

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE MESTRADO

**RESPONSIVIDADE E NUTRIÇÃO DO INGÁ (*Inga ingoides*
(Rich.) Willd.) À INOCULAÇÃO DE *Rhizophagus*
intraradices E SUBSTRATOS ORGANOMINERAIS**

Maria Selma dos Santos Silva

**CRUZ DAS ALMAS – BAHIA
ABRIL – 2024**

**RESPONSIVIDADE E NUTRIÇÃO DO INGÁ (*Inga ingoides*
(Rich.) Willd.) À INOCULAÇÃO DE *Rhizophagus intraradices* E
SUBSTRATOS ORGANOMINERAIS**

Maria Selma dos Santos Silva
Tecnóloga em Agroecologia, UFRB, 2021.

Dissertação apresentada ao Colegiado
do Programa de Pós-Graduação em
Ciências Agrárias da Universidade
Federal do Recôncavo da Bahia, como
requisito parcial para a obtenção do
Título de Mestre em Ciências Agrárias
(Área de Concentração: Agricultura
Tropical).

Orientadora: Prof^{fa}. Dr^a. Rafaela Simão Abrahão Nóbrega
Coorientador: Prof. Dr. Cláudio Roberto Fonsêca Sousa
Soares

**CRUZ DAS ALMAS – BAHIA
ABRIL – 2024**

FICHA CATALOGRÁFICA

S586r

Silva, Maria Selma dos Santos.

Responsividade e nutrição do ingá (*Inga ingoides* (Rich.) Willd.) à inoculação de *Rhizophagus intraradices* e substratos organominerais / Maria Selma dos Santos Silva. – Cruz das Almas, BA, 2024.

61f.; il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias Ambientais e Biológicas, Mestrado em Ciências Agrárias.

Orientadora: Prof. Dra. Rafaela Simão Abrahão Nóbrega.

Coorientador: Prof. Dr. Cláudio Roberto Fonsêca Sousa Soares.

1.Essências florestais – Sementes – Mudas. 2.Leguminosa – Nutrição mineral. 3.Fungos micorrízicos – Inoculação – Análise. I.Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias Ambientais e Biológicas. II.Título.

CDD: 634.9

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE MESTRADO

**RESPONSIVIDADE E NUTRIÇÃO DO INGÁ (*Inga ingoides* (Rich.)
Willd.) A INOCULAÇÃO DE *Rhizophagus intraradices* E
SUBSTRATOS ORGANOMINERAIS**

Comissão Examinadora da Defesa de Dissertação de

Maria Selma dos Santos Silva

Aprovada em 30 de abril de 2024

Documento assinado digitalmente
 RAFAELA SIMAO ABRAHAO NOBREGA
Data: 07/10/2024 09:21:19-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profª Drª Rafaela Simão Abrahão Nóbrega
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Orientadora

Documento assinado digitalmente
 PATRICIA LOPES LEAL
Data: 08/10/2024 11:20:15-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profª Drª Patrícia Lopes Leal
Universidade Federal da Bahia
Examinadora Externa

Documento assinado digitalmente
 JAQUELINE DALLA ROSA
Data: 09/10/2024 09:42:02-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profª Drª Jaqueline Dalla Rosa
Universidade Federal do Sul da Bahia
Examinadora Externa

DEDICATÓRIA

Dedico não só essa, como todas as minhas conquistas, a minha família, que sempre foi e sempre será a minha base para tudo!

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida.

Agradeço à minha família, principalmente aos meus pais Luiz (*in memorian*) e Edneia, esta que apesar de ter ido à escola apenas por sete meses, sempre incentivou os filhos a estudar e foi quem ensinou todos a ler, escrever e fazer as quatro operações de matemática, entre tantas outras coisas mais.

Ao meu marido Gilbert, pela colaboração na montagem do experimento, e às minhas filhas Sammy Giulia e Melody Gianne que me incentivaram e ajudaram sempre quando eu precisei para reforço em alguma disciplina, correção em alguns textos, etc.

Aos meus sogros Clóvis e Neusa; às minhas irmãs Telma, Célia e Cleuma; aos meus irmãos Brivaldo e Givaldo; aos meus cunhados Admailton, Renato, Júnior e Joubert; às minhas cunhadas Narlene, Carina e Larissa; aos meus sobrinhos William, Priscila, Brígida, Pueblo, Jonh, e aos meus sobrinhos netos Théó, Maria Eduarda e Luiz Benjamim, todos sempre incentivando e na torcida para que eu conseguisse realizar mais esse sonho.

Aos meus amigos, e colegas de curso, principalmente as meninas do laboratório de biologia, Andreza, Damiana, Larissa, Fernanda, Mariana, que seguiram comigo desde sempre, (estávamos juntas nessa luta!).

Aos meus mestres, que aprendi muito do que sei em especial a Professora Dr^a. Rafaela Simão Abrahão Nóbrega, pela paciência e compreensão como minha orientadora e ao Professor Dr Júlio César Azevedo Nóbrega, coordenador do Programa de Pós Graduação, ao professor Carlos Alberto da Silva Ledo, por esclarecer algumas dúvidas estatísticas, e aos demais professores que estiveram nesses anos de curso, repassando seus ensinamentos.

Aos professores Dr. Cláudio Roberto Fonsêca Sousa Soares e Dr. Paulo Ademar Avelar Ferreira, pela coorientação e envio do inoculante fúngico para a instalação dos ensaios.

À Professora Ana Cristina Fermino Soares por disponibilizar o laboratório de Microbiologia, para a realização das análises. Yasmin e Denilson pela colaboração.

Aos colegas da graduação, Hugo, Emerson, Aislan, Tamires e Gustavo pela colaboração no desmonte do experimento.

As técnicas de laboratório, Verônica e Lene pelo apoio na utilização dos equipamentos.

À banca examinadora, Prof^a Dr^a Patrícia Lopes Leal e Prof^a Dr^a Jaqueline Dalla Rosa por aceitar o convite para participar da banca e pelas contribuições no trabalho.

Aos servidores da Fazenda Experimental da UFRB: Rosinha, Seu Everaldo, Seu Renato e sua equipe de trabalho (Seu Beto, Malhado, Rone...), Seu Hélio, da portaria da Fazenda, agradeço por todo o apoio, auxílio e presteza em colaborar na condução dos ensaios de pesquisa.

Ao NUMAN, pela oferta do composto orgânico utilizado no experimento, e

seu Catraca por todo apoio.

À Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), instituição que me acolheu em 2014.

Ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pelo financiamento do projeto “Aplicação de inoculante micorrízico na produção agrícola de milho e espécies florestais” que possibilitou a execução desse trabalho.

A equipe do projeto “Aplicação de inoculante micorrízico na produção agrícola de milho e espécies florestais” pelo empenho e dedicação.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa, sem a qual seria difícil permanecer no curso.

E todos que direta ou indiretamente contribuíram com esse trabalho!

Muito Obrigada!

EPIÍGRAFE

Eu queria ter na vida simplesmente
Um lugar de mato verde
Pra plantar e pra colher
Ter uma casinha branca de varanda
Um quintal e uma janela
Para ver o sol nascer

(Gilson).

RESPONSIVIDADE E NUTRIÇÃO DO INGÁ (*Inga ingoides* (Rich.) Willd.) À INOCULAÇÃO DE *Rhizophagus intraradices* E SUBSTRATOS ORGANOMINERAIS

RESUMO

Estratégias que visem estimular a produção e plantio de espécies florestais são essenciais para redução da temperatura e aumento da umidade do ar locais, melhoria da qualidade de vida das pessoas e dos ecossistemas. Neste contexto, objetivou-se avaliar a responsividade e nutrição de mudas de *Inga ingoides* (Rich.) Willd. à inoculação com *Rhizophagus intraradices* cultivadas em diferentes composições de substratos. No primeiro experimento, as sementes de ingá foram semeadas em recipientes de 1 kg com os tratamentos dispostos em arranjo fatorial (2 x 4). O primeiro fator, constituído pela presença e ausência do inoculante comercial de fungo micorrízico *R. intraradices* (Rootella BR® ULTRA) e o segundo fator, constituído do substrato, formulado com quatro proporções de mistura de composto orgânico:solo (0:100, 30:70, 60:40 e 90:10) (v/v). Aos 90 dias após semeadura, mensurou as variáveis biométricas das mudas, a taxa de colonização (TC) e de intensidade de colonização de fungos micorrízicos (%) além dos teores nutricionais. No segundo experimento, dez mudas foram separadas aleatoriamente do primeiro experimento e transplantadas para recipientes de 9 kg, completando o volume com amostras de solo. Em ambos os experimentos, as variáveis biométricas, altura de planta (H), diâmetro do coleto (DC), relação altura sobre diâmetro do coleto (H/DC), número de folhas (NF), comprimento de raiz (CR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), massa seca total (MST), clorofila a (CA), clorofila b (CB), clorofila total (CT) e Índice de qualidade de Dickson (IQD) das mudas foram mensuradas. No primeiro experimento houve a interação entre o substrato e o inoculante nas variáveis: H/DC, CA, CB e CT; houve efeito individual do substrato nas variáveis: H, DC, NF, CR. Nas variáveis MSPA, MSR, MST e IQD, houve efeito individual do substrato e do inoculante. Maior intensidade de colonização micorrízica foi obtida no substrato constituído apenas de solo. Quanto à nutrição da parte aérea, o aumento do composto orgânico no substrato, possibilitou aumento na absorção de macronutrientes e redução nos micronutrientes, com exceção do B. Já no segundo experimento, houve a interação entre o substrato e o inoculante apenas para o índice de clorofila: CA, CB e CT; houve efeito individual do substrato nas variáveis: MSPA, MSR, MST e IQD; e efeito individual do substrato e do inoculante nas variáveis: H, DC. *I. ingoides* não é responsiva a inoculação com *R. intraradices*, quando cultivada em substratos formulados com amostra Latossolo amarelo distrocoeso e composto orgânico, aos 90 dias após a semeadura, mas é responsiva em crescimento e nutrição quando cultivada em substrato formulado com composto orgânico e amostra de Latossolo amarelo distrocoeso tanto em fase de muda quanto após o transplante. O substrato organomineral formulado com 90:10 (composto orgânico: solo) possibilita melhor desenvolvimento das mudas aos 90 dias da semeadura e após o transplante e pode ser indicado para a produção das mesmas.

Palavras-chave: Bioinsumos, Fungo micorrízico arbuscular, Leguminosa, Nutrição mineral.

RESPONSIVENESS AND NUTRITION OF INGÁ (*Inga ingoides* (Rich.) Willd.) TO THE INOCULATION OF *Rhizophagus intraradices* AND ORGANOMINERAL SUBSTRATES

SUMMARY

Strategies that aim to stimulate the production and planting of forest species are essential to reduce local temperatures and increase air humidity, improving the quality of life of people and ecosystems. In this context, the objective of this study was to evaluate the responsiveness and nutrition of *Inga ingoides* (Rich.) Willd. seedlings to inoculation with *Rhizophagus intraradices* grown in different substrate compositions. In the first experiment, the Inga seeds were sown in 1 kg containers with the treatments arranged in a factorial arrangement (2 x 4). The first factor consisted of the presence and absence of the commercial inoculant of mycorrhizal fungus *R. intraradices* (Rootella BR® ULTRA) and the second factor consisted of the substrate, formulated with four mixing proportions of organic compost:soil (0:100, 30:70, 60:40 and 90:10) (v/v). At 90 days after sowing, the biometric variables of the seedlings, the colonization rate (CR) and colonization intensity of mycorrhizal fungi (%) were measured, in addition to the nutritional contents. In the second experiment, ten seedlings were randomly separated from the first experiment and transplanted into 9 kg containers, completing the volume with soil samples. In both experiments, the following biometric variables were measured: plant height (H), stem diameter (SC), height to stem diameter ratio (H/SC), number of leaves (NL), root length (RL), shoot dry mass (SDM), root dry mass (SDM), total dry mass (TDM), chlorophyll a (CA), chlorophyll b (CB), total chlorophyll (TC), and Dickson Quality Index (DQI) of the seedlings. In the first experiment, there was an interaction between the substrate and the inoculant in the variables: H/SC, CA, CB, and CT; there was an individual effect of the substrate in the variables: H, SC, NL, CR. In the variables SDM, SDM, SDM, and DQI, there was an individual effect of the substrate and the inoculant. The greatest intensity of mycorrhizal colonization was obtained in the substrate consisting only of soil. Regarding shoot nutrition, the increase in organic compound in the substrate allowed an increase in the absorption of macronutrients and a reduction in micronutrients, with the exception of B. In the second experiment, there was an interaction between the substrate and the inoculant only for the chlorophyll index: CA, CB and CT; there was an individual effect of the substrate on the variables: MSPA, MSR, MST and IQD; and an individual effect of the substrate and the inoculant on the variables: H, DC. *I. ingoides* is not responsive to inoculation with *R. intraradices* when grown in substrates formulated with a sample of dystrocohesive Yellow Latosol and organic compound, at 90 days after sowing, but is responsive in growth and nutrition when grown in a substrate formulated with organic compound and a sample of dystrocohesive Yellow Latosol both in the seedling phase and after transplanting. The organomineral substrate formulated with 90:10 (organic compound: soil) allows for better seedling development 90 days after sowing and after transplanting and can be recommended for their production.

Keywords: Arbuscular mycorrhizal fungus, Bioinputs, Legume, Mineral nutrition.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Caracterização química e física de Latossolo amarelo utilizado na composição dos substratos organominerais..... 26

Tabela 2 - Caracterização química do composto orgânico utilizado na composição dos substratos organominerais..... 26

Tabela 3 – Caracterização química das proporções do composto orgânico-solo..... 26

Tabela 4 - Médias de massa da matéria seca da parte aérea (MSPA), massa da matéria seca da raiz (MSR), massa da matéria seca total (MST), índice de qualidade de Dickson (IQD), intensidade de colonização micorrízica (IC) de mudas de *Inga ingoides* (Rich.) Willd. inoculadas (CM) e não inoculadas (SM) com *Rhizophagus intraradices* (Rootella BR® ULTRA)..... 33

Tabela 5 - Diâmetro do coleto (DC) e altura (H) de mudas de *Inga ingoides* (Rich.) Willd. cultivadas em substratos organominerais formulados com composto orgânico e amostra de Latossolo amarelo, inoculadas (CM) e não inoculado (SM) com *Rhizophagus intraradices* (Rootella BR® ULTRA) aos 90 dias após o transplântio..... 39

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Temperaturas máxima, mínima e precipitação do município de Cruz das Almas-BA de abril a novembro de 2023 (INMET, 2023)..... 25

Figura 2 - Relação altura e diâmetro do coleto (a), índice de clorofila a (b), índice de clorofila b (c) e índice de clorofila total (d) em mudas de *Inga ingoides* (Rich.) Willd. cultivadas em substratos organominerais formulados em diferentes proporções de composto orgânico e Latossolo Amarelo distrocoeso, inoculadas (CM) e não inoculadas (SM) com *Rhizophagus intraradices* (Rootella BR® ULTRA) aos 90 dias após a semeadura..... 31

Figura 3 - Altura (a), diâmetro do coleto (b), número de folhas (c) comprimento de raiz (d), massa seca da parte aérea (e), massa seca da raiz (f), massa seca total (g), índice de qualidade de Dickson (IQD) (h) de mudas de *Inga ingoides* (Rich.) Willd. cultivadas em substratos organominerais formulados com composto orgânico e Latossolo Amarelo distrófico..... 32

Figura 4 - Intensidade de colonização micorrízica de raízes de *Inga ingoides* (Rich.) Willd. cultivadas em substratos organominerais formulados com composto orgânico e Latossolo Amarelo, inoculadas (CM) e não inoculadas (SM) com *Rhizophagus intraradices* (Rootella BR® ULTRA)..... 34

Figura 5 - Teores de Nitrogênio (a), Potássio (b), Cálcio (c), Magnésio (d), Fósforo (e) na parte aérea das mudas de *Inga ingoides* (Rich.) Willd., cultivadas em substratos organominerais formulados em diferentes proporções de composto orgânico e Latossolo Amarelo aos 90 dias após a semeadura..... 35

Figura 6 - Teores de Boro (a), Cobre (b), Manganês (c) e Ferro (d) na parte aérea das mudas de *Inga ingoides* (Rich.) Willd., cultivadas em substratos organominerais formulados em diferentes proporções de composto orgânico e Latossolo Amarelo distrocoeso, aos 90 dias após a semeadura..... 36

Figura 7 - Índices de clorofila a (a), clorofila b (b), clorofila total (c), de mudas de *Inga ingoides* (Rich.) Willd. cultivadas em substratos organominerais formulados com composto orgânico e Latossolo Amarelo inoculadas (CM) e não inoculadas (SM) com *Rhizophagus intraradices* (Rootella BR® ULTRA)..... 37

Figura 8 - Altura (a), diâmetro do coleto (b), massa seca da parte aérea (c), massa seca da raiz (d), massa seca total (e), índice de qualidade de Dickson (f) de mudas de *Inga ingoides* (Rich.) Willd. cultivadas em substratos organominerais formulados com composto orgânico e Latossolo Amarelo distrocoeso aos 90 dias após transplantio..... 38

Figura 9 - Análise de componentes principais (ACP) de variáveis relacionadas

aos componentes biométricos e nutrição das mudas de *Inga ingoides* (Rich.) Willd. em substratos organominerais formulados em diferentes proporções de composto orgânico e Latossolo Amarelo, inoculadas (CM) e não inoculadas (SM) com *Rhizophagus intraradices* (Rootella BR® ULTRA) aos 90 dias após a semeadura (a) e aos 90 dias após o transplante (b)..... 40

SUMÁRIO

1.0 INTRODUÇÃO.....	16
2.0 REVISÃO DE LITERATURA.....	19
2.1 Aspectos botânicos de <i>Inga ingoides</i> (Rich.) Willd. e suas aplicabilidades....	19
2.2 Utilização de substratos organominerais para produção de mudas.....	20
2.3 Fungos Micorrizícos Arbusculares (FMAs), inoculante <i>Rhizophagus intraradices</i> e seus benefícios no desenvolvimento de espécies florestais..	22
3.0 MATERIAL E MÉTODOS.....	25
3.1 Caracterizações local e climática.....	25
3.2 Instalação do primeiro experimento.....	25
3.3 Instalação do segundo experimento.....	28
4.0 RESULTADOS.....	30
4.1 1º Experimento.....	30
4.2 2º Experimento.....	37
4.3 Análise multivariada no primeiro e segundo experimentos.....	39
5.0 DISCUSSÃO.....	41
6.0 CONCLUSÃO.....	45
7.0 REFERÊNCIAS.....	46
APÊNDICE A.....	53
Segundo experimento com mudas de <i>Inga ingoides</i> (Rich.) Willd. transplantadas e cultivadas em substratos organominerais formulados em diferentes proporções de composto orgânico e Latossolo Amarelo, inoculadas (CM) e não inoculadas (SM) com <i>Rhizophagus intraradices</i> .	
APÊNDICE B.....	54
Resumo da análise de variância para os valores de altura (H), diâmetro do coleto (DC), relação (H/DC), comprimento da raiz (CR), número de folhas (NF), clorofila a (CA), clorofila b (CB), clorofila total (CT), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), massa seca total (MST) e índice de qualidade de Dickson (IQD) em mudas de <i>Inga ingoides</i> (Rich.) Willd. cultivadas 90 dias após a semeadura em viveiro, em substratos organominerais inoculadas com <i>Rhizophagus intraradices</i> .	
APÊNDICE C.....	55
Raízes de <i>Inga ingoides</i> (Rich.) Willd. inoculadas com <i>Rhizophagus intraradices</i> em todos os tratamentos.	
APÊNDICE D.....	56
Resumo da análise de variância para os valores de colonização (COL) e intensidade (INT) em mudas de <i>Inga ingoides</i> (Rich.) Willd. cultivadas 90 dias em viveiro em substratos organominerais inoculadas com <i>Rhizophagus intraradices</i> .	
APÊNDICE E.....	57
Resumo da análise de variância da análise foliar e quantificação dos marcadores e micros nutrientes: nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca),	

magnésio (Mg), enxofre (S), boro (B), cobre (Cu), manganês (Mn), zinco (Zn) e ferro (Fe) em mudas de *Inga ingoides* (Rich.) Willd.

APÊNDICE F.....58

Teores de macro e micronutrientes na matéria seca da parte aérea de mudas de *Inga ingoides* (Rich.) Willd. cultivadas aos 90 dias após a semeadura em substratos organominerais e inoculadas (CM) e não inoculadas (SM) com *Rhizophagus intraradices*.

APÊNDICE G.....59

Resumo da análise de variância para os valores de altura (H), diâmetro do coleto (DC), relação altura sobre diâmetro (H/DC), número de folhas (NF), comprimento de raiz (CR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), massa seca total (MST), clorofila a (CA), clorofila b (CB), clorofila total (CT) e índice de qualidade de Dickson (IQD) em mudas de *Inga ingoides* (Rich.) Willd. cultivadas 90 dias em viveiro em substratos organominerais inoculadas com *Rhizophagus intraradices*.

APÊNDICE H.....60

Comparação do efeito do substrato e do inoculante no 1º experimento nos tratamentos constituídos de 0:100 (composto:solo v/v) (a); 30:70 (composto:solo v/v) (b); 60:40 (composto:solo v/v) (c); 90:10 (composto:solo v/v) (d) aos 90 dias pós semeadura em mudas de *Inga ingoides* (Rich.) Willd.

APÊNDICE I..... 61

Comparação do efeito do substrato e do inoculante no 2º experimento nos tratamentos constituídos de 0:100 (composto:solo v/v) (a); 30:70 (composto:solo v/v) (b); 60:40 (composto:solo v/v) (c); 90:10 (composto:solo v/v) (d) aos 90 dias pós semeadura em mudas de *Inga ingoides* (Rich.) Willd.

1.0 INTRODUÇÃO

De acordo com Painel Intergovernamental sobre mudança do Clima (IPCC) de 2021, projeta-se que muitas regiões do mundo vão passar por um aumento na probabilidade de eventos compostos de um aquecimento global maior, em que ondas de calor e secas concomitantes se tornarão mais frequentes. Assim, estratégias que visem estimular a produção e plantio de espécies florestais, tanto em ambientes urbanos quanto rurais são essenciais para redução da temperatura e aumento da umidade do ar locais, como também melhoria da qualidade de vida das pessoas e dos ecossistemas.

A utilização de mudas de boa qualidade se faz necessárias e é na fase de viveiro que vários fatores podem interferir no crescimento e na qualidade das mesmas (FRANCO; MELO; OLIVEIRA, 2017; DUARTE; NUNES, 2012). Formulações adequadas de substratos para o cultivo de mudas de espécies florestais podem possibilitar melhor qualidade das mudas em viveiro e melhor estabelecimento no campo (ARAÚJO et al., 2021). Neste contexto, pesquisas são necessárias para avaliar o desenvolvimento das espécies, em relação aos substratos de cultivo, pois as plantas apresentam diferentes requerimentos nutricionais de acordo com as espécies, assim como os substratos formulados podem apresentar diferentes composições nutricionais (ARAÚJO et al., 2017; ANJOS et al., 2018; MOREIRA et al., 2018; ARAÚJO et al., 2021; CABRAL et al., 2021; OLIVEIRA; JARDIM, 2013).

Além dos substratos de cultivo, a inoculação das sementes com fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) tem se mostrado promissora para várias espécies florestais (MELO et al., 2008; CAMARA et al., 2017) uma vez que a maioria necessita da simbiose com fungos, para absorver nutrientes (LIMPENS; GEURTS, 2018). A micorriza, termo que se refere a simbiose entre raiz das plantas e fungos edáficos, é importante nessa atividade, pois amplia a área de absorção de água e nutrientes pelas plantas (DALANHOL et al., 2017). A inoculação de FMAs em plantas pode garantir que estas sobrevivam em ambiente com estresse como de déficit hídrico e baixa disponibilidade de nutrientes, em especial o fósforo (P) (ABREU et al., 2018).

Os FMAs são mais efetivos em atuar na nutrição vegetal quando

apresentam simbiose com espécies dependentes (COSTA et al., 2013), principalmente em solos pouco férteis, ácidos e com baixa disponibilidade de fósforo (SETHI et al., 2021). Em leguminosas arbóreas, as micorrizas podem contribuir para que essas espécies possam absorver mais P, Mo, Zn e outros nutrientes, o que favorece o seu crescimento em solos pobres, com deficiência de N (CALDEIRA et al., 1999), melhorando a nutrição, ampliando a produção e com isso diminuindo o uso de fertilizantes químicos.

Dentre as leguminosas, o ingá do gênero *Inga* Mill (Fabaceae), compreende cerca de 300 espécies arbóreas na América tropical, sendo de grande importância econômica, alimentar e ecológica, pois são utilizados em agroflorestas (FERNANDES et al., 2023). Esses autores acrescentam que essas espécies, além de fixar nitrogênio no solo, servem para sombrear outras culturas e seus frutos servem de alimento para animais e humanos, e algumas espécies, são fontes de madeiras.

Inga ingoides (Rich.) Willd. (Fabaceae: Caesalpinioideae) pode ser considerada uma espécie frutífera polivalente em sistemas florestais, ou seja, ela possui vários usos e benefícios, podendo ser utilizada no reflorestamento, paisagismo, sombreamento de outras espécies, alimentação humana entre outros (LAIME et al., 2010). Assim também como em outros sistemas de cultivo, pode ser usada, por exemplo, em áreas periodicamente inundadas, usada para reflorestar matas ciliares (BRAGANÇA et al., 2021; ROLLO et al., 2016), e promissora na recuperação de áreas ribeirinhas (MIRA et al., 2022). Pode ser utilizada em sistemas agroecológicos, com múltiplas funções tais como produção de alimento, cobertura de solo para melhorar a qualidade deste. Assim estudos com a espécie são essenciais para elucidar mais informações sobre seu cultivo, principalmente para uso nos sistemas de manejo que busquem otimizar a sustentabilidade, que são objetivos do desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030 ¹ (BRASIL, 2024).

O presente trabalho é pioneiro na avaliação do inoculante comercial Rootella BR ultra à base de *R. intraradices* em mudas de *Inga ingoides* (Rich.) Willd. cultivadas em substratos organominerais. Diante do exposto hipotetizam-se que: a) mudas de *Inga ingoides* (Rich.) Willd. sejam responsivas à inoculação de *Rhizophagus intraradices*, quando cultivadas em substratos organominerais com diferentes composições de composto orgânico e solo, b) que as mudas de *I.*

ingoides (Rich.) Willd. que apresentarem melhor desenvolvimento e nutrição aos 90 dias após a semeadura, também são as que apresentam melhor desenvolvimento após o transplante. Neste contexto, o objetivo desse trabalho foi avaliar a responsividade e a nutrição de mudas de *Inga ingoides* (Rich.) Willd. à inoculação com *Rhizophagus intraradices* cultivada em substratos organominerais.

¹ Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 da ONU para o Desenvolvimento Sustentável (“A Agenda 2030 é um plano global para atingirmos em 2030 um mundo melhor para todos os povos e nações”) (Brasil, 2024).

2.0 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Aspectos botânicos de Ingá (*Inga ingoides* (Rich.) Willd. e suas aplicabilidades

Das famílias botânicas, as leguminosas são uma das mais importantes, apresentando 730 gêneros e mais de 19 mil espécies que são subordinadas a três famílias: Caesalpinoideae, Mimosoideae e Papilionoideae, elas são diferentes e distribuídas por todos os hábitos terrestres (CARDOSO, 2019; BIANCO, 2020).

Dentre as várias famílias Fabaceae, o *Inga ingoide* (Rich) Willd., conhecido no Brasil como Ingá, é uma espécie frutífera pertencente à subfamília Caesalpinioideae, tribo Ingae, sendo a mais representativa das espécies, possui aproximadamente 400 espécies sendo 140 no Brasil (BRAGANÇA, 2021; MATA; FÉLIX, 2007).

O ingazeiro (*Inga ingoides* (Rich.) Willd.) possui um porte arbóreo de 5 a 10 metros de altura, tendo como seu habitat natural a floresta atlântica (LAIME et al., 2010), de origem nativa e não endêmica do Brasil. Apresenta ampla distribuição geográfica em quase todo o país de norte à sul (GARCIA; BONADEU, 2020) sendo uma espécie presente nas florestas úmidas, subúmidas, em terras baixas da região Neotropical (PENNINGTON, 1997).

Seu caule possui ramos com indumento tomentoso e presença de lenticela. As folhas são paripinadas (raras na espécie), com estípulas em forma elíptica/oblonga, o pecíolo da folha é cilíndrico/alado e raquis alada, com 4, 5, ou 6 pares de folíolos com nectário entre os folíolos e inflorescência tipo racemo, a flor é em forma de cálice canapulado/tubuloso e pendicelo pendicelada (GARCIA; BONADEU, 2020; PENNINGTON, 1997). Seus frutos são tipos legumes cilíndricos meio curvados, possuem de 4 à 18 sementes de cor entre o verde-claro e o verde-escuro, na forma obvada, variando a oblonga e possuindo sarcotesta (BRAZ et al., 2012).

Utilizada no paisagismo, assim também como na alimentação humana, e recuperação de áreas degradadas, (LAIME et al., 2010), serve ainda para sombrear outras espécies como o café, cacau entre outras, além de ser utilizada como cobertura do solo, adubação verde e produzir lenha. Tem adaptabilidade ecológica podendo ser incorporadas em Sistemas Agroflorestais (SAFs), em locais inundados e mal drenados, e poderia ser considerada como uma espécie

de árvore frutífera polivalente utilizada em sistemas agroflorestais e em outros sistemas de cultivo praticados em áreas periodicamente inundadas (PENNINGTON, 1997; ROLLO, 2016; CARDOSO, 2019).

O ingazeiro é utilizado também para sombrear café no Ceará, melhorando sua resistência frente às adversidades, um procedimento utilizado há mais de quarenta anos (SOUZA, 2010). Agricultores no Ceará, após perceberem a diminuição da produção de café que era plantado a pleno sol, e com isso a degradação local por conta do desmatamento para que a cultura fosse plantada, observaram que as plantas que eram produzidas sob copas de outras árvores tinham um melhor desenvolvimento e passaram a produzir o café sombreado em agrofloresta (RIBEIRO; RUFINO, 2018). Os autores acrescentam que o café que já era apreciado pela qualidade tornou-se um produto mais valorizado por ser produzido em sistema de agricultura multifuncionais eficientes e duradouro, onde se faz o uso sustentável da terra.

As leguminosas são importantes em ambientes naturais e na agricultura para a manutenção dos ciclos biogeoquímicos. Elas também são capazes de aumentar a matéria orgânica com a deposição de suas folhas, melhorando a qualidade do solo, pois a maioria dessas espécies gera alta de biomassa. Assim como o ingá (*Inga spp*), outras leguminosas como a gliricídia (*Gliricidia sepium*), leucena (*Lecanena leucocephala*), crotalária (*Crotalaria juncea*), entre outras, podem ser utilizadas em restauração e reabilitação de terras, pois, são resistentes à seca (NOGUEIRA et al., 2012), incrementam a ciclagem de nitrogênio, apresentam o potencial de estabelecer simbiose com bactérias diazotróficas nodulíferas e se beneficiam da fixação biológica de nutrientes, como fonte de nitrogênio sustentável. Essas plantas se inoculadas com microrganismos simbiotes tornam-se viáveis econômica e biologicamente, pois tanto se associam as bactérias para fixar N₂, como aos fungos micorrízicos para maior absorção dos nutrientes (NOGUEIRA et al., 2012).

Por todas essas aplicações, o *Inga ingoides* (Rich.) Willd. pode ser uma opção para se utilizar em uma transição agroecológica, cujo princípio é utilizar práticas agrícolas mais sustentáveis, visando o mínimo de impacto ao meio ambiente (PEDROSA et al., 2015).

2.2 Utilização de substratos organominerais para produção de mudas

Substrato pode ser definido como o produto usado como meio de crescimento de plantas. Possuem formulações oriundas de qualquer material ou mistura de materiais, desde que tenham características como, por exemplo: reter e drenar água, e disponibilizar nutrientes (DALANHOL et al., 2017), podendo ser formulado com vários tipos de materiais que visam suprir as exigências nutricionais das plantas.

O Brasil possui uma Instrução Normativa (IN) SDA Nº 17, DE 21 DE MAIO 2007 (BRASIL, 2007), do Ministério da Agricultura, que descreve os métodos analíticos oficiais para avaliação da qualidade dos substratos comerciais para plantas.

Além de servir para sustentar a planta, aquecer a base durante o enraizamento e crescimento, o substrato necessita ser ecológico e econômico, ter boa qualidade química e física para promover umidade e aeração (COSTA et al., 2017). Com relação a ser econômico e ecológico, ele precisa ser de baixo custo, de fácil manuseio, ter fácil disponibilidade e ser durável (KRAUSE et al., 2017). É importante que ele possua quantidade de nutrientes suficiente para a planta, nem em excesso, nem em falta para não causar toxidez ou deficiência respectivamente (DALANHOL et al., 2017).

O substrato produzido através de estrume animal, cascas, resíduos de alimentos, podas de árvores entre outros materiais é também chamado de composto, pois é produzido através de matéria orgânica decomposta, e sendo bastante utilizado devido ao baixo custo em relação a outros tipos de substratos (RAVIV, 2017). Os substratos também podem ser adquiridos comercialmente, nesse caso, trata-se de um produto já formulado e pronto para utilização, sendo que em sua maioria a composição é a base de casca de eucalipto e pinus.

Para que o sistema de cultivo tenha sucesso, é importante que a escolha e o manejo do substrato sejam corretos, uma vez que este é usado na produção de mudas de várias culturas agrícola (SCHAFER; LERNER, 2022). A fase de produção de mudas em viveiros é considerada uma das mais importantes das culturas produzidas via mudas, pois, é nessa fase que a planta inicia o seu desenvolvimento e adquire resistência para quando for transplantada à campo.

Na composição do substrato, a fonte orgânica é a que retem a umidade e fornece parte dos nutrientes para que as plântulas possam crescer e se desenvolver. Tradicionalmente utiliza-se o esterco bovino como fonte orgânica,

pois este é usado para produção de várias espécies de mudas, das hortaliças às arbóreas (PAIVA SOBRINHO et al., 2010). Os autores acrescentam que deve utilizar esterco de qualidade e isso depende de onde ele é produzido e como é o manejo das pastagens, pois, caso se utilize herbicidas nas forrageiras, este esterco não deverá ser usado para produzir mudas. Além dos materiais que já foram citados, para formulação dos substratos ainda podem ser utilizados materiais como: húmus de minhoca, casca de pinus, turfa, casca de coco, casca de arroz, vermiculita e perlita (SOMMER et al., 2022), entre outros materiais

Eles auxiliam as mudas para se desenvolverem rápido e contribuem para que a formação radicular seja abundante, portanto precisam ter boas características físicas, químicas e biológicas (CABRAL et al., 2021). Esses autores acrescentam que além dos substratos, vários microorganismos podem ser utilizados para produção de mudas, contribuindo no desenvolvimento das mesmas e favorecendo sua relação com o solo diante à limitação química. Isso resulta em mudas mais vigorosas e saudáveis e mais resistentes a estresses.

Em projetos com fins ambientais ou comerciais, a fase da produção de mudas é uma das mais importantes (FREITAS et al., 2017) e, para produção de mudas de espécies florestais, os viveiristas enfrentam algumas dificuldades e uma das principais é saber quais os fatores que, na fase de viveiro, alteram a sobrevivência e o desenvolvimento das mudas no campo e como estas poderiam se relacionar com as variáveis em questão (FERNANDES et al., 2017).

A produção de mudas é afetada por vários fatores e dentre eles está o recipiente, pois este é responsável pelo espaço que irá oferecer para que a planta possa desenvolver o seu sistema radicular até atingir condições para transplante (COSTA et al., 2015), assim também como o tipo de substrato.

2.3 Fungos Micorrízicos Arbusculares (FMAs), inoculante *Rhizophagus*

***intraradices* e seus benefícios no desenvolvimento de espécies florestais**

Micorriza é um termo que se utiliza quando há simbiose entre hifas de fungo e as raízes da planta. É uma associação simbiótica mutualística entre os fungos benéficos do solo e as raízes de plantas, sendo que os micélios penetram nas raízes das plantas sem modificá-las morfológicamente (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006; LIMPENS; GEURTS, 2018). Os FMAs são biotróficos obrigatórios (SALMERON-SANTIAGO et al., 2021), o que implica dizer que para

que seu ciclo seja completo, eles necessitam da simbiose com organismos vivos.

No trabalho 'Micorrizas arbusculares em hortaliças das famílias Asteraceae, Aliaceae, Apiaceae, Amaranthaceae e Brassicaceae, cultivadas sob manejo orgânico' foi verificado que o grau de colonização micorrízica das raízes das variedades de alface (Asteraceae) variou entre 10 a 40%, com predomínio de estruturas do tipo hifas e vesículas (SILVA et al., 2021), já as da família Brassicaceae apresentaram colonização variando entre 0 a 19,5%. As raízes da cebolinha (Aliaceae) apresentaram colonização média igual a 16%, com presença predominante de hifas de FMA (SILVA et al., 2021). As espécies da família Apiaceae apresentaram colonização variando entre 7,4 a 23% sendo que as da família Amaranthaceae, não apresentam estrutura de FMA em suas raízes. Assim, as plantas hortícolas das diferentes famílias botânicas variaram na micotrofia, com espécies micotróficas nas famílias Asteraceae, Aliaceae, Apiaceae; com espécies micotróficas e não micotróficas na família Brassicaceae e espécies não micotróficas na família Amaranthaceae. Os FMAs auxiliam as plantas no crescimento e nutrição, mas, para que a simbiose se estabeleça, há influência das características químicas, físicas e biológicas do solo (STOFEL et al., 2020).

A simbiose micorrízica é benéfica para as plantas, em especial as que têm maior grau de micotrofia, pois além de auxiliarem na absorção de nutrientes, elas são importantes na agregação do solo e no aumento de nutrientes na fitomassa da planta envolvida nesse processo e ainda estimula a cadeia trófica assim também como a estruturação e sucessão vegetal, evidenciando o potencial desses fungos como biorrecuperadores de solo (COLODETE et al., 2014), contribuindo para a sustentabilidade na agricultura e são de grande importância para recuperar áreas degradadas e conservar o ecossistema, já que a sua utilização pode ser capaz de despoluir o solo (BERUDE et al., 2015).

Através de mecanismos na fisiologia das plantas; nas interações ecológicas do solo e na engenharia do solo, os FMAs podem ser um fator importante de qualidade do solo (RILIG, 2004).

Os FMAs são muito importantes para nutrição de espécies florestais, principalmente as leguminosas que são bastante utilizadas, e dentre os FMAs, os do gênero *Rhizophagus* são os mais utilizados nos inoculantes comerciais como: *R. Clarus*, *R. Irregulares* e *R. Intraradices* (SOUZA; SCHLEMPER; STÜRMER,

2017).

Além dos benefícios anteriormente citados, há uma relação dos efeitos da inoculação em solos com vários tipos de degradação e sobre os efeitos dos FMAs em espécies arbóreas utilizadas na recuperação ambiental (COLODETE et al., 2014). Já estão sendo desenvolvidas pesquisas referentes à inoculação de FMA tentando estabelecer a dependência da interação no desenvolvimento de mudas de diferentes espécies arbóreas (SILVA et al., 2017).

A utilização de inoculante micorrízico Rootella BR, produzido à base de *R. intraradices* no milho, tanto aumenta a produção da biomassa quanto à absorção de P, fazendo com que essa cultura tenha maior produtividade em diferentes regiões no Brasil, com destaque para solo com baixa ou média disponibilidade de P. (STOFEL et al., 2020).

Assim a utilização de microrganismos a exemplo dos FMAs para melhorar ou conservar a qualidade do solo, principalmente por diminuir o uso de fertilizantes sintéticos, constitui uma tecnologia promissora para uso conjunto com práticas agrícolas sustentáveis na produção de mudas de essências florestais.

Neste contexto, a capacidade que o solo tem para promover produtividade de alimentos, juntamente de manter a saúde dos seres vivos e a qualidade química, física e biológica ambiental podem fazer dos FMAs bioindicadores de qualidade do solo (SILVA; GIONGO; LIMA, 2021).

A glomalina é uma glicoproteína produzida pelos FMAs que contribuem na sucessão vegetal e, contribuem também na estabilidade dos sistemas naturais, favorecendo a agregação e melhoria do solo (SILVA et al., 2016; SANTOS et al., 2018). Essa glicoproteína é uma substância que as hifas dos fungos liberam, ela é hidrofóbica e se acumulam nas partículas de argila, podendo ser determinada como glomalina facilmente extraível (GFE) e glomalina total (GT) (GONZÁLEZ-CHÁVEZ; GUTIÉRREZ-CASTORENA; WRIGHT, 2004).

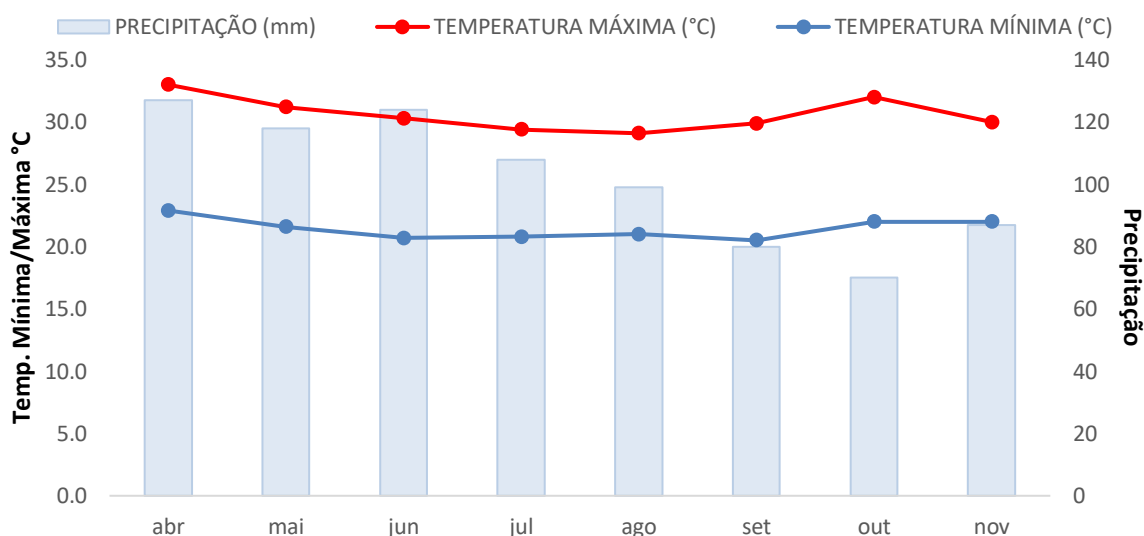
A quantidade de glomalina que os FMAs produzem, pode ser influenciado por fatores como: características do solo, clima, sistema de uso do solo, práticas de manejo agrícola, e a presença e o tipo de vegetação (SILVA et al., 2016). Esses autores acrescentam que a concentração dessa proteína no solo pode variar tanto no verão quanto no inverno, sendo esta uma proteína de extração, podendo ser mais fácil a extração quando uma floresta passou do estágio médio para agricultura (SILVA et al., 2016).

3.0 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterizações local e climática

Dois experimentos sucessivos foram instalados no viveiro coberto com tela de sombreamento preto de 50% da fazenda experimental. na Fazenda Experimental do Centro de Ciências Agrárias Ambientais e Biológicas (CCAAB) da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB) no município de Cruz das Almas, estado da Bahia, localizado na latitude sul 12° 40' 19" S e longitude oeste 39° 06' 23" W de Greenwich. Conforme a classificação de Köppen, apresentando clima Aw a Am, tropical quente e úmido com pluviosidade média anual de 1.224 mm com média de 24,5°C de temperatura e precipitação de acumulada entre abril a novembro de 2023 (Figura 1).

Figura 1: Temperatura máxima, mínima e precipitação do município de Cruz das Almas-BA de abril a novembro de 2023 (INMET, 2023).



Autora: Selma Santos

3.2 Instalação do primeiro experimento

Para compor o primeiro experimento, os tratamentos testados foram arranjados em esquema fatorial (2 x 4), com 30 repetições. O primeiro fator foi constituído pela presença e ausência do inoculante comercial de fungo micorrízico arbuscular *Rhizophagus intraradices* (Rootella BR® ULTRA). O segundo fator foi constituído dos substratos organominerais, formulados com quatro proporções de mistura de composto orgânico-solo (0:100, 30:70, 60:40 e 90:10) (v/v).

As sementes de *Inga ingoides* (Rich.) Willd. foram adquiridas de matrizes presentes no campus da UFRB, sendo despulpadas manualmente e semeadas três em cada recipiente, conforme recomendação de LAIME et al. (2010). Após germinação, foi feito o desbaste, deixando apenas a planta mais vigorosa. A irrigação manual com auxílio de um regador foi realizada todos os dias simulando as condições de viveiros comerciais.

Aos 21 dias após germinação, foi inoculado 0,120 mL do inóculo na base do coleto das mudas nos tratamentos especificados, contendo 2.845,92 propágulos. O inóculo de *R. intraradices* (Rootella® BR ULTRA), disponibilizado em pó, foi diluído em água destilada e autoclavada, a partir da diluição de 0,625 g do produto em 62,5 mL de água.

Após 90 dias da semeadura, em todas as repetições, foram mensuradas nos tratamentos as seguintes variáveis biométricas: diâmetro do coleto (DC) em mm planta⁻¹, altura de planta (H) em cm planta⁻¹, número de folhas (NF), índices de clorofila: a (CA), b (CB) e total (CT) e razão altura sobre o diâmetro do coleto (H/D). Em seguida, vinte repetições de cada tratamento foram selecionadas aleatoriamente para as avaliações dos seguintes componentes biométricos: comprimento da raiz (CR, cm planta⁻¹); massa seca da parte aérea (MSPA, g planta⁻¹), e raiz (MSR, g planta⁻¹); massa seca total (MST, g planta⁻¹), Índice de Qualidade de Dickson (IQD); taxa de colonização (TC, %) e porcentagem de colonização de fungos micorrízicos (%), além dos teores de macro e micronutrientes. As 10 repetições restantes foram selecionadas para compor o segundo experimento.

Para avaliar o DC, utilizou-se um paquímetro digital, e para a H e CR, uma régua milimétrica. Os índices de clorofila A e B foram avaliados com o auxílio de um clorofilômetro (clorofilômetro - CFL1030). O IQD, de acordo com Dickson et al. (1960), relaciona as variáveis massa seca total (MST), altura de planta (H), diâmetro do coleto (DC), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca da raiz (MSR) através da equação (1):

$$IQD = \frac{MST (g)}{\frac{H (cm)}{D (mm)} + \frac{MSPA (g)}{MSR (g)}} \quad (1)$$

Para a avaliação da colonização das raízes foram coletadas porções de raízes finas das mudas e armazenadas em recipientes contendo álcool 70%. Adotou-se o método de clareamento e coloração, segundo (KOSKE; GEMMA,

1989). A determinação da porcentagem de colonização micorrízica (CM) foi feita em microscópio estereoscópico, através do método da placa quadriculada de acordo com (GIOVANNETTI; MOSSE, 1980). O resultado foi expresso a partir da fórmula: $CM\% = SC/(SC+SN) \times 100$, onde CM corresponde à colonização micorrízica, SC (segmentos colonizados) e SN (segmentos não colonizados) interceptados pelos quadrados.

A intensidade da colonização radicular foi determinada a partir da observação da presença das estruturas fúngicas (vesículas, arbúscos e hifas), utilizando microscópio com aumento de 100x. Para taxa de colonização das raízes, foram atribuídas notas de 1 a 5, onde: 1 (sem colonização) 2 (colonização entre 1 a 25%); 3 (colonização de 26 a 50%); 4 (colonização de 51 a 75%) e 5 (colonização maior que 75%) (RHEINHEIMER; KAMINSKI, 1995).

A parte aérea das plantas foi seca em estufa à 60 °C e moída para as determinações dos teores de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn (MALAVOLTA et al., 1997). Os extratos da matéria seca foram resultantes da digestão nitroperclórica, exceto para o boro, que foi por incineração da amostra e determinação por colorimetria (método da curcumina). As concentrações de Ca, Mg, Cu, Mn, Zn e Fe foram determinadas por espectrofotometria de absorção atômica, P por colorimetria, K por fotometria de chama, S por turbidimetria. Os teores de N foram determinados pelo método semimicro Kjeldahl.

3.3 Instalação do segundo experimento

Para instalação do segundo experimento, visando simular as condições de campo, foram utilizadas as dez mudas de cada tratamento selecionadas do primeiro experimento aleatoriamente, sendo transplantadas em sacos de polietileno 35 x 40 (com capacidade de 9 kg). As mudas foram transplantadas considerando todo o substrato de cultivo para compor o novo recipiente e foi utilizada amostra de solo sem adição de composto do mesmo lote do primeiro ensaio (Tabela 1) para completar o volume do recipiente de cultivo (Apêndice A).

A irrigação nessa etapa continuou como no primeiro experimento, sendo utilizado o auxílio de um regador, uma ou duas vezes ao dia, conforme necessidade. Aos 90 dias do transplante das mudas, as plantas foram coletadas para mensuração dos componentes biométricos como avaliados no primeiro experimento.

Os dados obtidos nos dois experimentos foram submetidos à análise de variância a 5% de probabilidade e análise de regressão polinomial em função das proporções do composto orgânico e do inoculante, empregando o software R versão 4.3.1 (R CORE TEAM, 2023) com o pacote FactoMineR (Lê; Josse; Husson, 2008), pa

ra as variáveis estudadas. Com as variáveis dependentes foi realizada a análise de componentes principais (ACP), individualmente para as variáveis das mudas em condições de viveiro e transplante, para reduzir o número de variáveis sem perda de informações (MINGOTI, 2013).

4.0 RESULTADOS

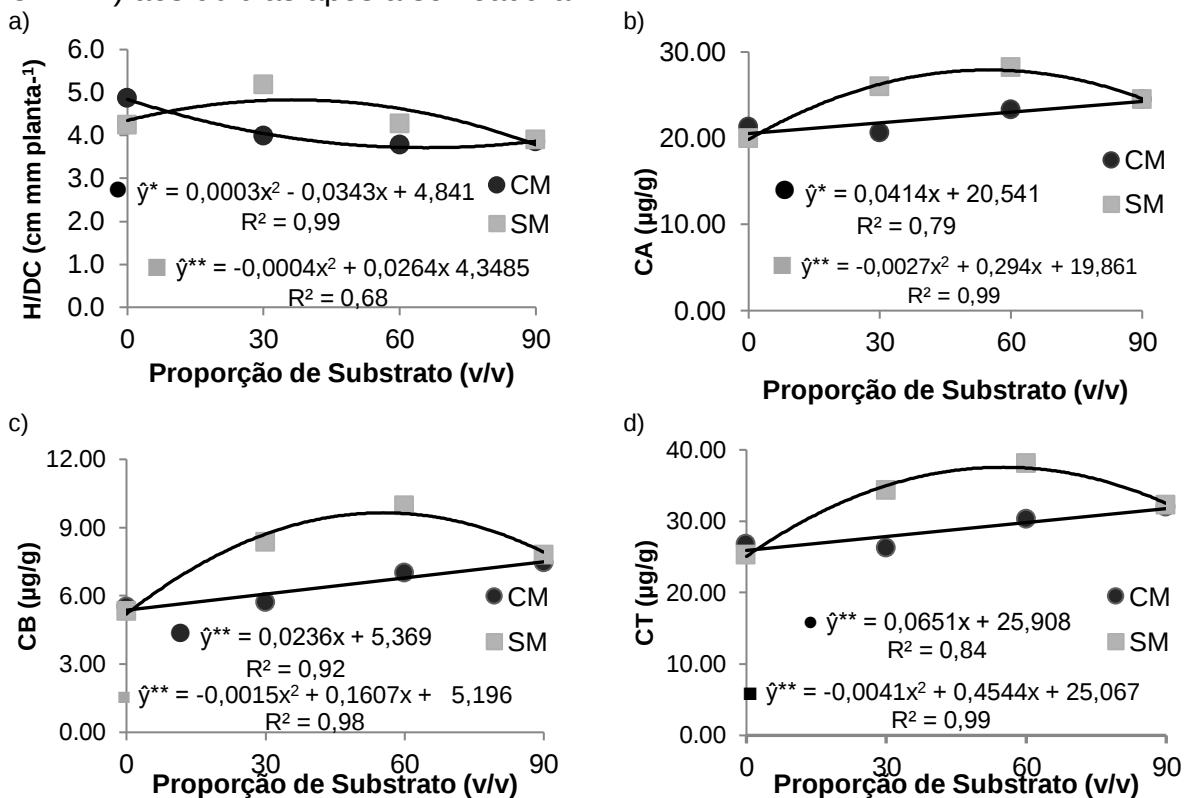
4.1 1º Experimento

Houve interação ($p < 0,01$) entre as proporções do substrato organomineral e a inoculação (com e sem FMA) para as variáveis altura sobre diâmetro do coleto, clorofilas a, b e total. Observou-se também efeito individual do substrato para as variáveis altura, diâmetro do coleto, número de folhas, comprimento de raiz, massa seca da parte aérea, massa seca da raiz, massa seca total e índice de qualidade de Dickson. Houve efeito individual do inoculante para as variáveis: massa seca da parte aérea, da raiz e total e índice de qualidade de Dickson (APÊNDICE B).

Para a relação altura sobre diâmetro do coleto, houve um efeito quadrático crescente para o substrato sem inoculação e efeito quadrático decrescente para o substrato com inoculação (Figura 2 a). A maior média estimada de 4,78 foi obtida nas mudas cultivadas com o substrato composto de 33:67 (composto orgânico: solo, v:v) sem inoculação, com aumento de 13,0%, e nas mudas inoculadas no substrato com 58:42 (composto orgânico: solo, v:v) com média estimada de 3,86, com aumento de 25,91% em relação as mudas cultivadas apenas com solo 0:100 (composto orgânico: solo, v:v).

O incremento do fertilizante orgânico na composição do substrato organomineral favoreceu o aumento nos índices de clorofilas a, b e total (Figuras 2 b, c e d). Houve efeito quadrático e máximas médias estimadas foram de 27,86, 9,50 e 37,66, para as mudas cultivadas sem inoculante e com substrato constituído de 55:45, 54:46 e 56:44 (composto orgânico: solo, v:v), respectivamente. O acréscimo verificado em relação às mudas cultivadas apenas com solo e sem inoculante foram de 39,50%, 78,91%, 48,91%, respectivamente. Com relação às mudas que receberam inoculação, houve um efeito linear crescente com índices de clorofilas a, b e total, as médias máximas estimadas foram de 24,27, 7,49 e 31,77, com aumento de 14,16%, 35,44% e 18,59%, em relação às mudas cultivadas com 0:100 (composto orgânico: solo, v:v), respectivamente (Figuras 2 b, c e d).

Figura 2. Relação altura e diâmetro do coleto (a), índice de clorofila a (b), índice de clorofila b (c) e índice de clorofila total (d) em mudas de *Inga ingoides* (Rich.) Willd. cultivadas em substratos organominerais formulados em diferentes proporções de composto orgânico e Latossolo Amarelo distrocoeso, inoculadas (CM) e não inoculadas (SM) com *Rhizophagus intraradices* (Rootella BR® ULTRA) aos 90 dias após a semeadura.

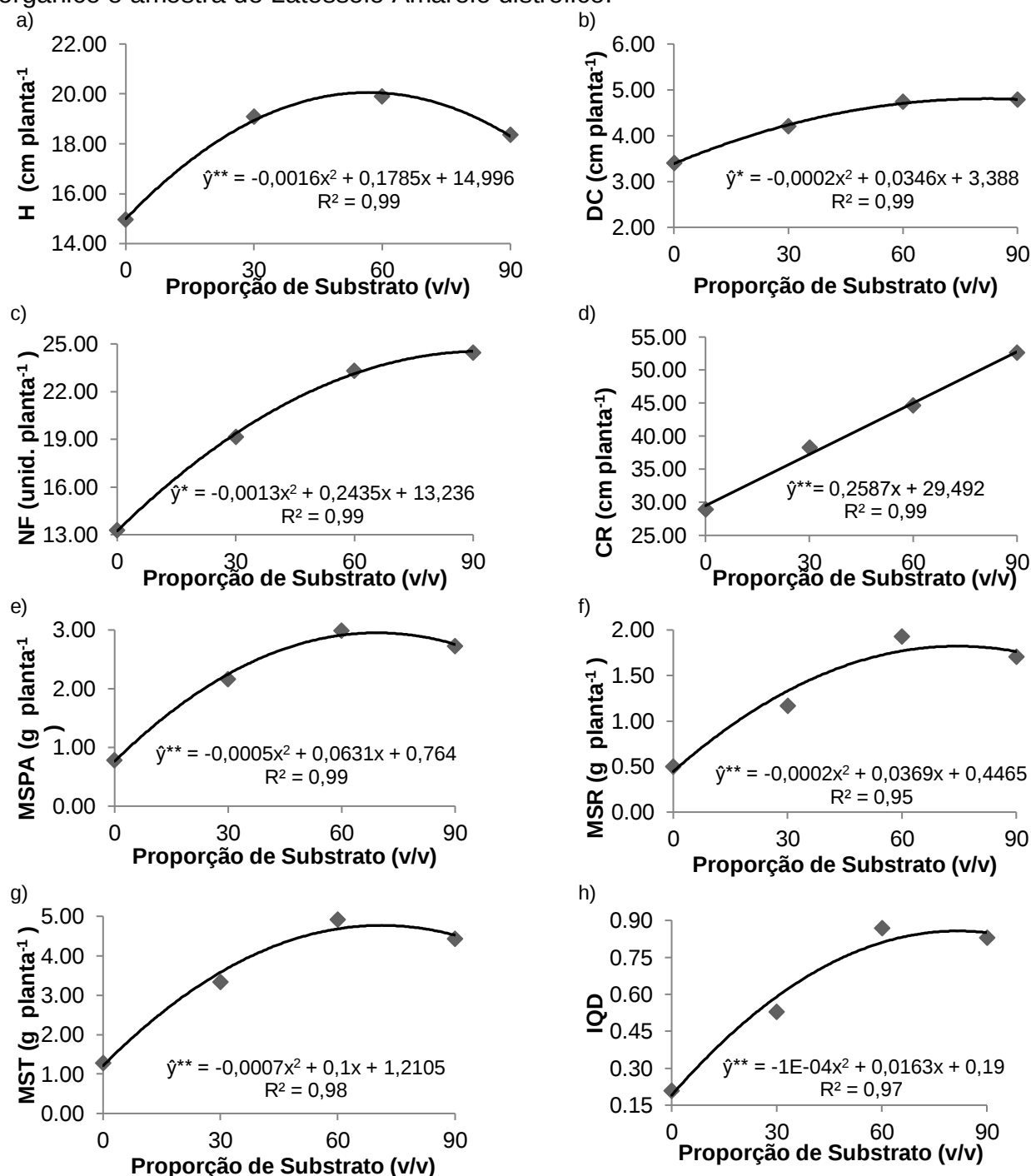


Para altura, diâmetro de coleto e número de folhas houve comportamento quadrático do substrato de cultivo, sendo as proporções de 56:44, 87:13 e 89:11 (composto orgânico: solo, v:v), que possibilitaram as maiores médias estimadas de 19,97 cm planta⁻¹, 4,88 mm planta⁻¹ e 23,96 folhas planta⁻¹, respectivamente (Figuras 3 a, b e c) nas mudas. Esses médias foram 33,60, 43,50 e 89,5% superiores as das mudas cultivadas apenas com solo (composto orgânico: solo, v:v), respectivamente. A média máxima de comprimento de raiz estimada foi de 52,77 cm planta⁻¹ (Figura 3 d) e foi registrada nas mudas cultivadas com 90:10 (composto orgânico: solo, v:v) com aumento de 82,47%, em relação as mudas cultivadas com 0:100 (composto orgânico: solo, v:v), respectivamente.

Houve efeito individual com comportamento quadrático do substrato de cultivo para as variáveis massa da matéria seca da parte aérea, raiz, total e índice de qualidade de Dickson, sendo as composições de substratos de 64:36, 93:07; 72:28 e 82:18 as que proporcionaram as máximas médias estimadas de 2,75 g planta⁻¹ (Figura 3 e); 2,15 g planta⁻¹ (Figura 3 f); 4,78 g planta⁻¹ (Figura 3 g); 0,85

(Figura 3 h), com aumentos de 248%, 330%, 271% e 305%, em relação as mudas cultivadas com 0:100 (composto orgânico: solo, v:v), respectivamente.

Figura 3. Altura (a), diâmetro do coleto (b), número de folhas (c), comprimento de raiz (d), massa seca da parte aérea (e), massa seca da raiz (f), massa seca total (g), índice de qualidade de Dickson (IQD) (h) de mudas de *Inga ingoides* (Rich.) Willd cultivadas em substratos organominerais formulados com composto orgânico e amostra de Latossolo Amarelo distrófico.



Quanto ao uso ou não do inoculante, as mudas que não receberam o

tratamento inoculado apresentaram maiores médias de massa da matéria seca da parte aérea, raiz e total, índice de qualidade de Dickson e intensidade de colonização das raízes (Tabela 4).

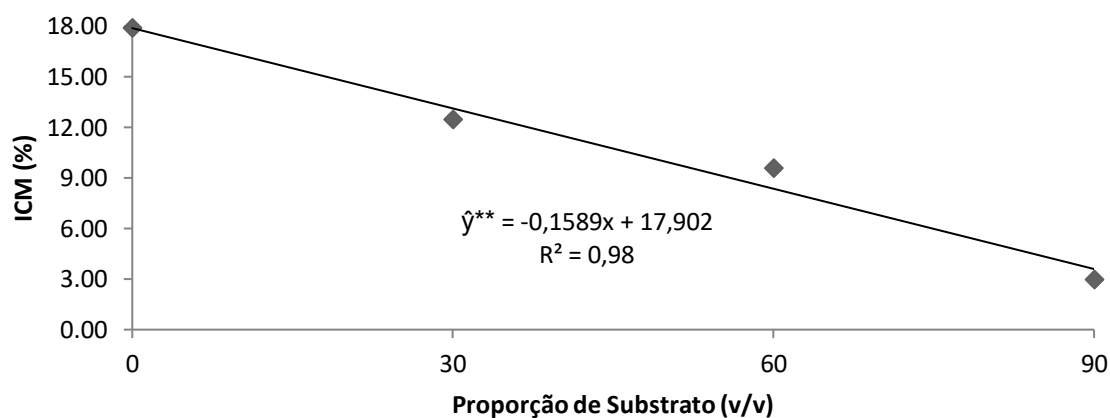
Tabela 4. Médias de massa da matéria seca da parte aérea (MSPA), massa da matéria seca da raiz (MSR), massa da matéria seca total (MST), índice de qualidade de Dickson (IQD), intensidade de colonização micorrízica (IC) de mudas de *Inga ingoides* (Rich.) Willd. inoculadas (CM) e não inoculadas (SM) com *Rhizophagus intraradices* (Rootella BR® ULTRA).

Variável	Inoculação	
	Com FMA	Sem FMA
MSPA (g planta ⁻¹)	1,97 b*	2,37 a
MSR (g planta ⁻¹)	1,2 b	1,45 a
MST (g planta ⁻¹)	3,17 b	3,82 a
IQD	0,55 b	0,67 a
IC (%)	13,77 b	23,0 a

*Médias seguidas de letras minúsculas na linha se diferem pelo teste de F.

Para colonização e intensidade micorrízica, todas as raízes, independente dos tratamentos com e sem inoculação foram colonizadas por fungos micorrízicos arbusculares (Apêndice C). Contudo, houve efeito significativo apenas para a proporção de composto orgânico adicionado ao solo para compor o substrato organomineral (Figura 4). Nenhum efeito dos tratamentos sobre a colonização micorrízica radicular foi observado, porém, para a intensidade de colonização nas raízes de *Inga ingoides* (Rich.) Willd. ocorreu efeito individual do substrato organomineral (Apêndice D) com efeito linear decrescente, (Figura 4). Na proporção 0:100 (solo puro) sem adição de inoculante e substrato, a intensidade micorrízica foi de 17,92%, e chegando a 3% na proporção 90:10 (substrato:solo).

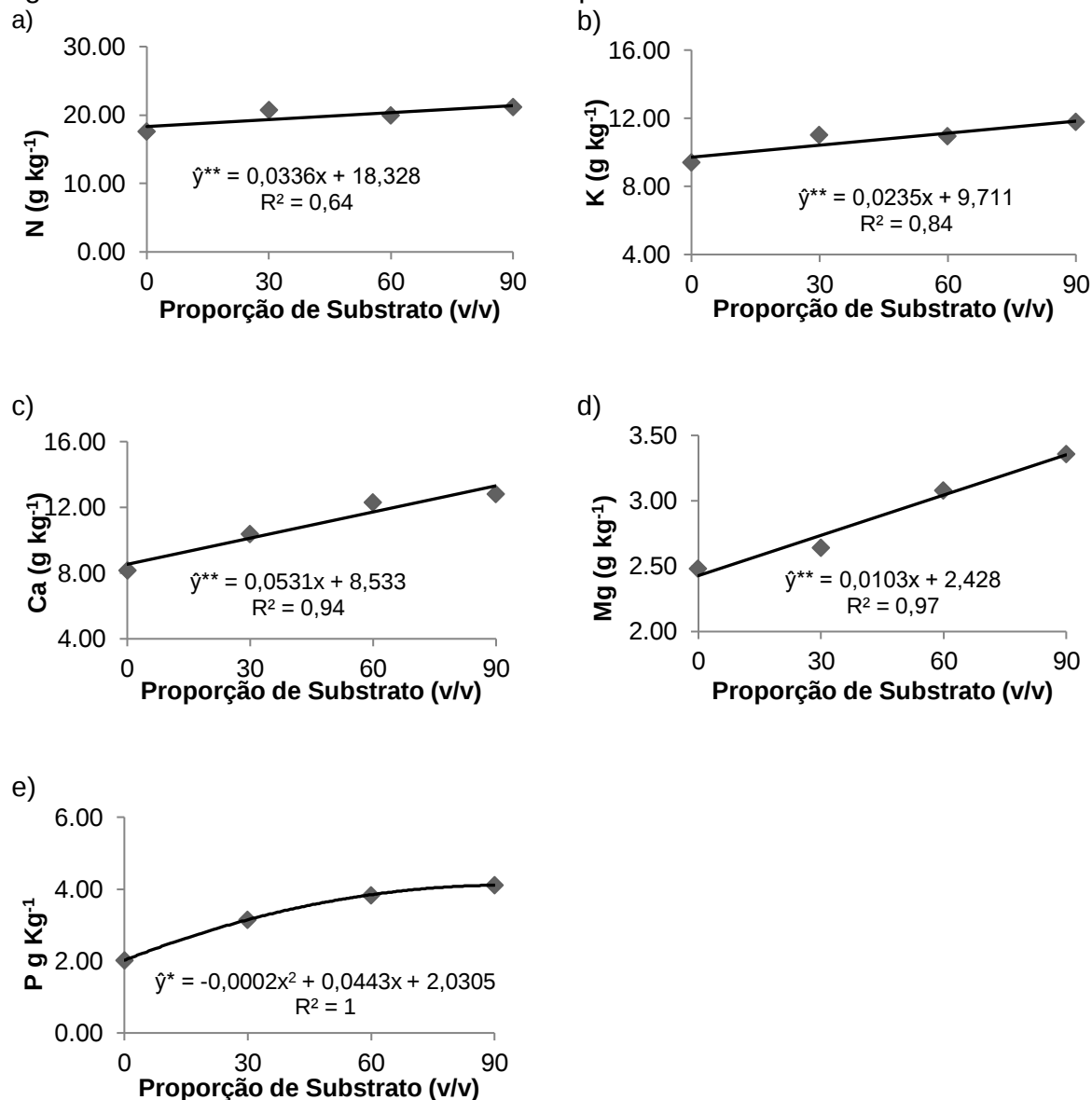
Figura 4. Intensidade de colonização micorrízica de raízes de *Inga ingoides* (Rich.) Willd. cultivadas em substratos organominerais formulados com composto orgânico e amostra de Latossolo Amarelo, inoculadas (CM) e não inoculadas (SM) com *Rhizophagus intraradices* (Rootella BR® ULTRA).



Quanto a análise foliar, foram quantificados os teores de macro e micronutrientes presentes na parte aérea das mudas de *Inga ingoides* (Rich.) Willd. (Apêndice E). Os valores nos teores de macro e micro nutrientes podem ser observados em cada tratamento (Apêndice F).

Com relação à nutrição das mudas não houve interação entre os tratamentos estudados para os teores de macronutrientes. Houve efeito simples com comportamento linear crescente das médias em função da composição do substrato para os teores de N, K, Ca, Mg (Figuras 5 a, b, c, d, e), com exceções do P, que o efeito foi quadrático crescente, e do S, que não houve efeito ($p > 0,05$).

Figura 5. Teores de Nitrogênio (a), Potássio (b), Cálcio (c), Magnésio (d), Fósforo (e), na parte aérea das mudas de *Inga ingoides* (Rich.) Willd. cultivadas em substratos organominerais formulados em diferentes proporções de composto orgânico e Latossolo Amarelo aos 90 dias após a semeadura.



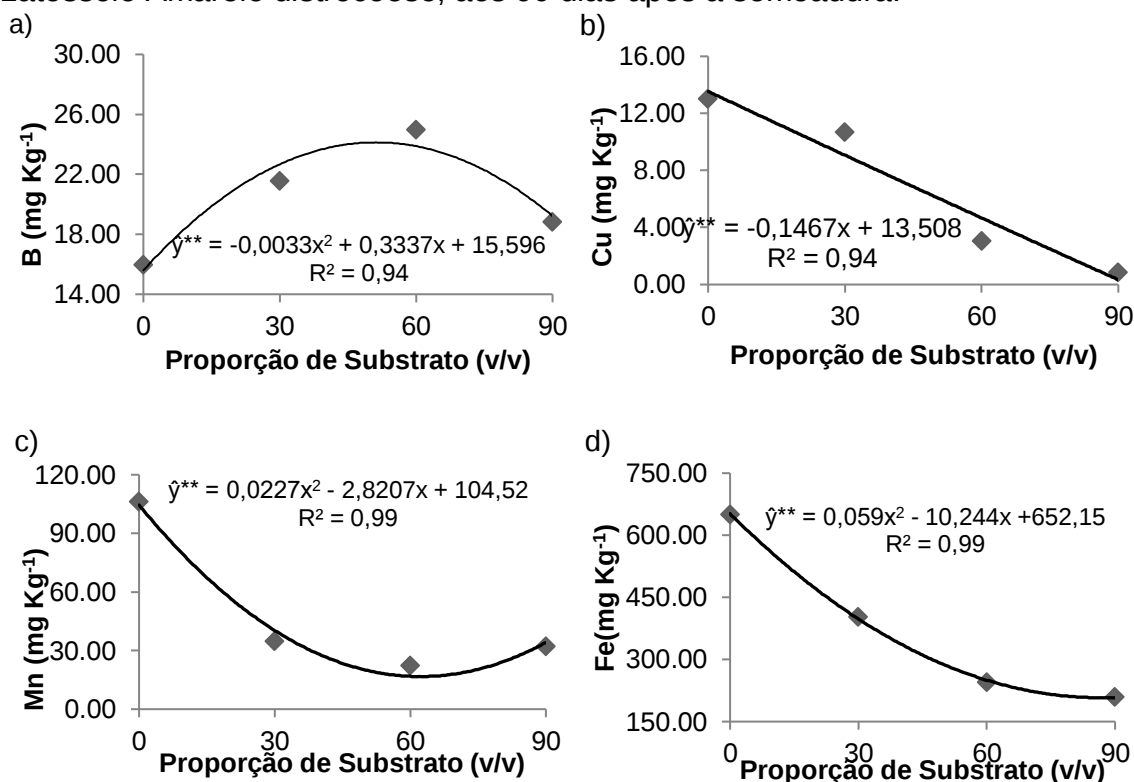
Em ordem de absorção as plantas, independente da composição do substrato, apresentaram maiores teores de N>Ca>K>P>Mg>S.

Para os teores de N, Ca e K, os efeitos foram lineares crescentes com médias de: 21,35, 13,31 e 11,83 g Kg⁻¹ na proporção 90:10, aumentando em: 21,80%, 63% e 21,30% (respectivamente). O teor de P teve efeito quadrático crescente com média de 4,11 g Kg⁻¹ na proporção 90:10, com aumento de 102,47%. Para o teor de Mg o efeito foi linear crescente com média de 3,36 g Kg⁻¹ na proporção 90:10, com aumento de 35,48%.

Para os teores de micronutrientes, não houve interação do substrato

organomineral com o inoculante nos tratamentos estudados. Houve efeito simples da composição do substrato organomineral, para os teores de B, Cu, Mn e Fe (Figuras 6 a, b, c e d), com exceção do Zn.

Figura 6. Teores de Boro (a), Cobre (b), Manganês (c) e Ferro (d) na parte aérea das mudas de *Inga ingoides* (Rich.) Willd. cultivadas em substratos organominerais formulados em diferentes proporções de composto orgânico e Latossolo Amarelo distrocoeso, aos 90 dias após a semeadura.



Em ordem de absorção as plantas, independente da composição do substrato, apresentaram maiores teores de Fe>Mn>Zn>B>Cu.

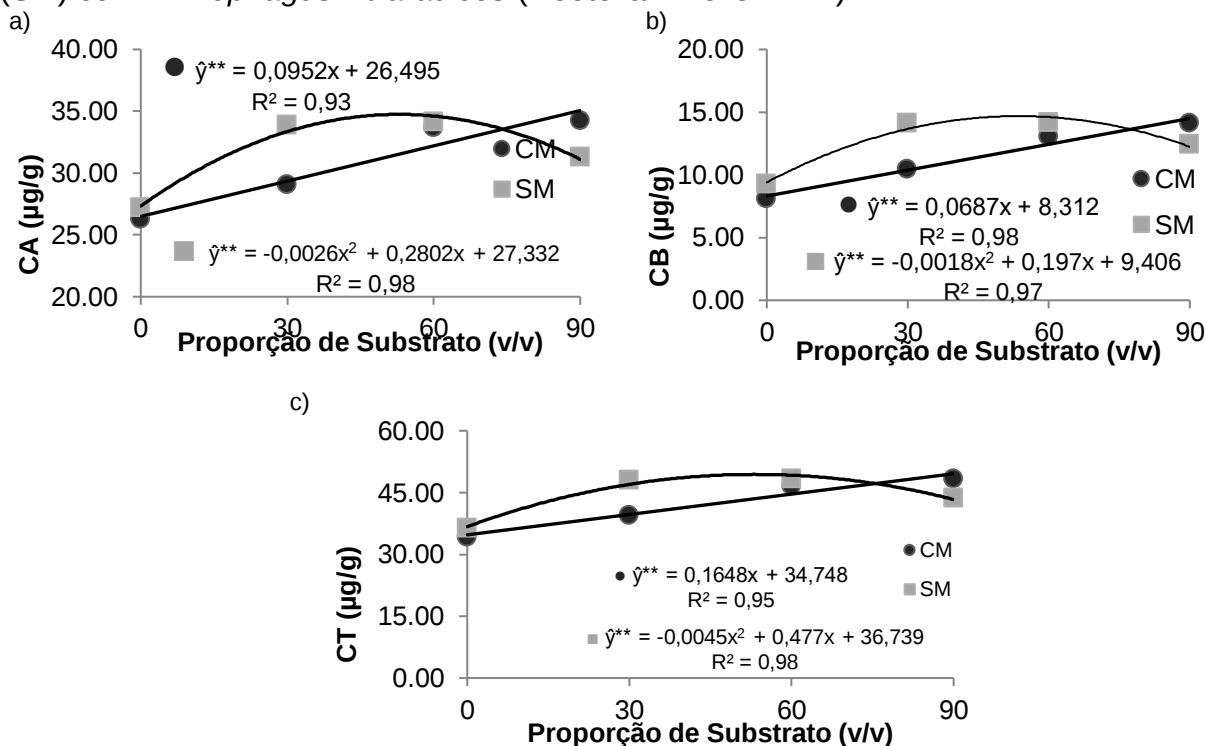
Para os teores de Fe e Mn, os efeitos foram quadráticos decrescentes, com valores de 650,52 mg kg⁻¹ na proporção 0:100 reduzindo para 207,49 mg kg⁻¹ na proporção 87:13 e 106,33 mg kg⁻¹ na proporção 0:100, reduzindo para 16,9 mg kg⁻¹ na proporção 63:37, a redução foi de 213% e 529% (respectivamente).

B teve efeito quadrático crescente e na proporção 51:49 a média foi de 24,03 mg kg⁻¹, com aumento de 50,57% em relação ao 0:100. O Cu, assim como outros micronutrientes, teve efeito linear decrescente, sendo que a proporção 0:100, teve 13,01 mg kg⁻¹, reduzindo para 0,87 mg kg⁻¹ na proporção 90:10.

4.2 2º Experimento

Os resultados da análise de variância para as mudas transplantadas que compuseram o segundo experimento (Apêndice G). Houve interação entre os tratamentos inoculação e substratos ($p < 0,05$) apenas para os índices de clorofilas a, b e t (CA, CB e CT) (Figuras 7 a, b e c).

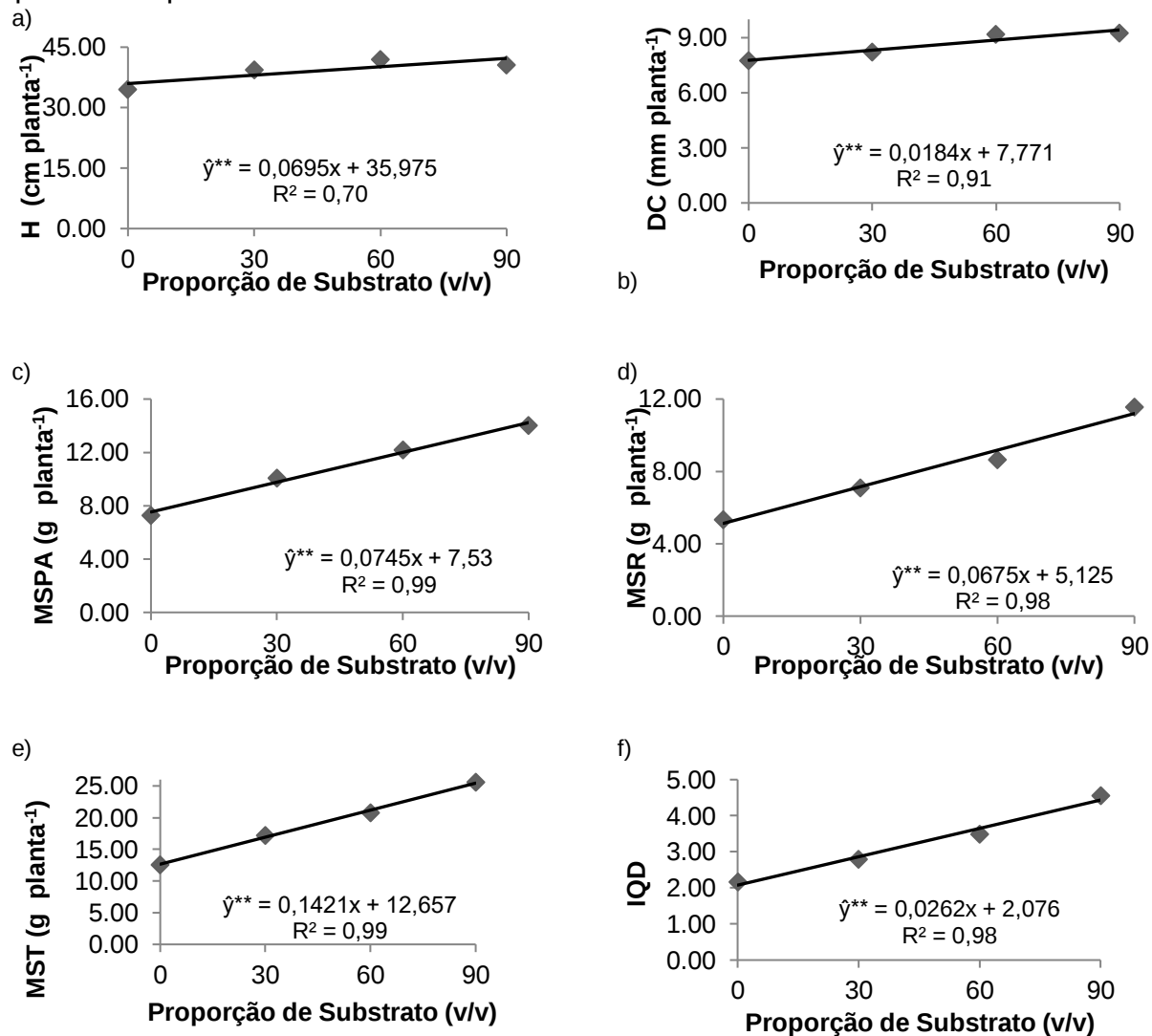
Figura 7. Índices de clorofila a (a), clorofila b (b), clorofila total (c), de mudas de *Inga ingoides* (Rich.) Willd. cultivadas em substratos organominerais formulados com composto orgânico e Latossolo Amarelo inoculadas (CM) e não inoculadas (SM) com *Rhizophagus intraradices* (Rootella BR® ULTRA).



Os resultados obtidos para os tratamentos de substrato sem inoculante, os efeitos foram quadráticos crescentes, as mudas cultivadas nos substratos constituídos de 54:46, 55:45 e 53:47 apresentaram médias máximas de 34,90; 14,80 e 49,38 nos índices de clorofilas a, b e total, com aumentos de 28,42, 59,83 e 35,58% respectivamente, em relação ao tratamento 0:100. Quando as mudas foram cultivadas com inóculo houve efeitos lineares nos substratos constituídos de 90:10, as médias foram de 35,06 14,50 e 49,58, com aumentos de 33,61, 79,50 e 44,84% respectivamente, em relação ao tratamento 0:100.

Assim como no primeiro experimento, no segundo somente houve efeito individual do substrato ($p < 0,01$) para as variáveis H, DC, MSPA, MSR, MST e IQD (Figura 8).

Figura 8. Altura (a), diâmetro do coleto (b), massa seca da parte aérea (c), massa seca da raiz (d), massa seca total (e), índice de qualidade de Dickson (f) de mudas de *Inga ingoides* (Rich.) Willd. cultivadas em substratos organominerais formulados com composto orgânico e Latossolo Amarelo distrocoeso aos 90 dias após o transplântio.



Para as variáveis H, DC, MSPA, MSR, MST e IQD os efeitos foram lineares e crescentes, com as médias de 42,23 cm planta⁻¹; 9,43 mm planta⁻¹; 14,23 g planta⁻¹; 11,20 g planta⁻¹; 25,45 g planta⁻¹ e 4,43, com aumentos de 21,22%, 19,51%, 93%, 117,10%, 103,20% e 110,14% respectivamente com relação ao tratamento 0:100.

Houve efeito individual do inoculante ($p < 0,05$) foi observado para as variáveis H e ($p < 0,01$) para DC (Tabela 5).

Tabela 5. Diâmetro do coleto (DC) e altura (H) de mudas de *Inga ingoides* (Rich.) Willd. cultivadas em substratos organominerais formulados com composto orgânico e amostra de Latossolo Amarelo distrófico, inoculadas (CM) e não inoculadas (SM) com *Rhizophagus intraradices* (Rootella BR® ULTRA) aos 90 dias após o transplântio.

Variável	Inoculação	
	CM	SM
DC (mm planta ⁻¹)	8,09 b*	9,09 a
H (cm planta ⁻¹)	40,86 a	37,34 a

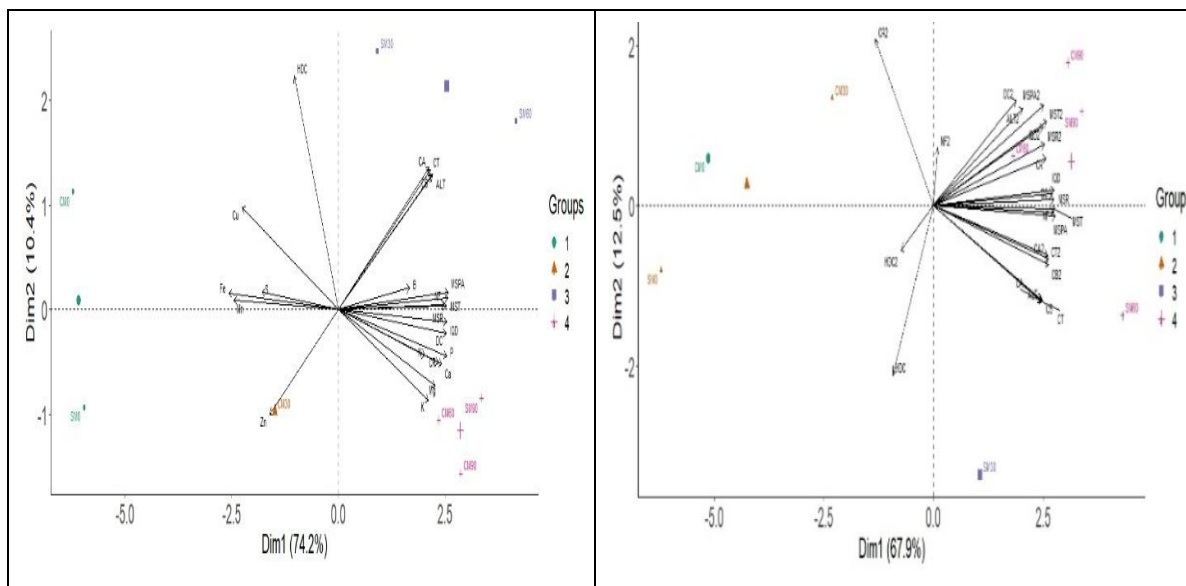
*Médias seguidas de letras minúsculas na linha se diferem pelo teste de F.

4.3 Análise multivariada no primeiro e segundo experimentos

As distribuições dos tratamentos substratos e inoculação, tanto no primeiro, quanto no segundo experimentos, em função das variáveis analisadas podem ser visualizadas a partir da análise de componentes principais (ACP) (Figura 9). A variabilidade dos dados foi explicada em 74,2% no eixo 1 e 10,4% no eixo 2, totalizando 84,6% da variabilidade total dos dados (Figura 9 a) e no segundo ensaio em 67,9% no eixo 1 e 12,5% no eixo 2, totalizando 80,4% da variabilidade total dos dados (Figura 9 b).

Tanto no primeiro (Figura 9 a) quanto no segundo (Figura 9 b) experimentos, os tratamentos foram separados em quatro grupos. Os primeiros e segundo grupos nos dois experimentos englobaramos tratamentos inoculados e sem inoculação sem adição de adubação orgânica 0:100 (composto orgânico:solo), com acréscimo no segundo experimento do tratamento com inoculação e cultivo no substrato com 30:70 (composto orgânico: solo). No primeiro experimento, esses tratamentos foram mais correlacionados com os teores de Cu e Fe e no segundo, sem nenhuma correlação com as variáveis analisadas. No segundo grupo, nos dois experimentos o tratamento com FMA cultivado com 30:70 permaneceu sem correlação com as variáveis estudadas. O terceiro grupo foi formado pelos tratamentos sem FMA combinado com 60:40 no primeiro ensaio e apenas com o sem FMA e 30:70 no segundo experimento. No quarto grupo, em ambos os experimentos, permaneceram os tratamentos 90:10 com e sem FMA e com 60:40 com FMA. No segundo experimento o tratamento sem FMA e cultivado com 60:40 integrou o grupo, sendo todos muito correlacionados com as variáveis biométricas e índice de qualidade de Dickson.

Figura 9. Análise de componentes principais (ACP) de variáveis relacionadas aos componentes biométricos e nutrição das mudas de *Inga ingoides* (Rich.) Willd. em substratos organominerais formulados em diferentes proporções de composto orgânico e Latossolo Amarelo, inoculadas (CM) e não inoculadas (SM) com



Rhizophagus intraradices (Rootella BR® ULTRA) aos 90 dias após a semeadura (a) e aos 90 dias após o transplante (b).

5.0 DISCUSSÃO

As mudas cultivadas apenas com solo (proporção 0:100) apresentaram médias inferiores em comparação aos demais tratamentos, evidenciando a responsividade das mudas à melhoria da fertilidade do substrato, tanto em estágio inicial de crescimento quanto no transplante. A hipótese de que a adição de fertilizante orgânico na composição do substrato estimula o crescimento de mudas de *Inga ingoides* pode ser constatada; entretanto, não observou-se efeito do da inoculação com FMA.

Os substratos formulados possibilitaram as melhores médias das mudas para as variáveis de altura, diâmetro do coleto, comprimento de raiz, massa seca da parte aérea, massa seca da raiz, massa seca total e índice de qualidade de Dickson nos dois experimentos. Esses resultados reforçam que a utilização de substrato organomineral melhora o cultivo de mudas em comparação ao cultivo apenas com solo.

O uso de substrato à base de poda de árvores e esterco bovino e caprino, resultou em maior altura nas mudas de *Inga ingoides* (Rich.) Willd. aos 90 dias após a semeadura. Moreira et al. (2018) observaram resultados semelhantes utilizando esse mesmo tipo de substrato em mudas de *Caesalpinia pulcherrima* L. SW., também detectando melhorias no IQD, corroborando resultados deste estudo. O substrato à base de podas de árvores e esterco bovino e caprino proporcionou médias superiores em NF e CR no primeiro experimento, resultados que foram confirmados por Bráulio et al., (2019) em mudas de *Bauhinia variegata* L., e Anjos et al., (2018) em mudas de *Cassia grandis* L., evidenciando a eficiência desse tipo de substrato para produção de mudas arbóreas.

O substrato contituído de de 90:10 (composto orgânico: solo v/v) revelou-se uma alternativa promissora para o cultivo do ingá. Essa formulação pode ser viável para pequenas, médias e grandes fazendas agrícolas, assim como hortos florestais e demais fins de revegetação, reflorestamento e recuperação de áreas degradadas.

O substrato sem inoculante proporcionou médias similares ao substrato com inoculante nos índices de clorofila a, b e total no primeiro experimento,

evidenciando a eficiência do substrato. No segundo experimento, observou-se que os índices de clorofila foram maiores nos tratamentos inoculados. No entanto, os melhores resultados de clorofila nos dois experimentos foram obtidos em uma menor proporção de substrato sem inoculação em comparação ao substrato inoculado, (com exceção da clorofila b do segundo experimento), indicando que o composto adicionado favoreceu um maior índice de clorofila. Diferentes composições de substrato podem interferir nos pigmentos fotossintéticos, sendo que plantas com maior teor de clorofila tendem a se adaptar melhor em campo (AFONSO et al., 2017). O aumento na clorofila b é característico de ambientes sombreados, onde a planta capta energia de outros comprimentos de onda, transferindo-a para clorofila a e atuando nas reações fotoquímicas da fotossíntese para se adaptar a condições de menor iluminação (SCALON et al., 2003).

No primeiro experimento, a espécie *Inga ingoides* (Rich.) Willd. não apresentou resposta a inoculação com *Rhizophagus intraradices* até os 90 dias de cultivo em substratos organominerais, formulados a partir de composto orgânico, oriundo de podas de árvores com adição de esterco caprino e bovino, em comparação ao cultivo apenas em solo, contrariando parte da hipótese testada.

Os tratamentos sem inoculação micorrízica e sem adição de substrato apresentaram maior intensidade de colonização, uma vez que o solo em seu estado natural (não esterilizado) contém propágulos naturais de FMA que podem estabelecer a simbiose. O substrato utilizado também não foi esterilizado, o que pode ter gerado competição entre os fungos do solo e do substrato pelos sítios de colonização, evidenciando a eficiência dos fungos nativos presentes no solo. Como o inoculante utilizado não foi isolado especificamente para a espécie em estudo, a competição entre os fungos nativos e o inoculante pode ter impedido uma colonização mais efetiva, especialmente com o aumento das proporções de substrato, que resultou em diminuição da colonização micorrízica.

Em termos de nutrição, o substrato também se mostrou eficiente para proporcionar maiores teores dos macronutrientes, pois a absorção aumentou nas mudas com adição do substrato. O aumento do teor de macronutrientes da parte aérea pode ser atribuído à composição do substrato, demonstrando o efeito positivo do composto orgânico.

Quanto aos micronutrientes os valores diminuíram, apresentando menor absorção com adição do substrato. Isso pode ser explicado pelo fato de que o solo possui pH mais ácido, condição esta que disponibiliza os micronutrientes catiônicos e consequentemente melhora sua absorção, enquanto a adição de maior quantidade de composto orgânico (Tabela 3) no substrato elevou o pH o que explica a redução da absorção de micronutrientes (FAQUIN, 2001).

A análise de componente principais (PCA) dos dois experimentos revelou que os grupos formados com as maiores médias das variáveis biométricas avaliadas aos 90 dias após a semeadura, também apresentaram os melhores resultados aos 90 dias após o transplante. Os tratamentos que não receberam substratos mostraram-se diretamente correlacionados com a absorção de micronutrientes, evidenciando uma disponibilidade desses nutrientes. Ao aumentar a proporção de substrato, que apresenta pH superior ao solo puro, a absorção de micronutriente diminui, mas a produção da biomassa melhora, proporcionando um maior equilíbrio para a planta.

A inoculação com fungo micorrízico na fase inicial não foi significativa, fenômeno já documentado para outras espécies, como timbaúba e saguaraji (LEITE et al., 2017, CAMARA et al., 2017).

Os resultados do presente estudo indicam que a espécie *Inga ingoides* (Rich.) Willd. não é responsiva à inoculação com *Rhizophagus intraradices* até os 90 dias de cultivo em substratos organominerais formulados a partir de composto orgânico oriundo de podas de árvores com adição de esterco caprino e bovino, quando comparada ao cultivo apenas em solo (Apêndice D). O menor crescimento da espécie no substrato formulado com 0:100 indica que *Inga ingoides* (Rich.) Willd. é sensível à acidez do solo durante a fase de muda, já que o solo apresentou pH de 4,6 e foi classificado como de baixa fertilizade uma vez que a soma de bases, assim como capacidade de troca de cátions efetiva e potencial foram baixas (Tabela 1) (PREZOTTI; GUARÇONI M., 2013). Estas condições reforçam a importância do uso de materiais orgânicos como fonte primária de nutrientes.

Diante dos resultados apresentados é possível conformar a hipótese de que os substratos são o principal fator, não apenas para a produção no viveiro, mas também no transplante das mudas. Tal resultado também foi verificado por

Araújo et al. (2021) para a espécie *Senna multijuga*. Assim, a confecção de compostos orgânicos deve ser considerada nas atividades envolvendo a execução de projetos principalmente para implementação de viveiros florestais acessíveis, tanto aos produtores como hortos e prefeituras. Em consonância com o objetivo do desenvolvimento sustentável, que indica cidades e ambiente rurais sustentáveis, a utilização desses materiais ajuda a eliminar volumes excessivos, reduzindo problemas ambientais. Além disso, as informações obtidas por meio do nosso estudo podem ser acessíveis e aplicáveis em projetos baseados na recuperação de áreas degradadas e sistemas agroecológicos de produção.

6.0 CONCLUSÃO

A espécie *Inga ingoides* (Rich.) Willd. não é responsiva a inoculação com *Rhizophagus intraradices*, quando cultivada em substratos formulados com amostra Latossolo amarelo distrocoeso e composto orgânico, aos 90 dias após a semeadura.

Inga ingoides (Rich.) Willd. é responsiva em crescimento e nutrição quando cultivada em substrato formulado com composto orgânico e amostra de Latossolo amarelo distrocoeso em fase de muda e após o transplante.

O substrato organomineral formulado com 90:10 (composto orgânico: solo) possibilita melhor desenvolvimento das mudas de *Inga ingoides* (Rich.) Willd. aos 90 dias da semeadura e após o transplante e pode ser indicado para a produção das mesmas.

7.0 REFERÊNCIAS

- ABREU, G. M.; SCHIAVO, J. A.; ABREU, P. M.; BOBADILHA, G dos S.; ROSSET, J. S. Crescimento inicial e absorção de fósforo e nitrogênio de *Enterolobium contortisiliquum* inoculada com fungos micorrízicos arbusculares. **Revista de Ciências Agrárias**, v.41, n.1, p.156-164, 2018.
- AFONSO, M. V.; MARTINAZZO, E. G.; AUMONDE, T. Z.; VILLELA, F. A. Parâmetros fisiológicos de mudas de *Albizia niopoides* produzidas em diferentes composições de substrato. **Ciência Floresta**, v. 27, n.04, 2017.
- ANJOS, Â. S. de J. C. dos.; NÓBREGA, R. S. A.; MOREIRA, F. Melo.; SILVA, J. de J. da.; BRAULIO, C. da S.; NÓBREGA, J. C. A. Substratos alternativos no crescimento inicial de mudas de *Cassia grandis* L. F. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v.8, n.3, p.115-124, 2018.
- ARAÚJO, E. F.; SOUSA, L. B.; NÓBREGA, R. S. A.; NÓBREGA, J. C. A.; ARAUCO, A. M. de S.; PEREIRA, R. R.; LUSTOSA FILHO, J. F. Organic residues improve the quality and field initial growth of *Senna multijuga* seedlings. **Journal of sustainable forestry**, v. 40, n. 1, p. 249-262, 2021.
- ARAÚJO, E. F.; AGUIAR, A. S.; ARAUCO, A. M. de S.; GONÇALVES, E. de O. ALMEIDA, K. N. S. de. Crescimento e qualidade de mudas de paricá produzidas em substratos à base de resíduos orgânicos. **Nativa**, v.5, n.1, p.16-23, 2017.
- BERUDE, M. C.; ALMEIDA, D. S. de; RIVA, M. M.; CABANÊZ, P. A.; AMARAL, A. A. do. Micorrizas e sua importância agroecológica. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.11 n.22; p. 2015.
- BIANCO, L. Principales aspectos de la nodulación y fijación biológica de nitrógeno en Fabáceas. **IDESIA**, v. 38, Nº 2, 2020.
- BRAGANÇA, G. P. P., FREITAS, M. de S. C.; ISAIAS, R. M. dos S. The influence of gall position over xylem features in leaflets of *Inga ingoides* (Rich.) Willd. (Fabaceae: Caesalpinioideae). **Trees**, v. 35, 199–209, 2021.
- BRASIL. Instrução Normativa n.17, de 21 de maio de 2007. **Aprovar os Métodos Analíticos Oficiais para Análise de Substratos e Condicionadores de Solos**. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/fertilizantes/legislacao/in-17-de-21-05-2007-aprova-metodo-substrato.pdf>. Acesso em: 28 de fevereiro de 2024.
- BRASIL. Supremo Tribunal de justiça. Acesso em 22 de março de 2024. Disponível em: <https://portal.stf.jus.br/hotsites/agenda-2030/index.html>.
- BRÁULIO, C. da S.; NÓBREGA, R. S. A.; MOREIRA, F. M.; ANJOS, Â. S. de J. C. dos.; SILVA, J. de J. da.; ROCABADO, J. M. A. Growth response of *Bauhinia variegata* L. to inoculation and organic fertilization. **Revista Árvore**, v. 43, n. 1, p. 1-10. 2019.

BRAZ, M. do S. S.; FREITAS, S. de L. S.; CAMPOS, M. A. L.; MIRANDA, D. D. O. A. de.; COSME, M. C. Caracterização morfológica do fruto, semente, plântula e panta jovem e germinação de *Inga ingoides* (Rich) Willd. **Cerne**, v. 18, n. 3, p. 353-360, 2012.

CABRAL, J. S. R.; CERIBELI, M. G. A.; ASSIS, K. C. de; SILVA, F. G.; CARNEIRO, J. J.; SIUZA, T. R. de; CARNEIRO, M. A. C.; SOUCHIE, E. L. Effect of the inoculation of phosphate solubilizing microorganisms and arbuscular mycorrhizal fungi in *Eugenia dysenterica* plants grown on different substrates. **Biotechnología Vegetal**, v. 21, n. 1, p. 62-73, 2021.

CALDEIRA, M. V. W.; SILVA, E. M. R. D.; FRANCO, A. A.; ZANON, M. L. B. Comportamento de mudas de leguminosas arbóreas inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares. **Ciência Florestal**, v.9, n.1, p. 135-142, 1999.

CAMARA, R.; FONSECA JÚNIOR, A. M.; SOUSA, A. C. O.; PEREIRA, M. G. OLIVEIRA JÚNIOR, J. Q. Influência do substrato e inoculação micorrízica na produção de mudas de *Colubrina glandulosa* Perkins. **FLORESTA**, v. 47, n. 4, p. 449 - 458, 2017.

CARDOSO, J. H. Leguminosas arbóreas e fruticultura: contribuições agroflorestais para a sustentabilidade dos pomares. In: Leguminosas na fruticultura: uso e integração em propriedades familiares do sul do Brasil. 1ª ed. Brasília: EMBRAPA, 2019. p. 23–41.

COLODETE C. M.; DOBBSS L. B.; RAMOS, A. C. Aplicação das micorrizas arbusculares na recuperação de áreas impactadas. **Natureza on line**, v. 12, n. 1, p.31-37, 2014.

COSTA, R. S. C. da.; MENDES, A. M.; RODRIGUES, V. G. S.; LEÔNIDAS, F. das C. **Micorrizas arbusculares em sistemas agroflorestais**. 1ª ed. Rondônia: EMBRAPA, 2013. p. 1-13.

COSTA, E.; DIAS, J. G.; LOPES, K. G.; BINOTTI, F. F. da Silva.; CARDOSO, E. D. Telas de sombreamento e substratos na produção de mudas de *Dipteryx alata* Vog. **Floresta e Ambiente**, v. 22, n. 3, p. 416-425, 2015.

COSTA, J. C. F. da.; MENDONÇA, R. M. N.; FERNANDES, L. F.; OLIVEIRA, F. P. de.; SANTOS, D. Caracterização física de substratos orgânicos para o enraizamento de estacas de goiabeira. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v.7, n.2, p.16-23, 2017.

DALANHOL, S. J.; NOGUEIRA, A. C.; GAIAD, S.; KRATS, D. Efeito de micorrizas e da fertilização no crescimento de mudas de *Campomanesia xanthocarpa* (mart.) O.berg., produzidas em diferentes substratos. **Ciência Florestal**, v. 27, n. 3, p. 931-945, 2017..

DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forest Chronicle**, v. 36, n. 1, p. 10-13,

1960.

DUARTE, D. M.; NUNES, U. R. Crescimento inicial de mudas de *Bauhinia forficata* Link diferentes substratos. **CERNE**, v. 18, n. 2, p. 327-334. 2012.

FAQUIN, V. Nutrição mineral de plantas. p.: il. - Curso de Pós-Graduação "Lato Sensu" (Especialização) a Distância: Solos e Meio Ambiente. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001. 182 p.

FERNANDES, M. R. de M.; NÓBREGA, R. S. A.; FERNANDES, M. M.; SOUSA, W. C. E.; LUSTOSA FILHO, J. F. Substratos e inoculação com *Bradyrhizobium* no crescimento de tamboril (*Enterolobium contortisiliquum*) em área degradada. **Revista Agrarian**, v.10, n.35, p. 52-60, 2017.

FERNANDES, J. M. Caracterização morfológica e uso medicinal da espécie *Inga edulis* (fabaceae). **SAJES – Revista da Saúde da AJES**, v. 9, n. 17, p. 68–78, 2023.

FRANCO, A. de J.; MELLO, A. H. de.; OLIVEIRA, G. F. de.; Avaliação do desenvolvimento do paricá (*Schizolobium parahyba* var. Amazonicum (Huber ex Ducke) Barneby) inoculado com fungos micorrízicos arbusculares. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, v.14 n.25; p. 210. 2017.

FREITAS, C. S. de.; PAIVA, H. N. de.; LEITE, H. G.; OLIVEIRA NETO, S. N. de. Crescimento e qualidade de mudas de *Cassia grandis* Linnaeus f. em resposta à adubação fosfatada e calagem. **Ciência Florestal**, v. 27, n. 2, p. 509-519, 2017.

GARCIA, F.C.P.; BONADEU, F. *Inga in Flora e Funga do Brasil*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB22803>>. Acesso em: 05 out. 2023

GILSON. Trecho da música Casinha Branca, 1979.

GIOVANNETTI, M.; MOSSE, B. An evaluation of techniques for measuring vesicular arbuscular mycorrhizal infection in roots. **New phytologist**, v.84, p.489-500, 1980.

GONZÁLEZ-CHÁVEZ, M. C. A.; GUTIERREZ-CASTORENA, M. C.; WRIGHT, S. Hongos micorrizicos arbusculares en la agregación del suelo y su estabilidad. **Terra Latinoamericana**, v. 22, n. 4, p. 507-514. 2004.

INMET. Disponível em [www. https://portal.inmet.gov.br/](http://portal.inmet.gov.br/) 2023.

IPCC: Sumário para Formuladores de Políticas. Em: Mudança do Clima 2021: A Base da Ciência Física. 2021. Disponível em: www.ipcc.ch. Acesso em 17 de agosto 2024.

KOSKE, R.E.; GEMMA, J.N. A modified procedure for staining roots to detect VA mycorrhizas. **Mycological Research**, v.92 p. 488-505, 1989.

KRAUSE, M. R.; MONACO, P. A. V.; HADDADE, I. R.; MENEGHELLI, L. A. M.; SOUZA, T. de. Aproveitamento de resíduos agrícolas na composição de substratos para produção de mudas de tomateiro. **Horticultura brasileira**, v.35, n.2, p.305-310, 2017.

LAIME, E. M. O.; ALVES, E. U.; GUEDES, R. S.; SILVA, K. B.; OLIVEIRA, D. C. de S.; SANTOS, S. da S. S. Emergência e crescimento inicial de plântulas de *Inga ingoides* (Rich.) Willd. em função de posições e profundidades de semeadura **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 2, p. 361-371, 2010.

LÊ, S.; JOSSE, J.; HUSSON, F. FactoMineR: An R Package for multivariate analysis. **Journal of Statistical Software**, v. 25, p. 1–18, 2008.

LEITE, T. de S.; DOMBROSKI, J. L. D.; FREITAS, R. M. O. de.; LEITE, M. de S.; RODRIGUES, M. R. de O. Produção de mudas de *Enterolobium contortisiliquum* e partição de assimilados em resposta à adubação fosfatada e inoculação com fungos micorrízicos. **Ciência Florestal**, v. 27, n. 4, p. 1157–1166, 2017.

LIMPENS, E.; GEURTS, R. Transcriptional regulation of nutrient exchange in arbuscular mycorrhizal symbiosis. **Molecular Plant**, v. 11, n. 7 , p.1421-1423, 2018.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A.de. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2. ed., Piracicaba: **POTAFOS**, 1997, 319 p.

MATA, M. F.; Félix, L. P. Flora da Paraíba, Brasil: Inga Mill. (Leguminosae - Mimosoideae). **Revista Brasileira de Biociências**, v.5, n.135, 2007.

MELLO, A. H. de.; KAMINSKI, J.; ANTONIOLLI, Z. I.; SANTOS, L. C. dos.; SOUZA, E. L. de.; SCHIRMER, G. K.; GOULART, R. M. Influência de substratos e fósforo na produção de mudas micorrizadas de *Acacia mearnsii* DE WILD. **Ciência Florestal**, v. 18, n. 3, p. 321-327, 2008.

MINGOTI, S. A. Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada. Belo Horizonte: Ed. (seconded.), UFMG, 2013, 295p.

MIRA, E.; ROUSTEAU, A.; TOURNEBIZE, R.; LABBOUZ, L.; ROBERTO, M.; EVETTE, A. The conservation and restoration of riparian forests along caribbean riverbanks using legume trees. **Sustainability**, v. 14, n. 7, p.3709, 2022.

MOREIRA, F.M.S. e SIQUEIRA, J.O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. 2a ed. atualizada e ampliada. Larvas, UFLA, 2006 729 p.

MOREIRA, F. M.; NÓBREGA, R. S. A, SANTOS, R. P. dos.; SILVA, C. C. da.; NÓBREGA, J. A. Cultivation of *Caesalpinia pulcherrima* L. Sw. in regional substrates.

Revista Árvore, v. 42, n.2, p. 1-12, 2018.

NOGUEIRA, N. O.; OLIVEIRA, O. M. de.; MARTINS, C. A. da S.; BERNARDES, C. de O. Utilização de leguminosas para recuperação de áreas degradadas. **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, n. 14; p. 2121, 2012.

OLIVEIRA, F. G. de; JARDIM, M. A. G. Emergência de *Acacia farnesiana* (L.) Willd. (fabaceae) e *Pouteria ramiflora* Radlk. (sapotaceae) em diferentes substratos. Soc. Bras. de Arborização Urbana **REVSBAU**, v.8, n.4, p 1-7, 2013.

PAIVA SOBRINHO, Severino; LUZ, Petterson B. da; SILVEIRA, Thammy L. S; RAMOS, Denis T; NEVES, Leonarda G.; BARELLI, Marco A. A. Substratos na produção de mudas de três espécies arbóreas do cerrado. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 5, n. 2, p. 238-243, 2010.

PEDROSA, M. V.; ALVES, L.; PASCHOA, R.; AMARAL, A. A. importância ecológica dos microrganismos do solo . **Enciclopedia Biosfera**, v. 11, n. 22, 2015.

PENNINGTON, T. G. The genus *Inga*. Kew: **Royal Botanic Gardens**, 1997. 844 p.

PREZOTTI, L. C.; GUARÇONI M., A. **Guia de interpretação de análise de solo e foliar**. 2013. 104 p.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2023. Disponível em: URL <https://www.R-project.org>.

RAVIV, M. Can compost improve sustainability of plant production in growing media? **Acta Horticulturae**, p.119-134, 2017.

RHEINHEIMER, D. dos S.; KAMINSKI, J. Intensidade de colonização do córtex radicular e sua relação com a absorção de fósforo pelo Capim- pensacola. **Ciência Rural**, v. 25, n. 2, p. 223-228, 1995.

RIBEIRO, S. R. P., RUFINO, M. do S. M. The agroecological café produced in the serrana region of Baturité, Ceará, Brazil. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.13, n 4, p. 521-530, 2018.

RILIG, M. C. Arbuscular mycorrhizae, glomalin, and soil aggregation. **Canadian Journal of Soil Science**, v 84, n 4, p. 355-363, 2004.

ROLLO, A.; LOJKA, B.; HONYS, D.; MANDÁK, B.; WONG, J. A. C.; SANTOS, C.; COSTA, R.; QUINTELA-SABARIS, C.; RIBEIRO, M. M. Genetic diversity and hybridization in the two species *Inga ingoides* and *Inga edulis*: potential applications for agroforestry in the Peruvian Amazon. **Annals of Forest Science**, v.73, n. 2, p. 425–435 , 2016.

SALMERON-SANTIAGO, I. A.; MARTÍNEZ-TRUJILLO, M.; VALDÉZ-ALARCÓN,

J. J.; PEDRAZA-SANTOS, M. E.; SANTOYO, G.; POZO, M. J.; CHÁVEZ-BÁRCENAS, A. T. An updated review on the modulation of carbon partitioning and allocation in arbuscular mycorrhizal plants. **Microorganisms**, v. 10, n. 75, p. 1-20, 2021.

SANTOS, V. L. da S.; SILVA, C. F. da.; PEREIRA, M. G.; BERBARA, R. L. L. Arbuscular mycorrhizal fungi community and Glomalin in dry forest ecosystems, Brazil. **Revista de la Facultad de Agronomía**, v 117, n. 1, p. 13-21, 2018.

SCALON, S. de P. Q.; MUSSURY, R. M.; RIGONI, M. R.; SCALON FILHO, H. Crescimento inicial de mudas de *Bombacopsis glabra* (pasq.) A. Robins sob condição de sombreamento. **Revista Árvore**, v. 27, n. 6, p. 753-758, 2003.

SCHAFER, G.; LERNER, B. L. Physical and chemical characteristics and analysis of plant substrate. **Horticultura Ornamental**, v. 28, n. 2, p. 181-192, 2022.

SETHI, D.; SUBUDHI, S.; RAJPUT, VD; KUSUMAVATHI, K.; SAHOO, TR; TRAÇO, S.; MANGARAJ, S.; NAYAK, DK; PATTANAYAK, SK; MINKINA, T.; et al. Exploring the role of mycorrhizal and rhizobium inoculation with organic and inorganic fertilizers on the nutrient uptake and growth of *Acacia mangium* Saplings in acidic soil. **Forests**, v. 12, n. 2, p. 1657, 2021.

SILVA, C. F. da; PEREIRA, M. G.; SANTOS, V. L.; MIGUEL, D. L.; SILVA, E. M. R. da. Fungos micorrízicos arbusculares: composição, comprimento de micélio extrarradicular e glomalina em áreas de mata atlântica, Rio de Janeiro. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 2, p. 419-433, 2016.

SILVA, L ; TORRES, E. B. ; NÓBREGA, R. S. A.; LOPES, G. N. ; VOGADO, R. F. ; PAVAN, B. E. ; FERNANDES JUNIOR, P. I. . Biochemical studies of amylase, lipase and protease in *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Chrysomelidae) populations fed with *Vigna unguiculata* grain cultivated with diazotrophic bacteria strains. **Bulletin of Entomological Research**, v. 107, n. 06. p. 820-827, 2017.

SILVA, P. H. S.; NASCIMENTO, I. S. A. do.; COELHO, C. B.; SILVA, R. L. F. de A. Arbuscular mycorrhizae in vegetables from the families of Asteraceae, Aliaceae, Apiaceae, Amaranthaceae and Brassicaceae, grown under organic management. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 2, p. 17143–17155, 2021.

SILVA, P. B. da; GIONGO, V.; LIMA, R. L. F. de A. Micorrizas arbusculares como indicador biológico para seleção modelos de agroecossistemas multifuncionais: 1. Olerícolas. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.14, n.05, p. 2592-2607, 2021.

SOMMER, L. R.; COPATTI, A. S.; OLIVEIRA, B. A. dos S.; CAMARGO, R. R. de.; ZÜGE, P. G. U.; FRÖLECH, D. B.; SILVA, P. da S.; NAGEL, J. C.; ASSIS, A. M. de.; SCHUCH, M. W. Containers, substrates and growing days in the development of 'Xavante' blackberry. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 12, p. 1-12, 2022.

SOUZA, N. C. Avaliação da rentabilidade em condições de risco do café ecológico da área de proteção ambiental da serra de Baturité-CE. **Revista Econômica do Nordeste**, v 41, n 1, p. 115-131, 2010.

SOUZA, F. A.; SCHLEMPER, T. R.; STÜRMER, S. L. A importância da tecnologia de inoculação de fungos micorrízicos para a sustentabilidade na olericultura. In: **Sustentabilidade e horticultura no Brasil : da retórica à prática**, 1^a ed, Brasília, Embrapa, 2017. p. 223-252.

STOFFEL, S. C. G.; SOARES, C. R. F. S.; MEYER, E.; LOVATO, P. E.; GIANCHINI, A. J. Yield increase of corn inoculated with a commercial arbuscular mycorrhizal inoculant in Brazil. **Ciência Rural**, v. 50, n. 7, p. 1-10, 2020.

APÊNDICE A



Segundo experimento com mudas de *Inga ingoides* (Rich.) Willd. transplantadas e cultivadas em substratos organominerais formulados em diferentes proporções de composto orgânico e Latossolo Amarelo, inoculadas (CM) e não inoculadas (SM) com *Rhizophagus intraradices*.

APÊNDICE B

Resumo da análise de variância para os valores de altura (H), diâmetro do coleto (DC), relação (H/DC), comprimento da raiz (CR), número de folhas (NF), clorofila a (CA), clorofila b (CB), clorofila total (CT), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), massa seca total (MST) e índice de qualidade de Dickson (IQD) em mudas de *Inga ingoides* (Rich.) Willd. cultivadas 90 dias após a semeadura em viveiro, em substratos organominerais inoculadas com *Rhizophagus intraradices*.

Quadrado Médio

FV	GL	H	DC	H/DC	NF	CR	MSPA
INOC	1	5,00 ^{NS}	5,00 ^{NS}	3,00 ^{NS}	4,00 ^{NS}	5,00 ^{NS}	5,00*
SUB	3	2,00**	4,00**	4,00**	2,00**	4,00**	4,00**
INOC*SUB	3	4,00 ^{NS}	2,00 ^{NS}	5,00**	3,00 ^{NS}	2,00 ^{NS}	2,00 ^{NS}
Erro	152						
CV (%)		26,34	27,54	23,15	36,91	37,03	47,13

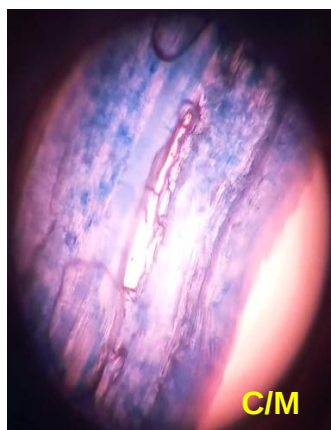
FV	GL	MSR	MST	CA	CB	CT	IQD
INOC	1	5,00*	4,00*	4,00**	5,00**	5,00**	4,00*
SUB	3	4,00**	3,00**	3,00**	4,00**	4,00**	5,00**
INOC*SUB	3	2,00 ^{NS}	2,00 ^{NS}	2,00**	2,00**	2,00**	2,00 ^{NS}
Erro	152						
CV (%)		51,64	47,5	20,71	28,52	22,15	53,36

(FV: fonte de variação, **Significativo a 1% de probabilidade, *Significativo a 5% de probabilidade, ns Não significativo, CV: coeficiente de variação).

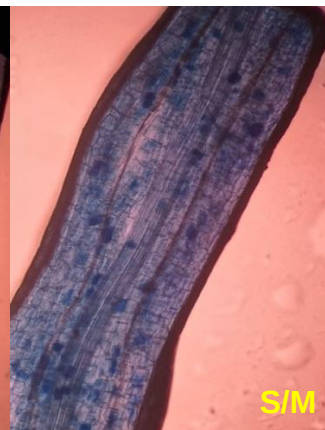
APÊNDICE C

Raízes de *Inga ingoides* (Rich.) Willd. inoculadas com *Rhizophagus intraradices* em todos os tratamentos.

0:100



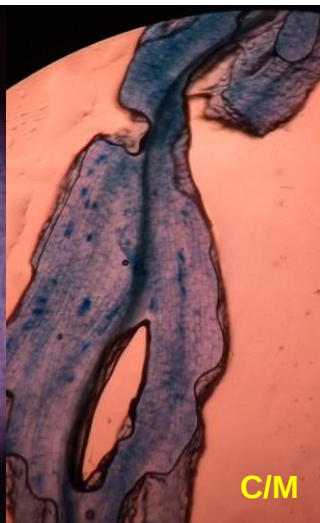
30:70



60:40



90:10



APÊNDICE D

Resumo da análise de variância para os valores de colonização (COL) e intensidade (INT) em mudas de *Inga ingoides* (Rich.) Willd. cultivadas 90 dias em viveiro em substratos organominerais inoculadas com *Rhizophagus intraradices*.

FV	GL	COL	INT
INOC	1	4 ^{NS}	4 ^{NS}
SUB	3	5 ^{NS}	5 ^{**}
INOC*SUB	3	3 ^{NS}	3 ^{NS}
Erro	40		
CV (%)		26,90	36,55

(FV: fonte de variação, **Significativo a 1% de probabilidade, *Significativo a 5% de probabilidade, ns Não significativo, CV: coeficiente de variação, COL: colonização, INT: intensidade).

APÊNDICE E

Resumo da análise de variância da análise foliar e quantificação dos marcos e micros nutrientes: nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), boro (B), cobre (Cu), manganês (Mn), zinco (Zn) e ferro (Fe) em mudas de *Inga ingoides* (Rich.) Willd.

Quadrado Médio

FV	GL	N	P	K	Ca	Mg	S
INOC	1	2,00 ^{ns}	2,00 ^{ns}	5,00 ^{ns}	2,00 ^{ns}	2,00 ^{ns}	3,00 ^{ns}
SUB	3	3,00*	5,00**	4,00**	5,00**	5,00**	5,00**
INOC*SUB	3	4,00 ^{ns}	3,00 ^{ns}	2,00 ^{ns}	4,00 ^{ns}	3,00 ^{ns}	4,00*
Erro	40						
CV (%)		13,77	18,35	10,42	15,47	8,85	20,73

FV	GL	B	Cu	Mn	Zn	Fe
INOC	1	5,00 ^{ns}	5,00 ^{ns}	3,00 ^{ns}	3,00 ^{ns}	5,00 ^{ns}
SUB	3	2,00*	4,00**	4,00**	5,00 ^{ns}	4,00**
INOC*SUB	3	3,00 ^{ns}	3,00 ^{ns}	5,00 ^{ns}	2,00 ^{ns}	3,00 ^{ns}
Erro	40					
CV (%)		32,61	47,72	27,25	57,22	28,40

(FV: fonte de variação, **Significativo a 1% de probabilidade, *Significativo a 5% de probabilidade, ns Não significativo, CV: coeficiente de variação).

APÊNDICE F

Teores médios de macro e micronutrientes na matéria seca da parte aérea de mudas de *Inga ingoides* (Rich.) Willd. cultivadas aos 90 dias após a semeadura em substratos organominerais e inoculadas (CM) e não inoculadas (SM) com *Rhizophagus intraradices*.

Macronutrientes						
Tratamento	g Kg ⁻¹					
	N	P	K	Ca	Mg	S
0:100 CM	16,77	1,92	9,39	8,29	2,48	2,81
0:100 SM	18,29	2,13	9,40	8,04	2,48	2,06
30:70 CM	19,99	2,90	10,92	10,41	2,52	1,53
30:70 SM	21,48	3,39	11,06	10,34	2,76	1,71
60:40 CM	20,42	3,91	11,36	11,94	3,13	1,66
60:40 SM	19,44	3,78	10,51	12,69	3,04	1,49
90:10 CM	21,72	4,17	12,25	13,81	3,37	1,86
90:10 SM	20,60	4,04	11,27	11,85	3,34	1,97

Micronutrientes					
Tratamento	mg Kg ⁻¹				
	B	Cu	Mn	Zn	Fe
0:100 CM	15,26	12,65	110,62	36,16	618,95
0:100 SM	16,65	13,36	102,04	72,88	682,10
30:70 CM	22,13	9,60	36,39	41,36	463,13
30:70 SM	21,03	11,73	33,29	33,51	342,56
60:40 CM	26,08	2,92	22,11	38,52	240,54
60:40 SM	23,87	3,23	22,43	33,73	249,59
90:10 CM	16,48	0,85	34,35	38,30	228,21
90:10 SM	21,23	0,89	30,31	34,21	191,48

(Proporções composto orgânico-solo (0:100, 30:70, 60:40 e 90:10); com inoculante micorrízico (CM); e sem inoculante micorrízico (SM).

APÊNDICE G

Resumo da análise de variância para os valores de altura (H), diâmetro do coleto (DC), relação altura sobre diâmetro (H/DC), número de folhas (NF), comprimento de raiz (CR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), massa seca total (MST), clorofila a (CA), clorofila b (CB), clorofila total (CT) e índice de qualidade de Dickson (IQD) em mudas de *Inga ingoides* (Rich.) Willd. cultivadas 90 dias em viveiro em substratos organominerais inoculadas com *Rhizophagus intraradices*.

Quadrado Médio

FV	GL	H	DC	H/DC	NF	CR	MSPA
INOC	1	4,00*	4,00**	2,00 ^{NS}	2,00 ^{NS}	3,00*	4,00 ^{NS}
SUB	3	3,00**	3,00**	3,00 ^{NS}	4,00 ^{NS}	5,00 ^{NS}	3,00**
INOC*SUB	3	2,00 ^{NS}	5,00 ^{NS}	5,00 ^{NS}	5,00 ^{NS}	2,00*	2,00 ^{NS}
Erro	72						
CV (%)		17,4	13,54	18,81	35,34	26,44	23,91

FV	GL	MSR	MST	CA	CB	CT	IQD
INOC	1	3,00 ^{NS}	2,00 ^{NS}	2 ^{NS}	3 ^{NS}	5 ^{NS}	2,00 ^{NS}
SUB	3	2,00**	5,00**	4**	2**	4**	5,00**
INOC*SUB	3	5,00 ^{NS}	4,00 ^{NS}	5*	4*	2*	4,00 ^{NS}
Erro	72						
CV (%)		31,24	23,92	12,18	24,58	15,16	27,98

(FV: fonte de variação, **Significativo a 1% de probabilidade, *Significativo a 5% de probabilidade, ns Não significativo, CV: coeficiente de variação).

APÊNDICE H

a)



0:100 sem e com inoculante

b)



30:70 sem e com inoculante

c)



60:40 sem e com inoculante

d)



90:10 sem e com inoculante

Comparação do efeito do substrato e do inoculante no 1º experimento nos tratamentos constituídos de 0:100 (composto :solo v/v) (a); 30:70 (composto:solo v/v) (b); 60:40 (composto:solo v/v) (c); 90:10 (composto:solo v/v) (d) aos 90 dias pós semeadura em mudas de *Inga ingoides* (Rich.) Willd.

APÊNDICE I

a)



0:100 com e sem inoculante

b)



30:70 com e sem inoculante

c)



60:40 com e inoculante

d)



90:10 com e sem inoculante

Comparação do efeito do substrato e do inoculante no 2º experimento nos tratamentos constituídos de 0:100 (composto :solo v/v) (a); 30:70 (composto:solo v/v) (b); 60:40 (composto:solo v/v) (c); 90:10 (composto:solo v/v) (d) aos 90 dias pós semeadura em mudas de *Inga ingoides* (Rich.) Willd.