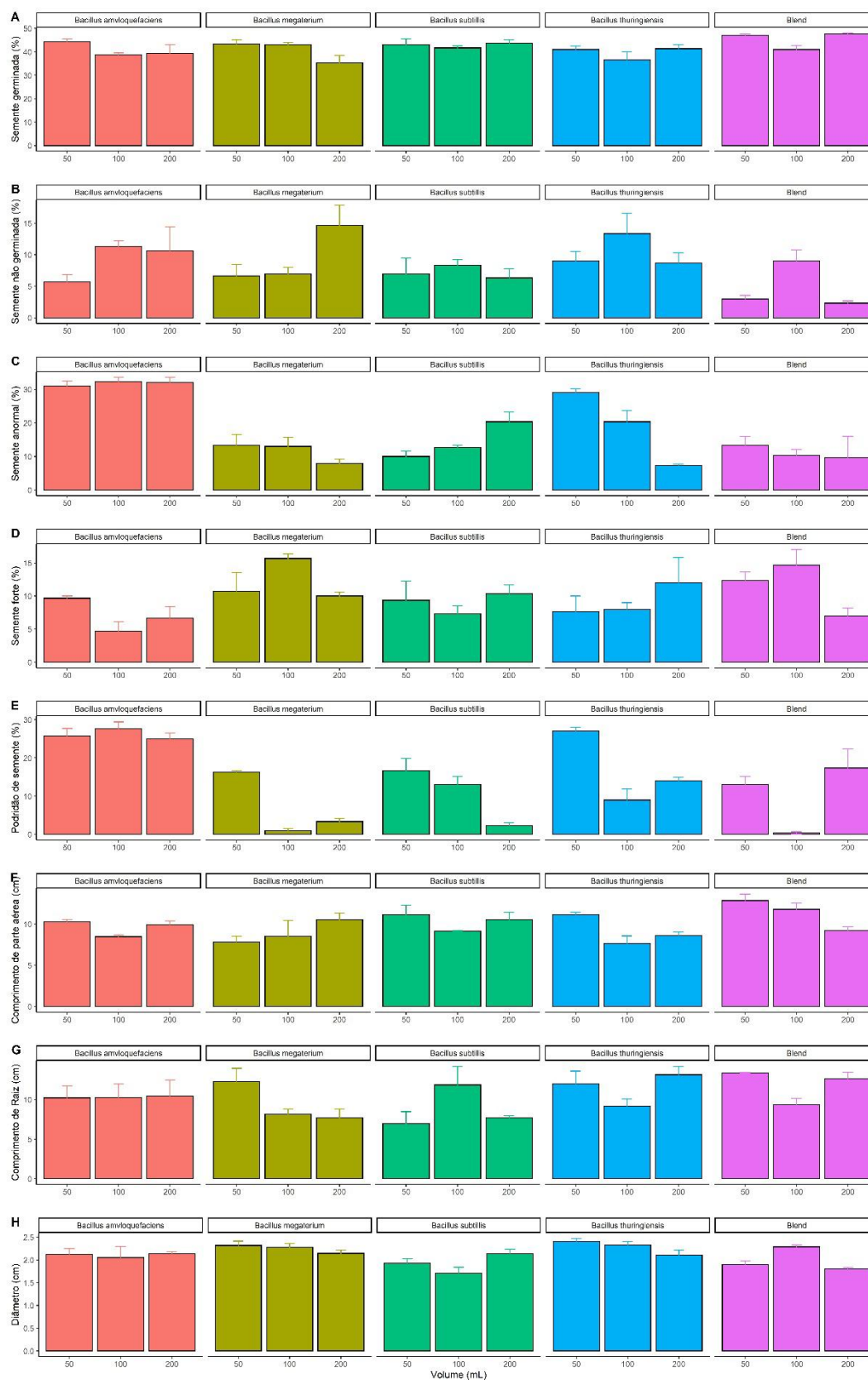


Figura 7 – Médias e erros-padrão das variáveis referentes à avaliação do desenvolvimento morfológico de sementes de soja expostas a diferentes volumes de *Bacillus* spp. A) Sementes germinadas, B) Sementes

não germinadas, C) Sementes anormais, D) Sementes fortes, E) Podridão de sementes, F) Comprimento da parte aérea, G) Comprimento da raiz e H) Diâmetro.

5- CONCLUSÃO

Pelos resultados obtidos nos experimentos, a interação dos micro-organismos e o condicionador de solo classe A, são eficientes para o desenvolvimento da soja, sendo então viável a utilização na agricultura.

O volume de 4 toneladas de condicionador de solo classe A, juntamente com os volumes de 200mL ou 1000mL de Blend, apresentam média significativas mais elevadas.

Já no experimento das germinações a aplicação de 50mL, 100mL ou 200mL de Blend, apresentaram melhor desempenho para a germinação das sementes da soja, sendo que o volume de 50 mL de Blend apresentaram médias para as variáveis estudadas no experimento. Portanto, o Blend 50mL obteve resultados satisfatórios para a germinação e para o desenvolvimento aéreo, raiz e diâmetro da soja.

Mas, recomenda-se novos testes utilizando o volume de 4 toneladas de condicionador de solo classe A, com Blend nos volumes de 50mL, 100mL e 200mL de micro-organismos, podendo ser testes em vasos e a campo, para que possamos encontrar o volume exato de micro-organismos a ser utilizado pelos agricultores.

6- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASARI, S.; TARKOWSKÁ, D.; ROLCÍK, J.; NOVÁK, O.; PALMERO, D. V.; BEJAI, S.; MEIJER, J. Analysis of plant growth-promoting properties of *Bacillus amyloliquefaciens* UCMB5113 using *Arabidopsis thaliana* as host plant. **Planta**, v. 245, n. 1, p. 15-30, 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE TECNOLOGIA DE NUTRIÇÃO VEGETAL. (5) (PDF) [Anuário 2019 da ABISOLO - Tecnologia em Nutrição Vegetal | Moacir Beltrame - Academia.edu](#). Acessado em 05 dez 2021
- BENINTENDE, S; UHRICH, W; HERRERA, M; GANGGE, F. Comparación entre coinoculación con *Bradyrhizobium japonicum* y *Azospirillum brasilense* e inoculación simple con *Bradyrhizobium japonicum* en la nodulación, crecimiento y acumulación de N en el cultivo de soja. **Agriscientia**, Argentina, v. 27, n. 2, p. 71-77, 2010.
- CARON, V. C.; GRAÇAS, J. P.; CASTRO, P. R. de C. Condicionadores do solo: ácidos húmicos e fúlvicos - Piracicaba: **ESALQ** - Divisão de Biblioteca, 2015. 46 p.: Il. (Série Produtor Rural, nº 58). Disponível em: <http://www4.esalq.usp.br/biblioteca/sites/www4.esalq.usp.br/biblioteca/files/publicacao-es-a-venda/pdf/SPR58.pdf>. Acesso em 12 de jul. 2020.
- CHUNG, G.; SINGH, R. J. Broadening the genetic base of Soybean: a multidisciplinary approach. **Critical Reviews in Plant Sciences**, Boca Raton, v. 27, n. 5, p. 295-341, 2008.
- CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**, v. 7 - Safra 2020/21 -
- COSTA, A. R. S.; XIMENES, T. C. F.; XIMENES, A. F.; BELTRAME, L. T. C. O processo da compostagem e seu potencial na reciclagem de resíduos orgânicos. **Revista GEAMA**, v. 1, n. 2, set, 2015. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/ef90/497cd564da37063c73c8b2ce5231b136c868.pdf>. Acesso em 11 de jul. 2020.
- DERAL. Disponível em: <http://www.agricultura.pr.gov.br/deral/safras> Acessado em 18/01/2021.
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tecnologias de produção de soja na região central do Brasil**. 2004. Disponível em: <http://www.cnpso.embrapa.br/producaosoja/SojanoBrasil.htm>. Acesso em: 18 de maio de 2020.
- EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). **Tecnologias de produção de soja – região central do Brasil 2012 e 2013**. **Embrapa Soja**. Londrina, BR. 2014.
- FERREIRAS, E. B. N., CAVALCANTI, P. P., Alves, D. (2021). ExpDes.pt: Pacote Experimental Designs (Portuguese). <https://cran.r-project.org/package=ExpDes.pt>
- FILHO, J. M.; SILVA, C. H. S.; SOUZA, J. E. B. DE. Desempenho Agronômico e produtividade da cultura da soja com a co-inoculação de *Bradyrhizobium* e *Azospirillum brasilense*. **Agronomic Journal**, v. 2, n. 2, p. 48–59, 2018.
- GARCIA, ARIANI. Doses de *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasilense* no desenvolvimento das plantas, na produção e na qualidade fisiológica de sementes de soja. 2015. 54f. Dissertação (Sistema de Produção), **Universidade Estadual Paulista**, Ilha Solteira, 2015.

GUPTA, G.; PARIHAR, S. S.; AHIRWAR, N. K.; SNEHI, S. K.; SINGH, V. Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR): current and future prospects for development of

- sustainable agriculture. **Journal of Microbial and Biochemical Technology**, v. 7, n. 2, p. 96-102, 2015.
- H. WICKHAM. ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis. Springer-Verlag New York, 2016.
- HARMAN, GARY E. Myth and dogmas of biocontrol changes in perceptions derived from research on *Trichoderma harzianum* T-22. **Plant Disease**. Geneva-Nova York, v.84, n.4, p. 377–393, 2000.
- HUNGRIA, M., R. J. CAMPO, E I. C. MENDES. Fixação biológica do nitrogênio na cultura da soja. **Embrapa Soja: Circular Técnica**. Londrina, BR. 2001.
- HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; SOUZA, E. M.; PEDROSA, F. O. Inoculation with selected strains of *Azospirillum brasilense* and *A. lipoferum* improves yields of maize and wheat in Brazil. **Plant and Soil**, v. 331, p. 413-425. 2010.
- INSTRUÇÃO NORMATIVA SDA Nº 35, DE 4 DE JULHO DE 2006. SECRETARIA DE DEFESA AGROPECUÁRIA. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/ptbr/assuntos/insumosagropecuarios/insumosagricolas/fertilizantes/legislacao/in35-de-4-7-2006-corretivos.pdf>>. Acesso em 29 nov. 2021.
- JUNGES, EMANUELE; MUNIZ, MARLOVE FÁTIMA; MEZZOMO, RICARDO; MACHADO, RODRIGO TASCHE TO; BASTOS, BRUNA. *Trichoderma* spp. na produção de mudas de espécies florestais. **Floresta e Ambiente**, 23(2): 237-244, 2016.
- LANNA FILHO, R.; FERRO, H. M.; PINHO, R. S. C. Controle biológico mediado por *Bacillus subtilis*. **Revista Trópica**. v.4, n.2, p.12-20, 2010.
- MANJULA, K.; PODILE, A. R. Increase in seedling emergence and dry weight of pigeon pea in the field with chitin-supplemented formulations of *Bacillus subtilis* AF 1. **World Journal of Microbiology & Biotechnology**, v.21, p.1057–1062, 2005.
- MARTINS, C. C.; NAKAGAWA, J.; BOVI, M. L. A. Efeito da posição da semente no substrato e no crescimento inicial das plântulas de palmito-vermelho (*Euterpe espirosantensis* Fernandes–Palmae). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 21, n. 1, p. 164- 173, 1999.
- MENDIS, H. C.; THOMAS, V. P.; SCHWIEN TEK, P.; SALAMZADE, R.; CHIEN, J. T.; WAIDYARATHNE, P.; KLOEPPE R, J.; DE LA FUENTE, L. Strain-specific quantification of root colonization by plant growth promoting rhizobacteria *Bacillus firmus* I-1582 and *Bacillus amyloliquefaciens* QST713 in non-sterile soil and field conditions. **Plos One**, v. 13, n. 2, 2018.
- MENG, Q. X.; JIANG, H. H.; HANSON, L. E.; HAO, J. J. Characterizing a novel strain of *Bacillus amyloliquefaciens* BAC03 for potential biological control application. **Journal of applied microbiology**, 113(5), 1165-1175, 2012. Disponível em: <<https://sfamjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.13652672.2012.05420.x>>. Acesso em 08 jan. 2020.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Acessado em: 14 de novembro 2021. RAS 2009 https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/arquivos-publicacoes-insumos/2946_regras_analise_sementes.pdf.
- MIRANDA, MARCELO A; OLIVEIRA, EMANOEL E. M. DE; SANTOS, KAREN C. F. DOS; FREIRE, MARIA B. G. DOS S; ALMEIDA, BRIVALDO G. Condicionadores químicos e orgânicos na recuperação de solo salino-sódico em casa de vegetação **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** v.15, n.5, p.484–490, 2011 Campina Grande, PB, UAEA/UFCG.
- OLIVEIRA, A. G.; CHAGAS JÚNIOR, A. F.; SANTOS, G. R.; MILLER, L. O.; CHAGAS, L. F. B. Potencial de solubilização de fosfato e produção de AIA por

- Trichoderma spp. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, Pombal**, v. 7, n. 3, p. 149-155, 2012.
- PANDIAN, S. R.; Deepak,V; Kalishwaralalu,k; Rameshkumar,N; Jeyara,M.Y; Gurunathan,S. Optimization and fed-batch production of PHB utilizing dairy waste and sea water as nutrient sources by Bacillus megaterium SRKP-3. **Biores. Tech.**, v. 101, n. 2, p. 705-711, Jan 2010.
- RIBEIRO, V. P.; MARRIEL, I. E.; SOUSA, S. M.; LANA, U. G. P.; MATTOS, B. B.; PANOZZO, L. E.; SCHUCH, L. O. B.; PESKE, S. T.; MIELEZRSKI, F.; PESKE, F. B. Comportamento de plantas de soja originadas de sementes de diferentes níveis de qualidade fisiológica. **Revista da FVZA**, Uruguaiana-RS, v. 16, n.1,p.32-41, 2009.
- OLIVEIRA, C. A.; & GOMES, E. A. Endophytic Bacillus strains enhance pearl millet growth and nutrient uptake under low-P. **Brazilian Journal of Microbiology**. v. 49. p. 40-46. 2018.
- SANTOS, HUGO ALMEIDA DOS. Trichoderma spp. como promotores de crescimento em plantas e como antagonistas a Fusarium oxysporum. 111f. Dissertação (Ciências Agrárias), **Universidade de Brasília**, Brasília, 2008.
- SAITO LR, SALES LLDR, MARTINCKOSKI L, ROYER R, RAMOS MS, REFFATTI T. Aspectos dos efeitos do fungo Trichoderma spp. no biocontrole de patógenos de culturas agrícolas. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias** 2:203- 208. 2011.
- SIQUEIRA, T. M. O.; ASSAD, M. L. R. C. L. Compostagem de resíduos sólidos urbanos no estado de São Paulo (Brasil). **Ambiente & Sociedade**. v. 18, n. 4, São Paulo Oct./Dec., 2015. Disponível em:<https://www.scielo.br/pdf/asoc/v18n4/en_1809-4422-asoc-18-04-00243.pdf. Acesso 29 nov. 20.
- SILVA, J. R. C.; SOUZA, R. M.; ZACARONE, A. B.; SILVA, L. H. C. P.; CASTRO, A. M. S. Bactérias endofíticas no controle e inibição in vitro de Pseudomonas syringae pv tomato, agente da pinta bacteriana do tomateiro. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 4, p. 1062-1072, jul./ago. 2008.
- SILVA, J. C.; TORRES, D. B.; LUSTOSA, D. C.; FILIPPI, M. C. C.; SILVA, G. B. Rice sheath blight biocontrol and growth promotion by Trichoderma isolates from the Amazon. **Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, Belém-PA, v. 55, n. 4, p. 243-250, 2012.
- STEIN. Bacillus subtilis antibiotics: structures, syntheses and specific functions **Mol. Microbiol.**, 56 (4) (2005), pp. 845-857. 2005
- TEJERA-HERNÁNDEZ B, ROJAS-BÁDIA MM E HEYDRICH-PÉREZ M. Potencialidades del género Bacillus en la promoción del crecimiento vegetal y el control de hongos fitopatógenos. **Revista CENIC Ciencias Biológicas**. v.1, nº 42, pg. 131-138. 2011. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/237027215_Potencialidades_del_genero_Bacillus_en_la_promocion_del_crecimiento_vegetal_y_el_control_biologico_de_hongos_fitopatogenos. Acesso 18 jun. 2020.
- VARY, P. S; BIEDENDIECK, R; FUERCH,T; MEINHARDT, F; ROHDE,M; DECKWER,W,D; JAHN,D. Bacillus megaterium from simple soil bacterium to

industrial protein production host. *App. Micro. and Biotech.*, v. 76, n. 5, p. 957-967, Oct 2007.

ZUFFO, A. M. Aplicações de *Azospirillum brasilense* na cultura da soja. Tese (Doutorado em Agronomia). **Universidade Federal de Lavras**, Lavras. 2016.

WU, Q; HUANG, H; HU,G; CHEN, J; HO,K; CHEN,G-Q; LEEUWENHOEK, ANTONIE VAN. Production of poly-3-hydroxybutyrate by *Bacillus* sp JMa5 cultivated in molasses media. *Int. J. of Gen. and Mol. Micro.*, v. 80, n. 2, p. 111-118, Oct 2001.

WU, S.; ZHUANG, G.; BAI, Z.; CEN, Y.; XU, S.; SUN, H.; HAN, X.; ZHUANG, X. Mitigation of nitrous oxide emissions from acidic soils by *Bacillus amyloliquefaciens*, a plant growth-promoting bacterium. *Global Change Biology*, v. 24, n. 1, p. 1-14, 2017.

