

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MICROBIOLOGIA
AGRÍCOLA
CURSO DE MESTRADO**

**VIABILIDADE DO USO DE MATERIAL DE DESCARTE DA
INDÚSTRIA LÁCTEA COMO COMPONENTE DE SUBSTRATO E SUA
RELAÇÃO COM INOCULANTES NA PRODUÇÃO DE LEUCENA**

ELIELVA CARDOSO DE OLIVEIRA

**CRUZ DAS ALMAS-BAHIA
NOVEMBRO 2020**

**VIABILIDADE DO USO DE MATERIAL DE DESCARTE DA
INDUSTRIALÁCTEA COMO COMPONENTE DE SUBSTRATO E SUA
RELAÇÃO COM INOCULANTES NA PRODUÇÃO DE LEUCENA**

ELIELVA CARDOSO DE OLIVEIRA

Engenheira Agrônoma

Universidade Estadual de Santa Cruz- (UESC), Ilhéus-BA, 2014.

Dissertação apresentada ao Colegiado do Programa de Pós-Graduação Microbiologia Agrícola da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Microbiologia Agrícola.

Orientadora: Dr^a. Rafaela Simão Abrahão Nóbrega

**CRUZ DAS ALMAS-BAHIA
NOVEMBRO 2020**

FICHA CATALOGRÁFICA

O48v Oliveira, Elielva Cardoso de.

Viabilidade do uso de material de descarte da indústria láctea como componente de substrato e sua relação com inoculantes na produção de leucena: viabilidade do uso de material de descarte da agroindústria láctea em substratos para produção de mudas de *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit. / Elielva Cardoso de Oliveira. Cruz das Almas, Bahia, 2020.

55f.

Orientadora: Rafaela Simão Abrahão Nóbrega. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Mestrado em Microbiologia Agrícola.

1. *Leucaena* – Plantas forrageiras – Cultivo. 2. Resíduos industriais – Reaproveitamento (sobras, refugos, etc). I. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. II. Título.

CDD: 633.2

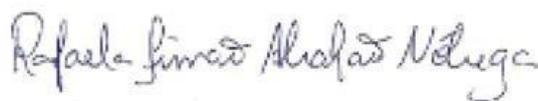
Ficha elaborada pela Biblioteca Central de Cruz das Almas - UFRB. Responsável pela Elaboração - Antonio Marcos Sarmiento das Chagas (Bibliotecário - CRB5 / 1615). (os dados para catalogação foram enviados pelo usuário via formulário eletrônico).

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MICROBIOLOGIA
AGRÍCOLA**

CURSO DE MESTRADO

COMISSÃO EXAMINADORA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO

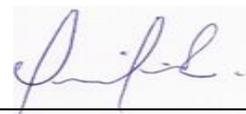
ELIELVA CARDOSO DE OLIVEIRA



Prof^a. Dr^a. Rafaela Simão Abrahão Nóbrega
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia-UFRB
(Orientadora)



Prof. Dr. José Maria de Lima
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia-UFRB



Prof. Dr. Ossival Lolato Ribeiro
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia-UFRB

Dissertação homologada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Microbiologia Agrícola em _____ conferindo o grau de Mestre em Microbiologia Agrícola em _____.

DEDICATÓRIA

Ao meu criador que me sustentou e me permitiu que eu chegasse até aqui, a minha mãe que mesmo pela ausência física, que muito contribuiu na minha criação, pelos ensinamentos e exemplo de vida; caráter. Especialmente meu amigo Luiz, que muito me ajudou neste trabalho, ao amor incondicional da minha vida, meu filho João Lucas, e aos meus verdadeiros amigos.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por estar sempre e fortalecendo-me contra os empecilhos e setas constantes e laços dos inimigos ocultos e não ocultos. Aos meus colegas, pelo apoio, incentivo e por terem acreditado em mim. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pela concessão da bolsa de estudo, a qual me permitiu desenvolver esse trabalho.

À Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), pela concessão do espaço e recursos. À empresa fornecedora do composto para a execução da pesquisa. Sua contribuição foi de extrema importância para novos trabalhos que serão feitos com compostos oriundos de alimentos.

Ao meu grande amigo Luiz pelo incentivo, compreensão, ajuda e paciência em todos os momentos deste trabalho, você foi um anjo enviado por Deus. As minhas amigas Taís, pelos conselhos e apoio moral e Geane pelo apoio financeiro, pelos anos de amizade e incentivo na realização desta dissertação. A Yasmim, Elizângela, Gilson, Ellem, Andreza, Carolina, Amanda e aos trabalhadores que se disponibilizaram a ajudar na execução desse trabalho.

À minha orientadora Prof^ª. Dr^ª. Rafaela Simão Abrahão Nóbrega, pela disponibilidade de me orientar, pelo ensinamento profissional, pelos conselhos, que levarei comigo em quando houver vida. Ao Prof. Doutor Rafael que permitiu o uso do laboratório de irrigação para contribuição do trabalho.

A todos os servidores técnicos que ajudaram na realização deste trabalho, especialmente Lene e Verônica. A todos os colegas do mestrado por compartilhar conhecimentos, pelos choros e gargalhadas que muitas vezes tornaram a jornada mais leve. Com certeza esse mestrado não seria o mesmo sem vocês!

A todos os professores do Programa de Pós-graduação em Microbiologia Agrícola do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas pela doação de conhecimentos realizados e apoio quando solicitados. A todas as pessoas mesmo que não citadas, mas que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho. GRATIDÃO!

“Mas o senhor ficou comigo e me deu forças” (Timóteo 4:17)

LISTAS DE FIGURAS

Capítulo I

Figura 1. Imagem de planta *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit adulta.....22

Capítulo II

Figura 2. Nodulação das raízes de *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit, aos 120 dias de cultivo no substrato constituído de solo 40

Figura 3. Altura (H), Diâmetro (D), Número de folhas (NF), Comprimento das raízes (CR) das mudas de *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit. com e sem inoculantes. 42

Figura 4. Mudas de *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit. inoculadas com as estirpes BR 824 e BR 827, e sem inoculantes cultivadas aos 120 dias 43

Figura 5. Comprimento de raízes (CR), Matéria seca das raízes (MSR), Matéria seca da parte aérea (MSPA), Matéria seca total (MST) de *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit inoculadas com as estirpes BR 827, BR 824 e sem inoculante 46

Figura 6. A) Comprimento de raiz (CR); B), matéria seca de raiz (MSR); C), matéria seca da parte aérea (MSPA) e D), matéria seca total (MST) das mudas de *L. leucocephala* cultivadas aos 120 dias. 47

Figura 7. Índice de Qualidade e Dickson das mudas de *L. leucocephala* cultivadas aos 120 dias de cultivo em função das fontes de nitrogênio (inoculação com estirpe BR 824, BR 827 e sem inoculação) e cinco proporções de composto orgânico e Latossolo (v/v) nos substratos de cultivo 50

LISTAS DE TABELAS

CAPÍTULO II

Material e Métodos

Tabela 1. Caracterização química dos atributos orgânicos utilizados para compor os substratos utilizados para produção de mudas de *Leucaena leucocephala* após a maturação de 90 dias.....37

Tabela 2. Caracterização da condutividade elétrica e pH de substratos de cultivos formulados com proporção de composto orgânico produzidos com resíduos agroindustriais e solo.....38

Resultados e Discussão

Tabela 3. Quadro de análise de variância das variáveis: altura (H), diâmetro do caule (D), altura sobre diâmetro (H/D), massa seca da raiz (MSR), comprimento da raiz (CR), matéria seca da total (MST), número de folha (NF) e índice de qualidade de Dickson (IQD), das mudas de *Leucaena leucocephala* cultivada aos 120 dias. Fonte de variação, GL: Graus de liberdade 42

SUMÁRIO

RESUMO	11
ABSTRACT	12
1. INTRODUÇÃO	13
2.1 Resíduos agroindustriais com potenciais de usos agrícolas	14
2.2 Efeitos das bactérias diazotróficas na nodulação e crescimento das leguminosas.....	15
2.3 Classificação dos compostos orgânicos e instruções normativas para fins de uso agrícola.....	17
2.4 Compostagem de resíduos agroindustriais para compor substratos para formação de mudas	20
2.5 Aspectos botânicos da <i>Leucaena leucocephala</i> (lam) de Wit. e sua produção para fins agropecuários	21
3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	24
CAPÍTULO 2.....	32
VIABILIDADE DO USO DE MATERIAL DE DESCARTE E USO DE INOCULAÇÃO NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE <i>Leucaena leucocephala</i> (Lam) de Wit.....	32
RESUMO	33
ABSTRACT	33
INTRODUÇÃO	34
MATERIAL E MÉTODOS.....	36
RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
Conclusão	50
Referências	51

Revisão de Literatura

Viabilidade do uso de material de descarte da agroindústria láctea em substratos para produção de mudas de *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit.

RESUMO

Oliveira, E.C. Potencial do uso de *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit.

A produção de alimentos vem aumentando gradualmente à medida em que cresce a população que conseqüentemente aumenta o consumo de alimento. Porém há um aumento também no desperdício desde a cadeia produtiva de matéria prima, até a fase final. Muitos resíduos orgânicos oriundos de agroindústria alimentícia são descartados de forma inadequada ao ambiente, sendo desconhecido seu potencial para fins agrícolas. Grande quantidade de resíduos oriundos da agroindústria láctea pode causar danos ao meio ambiente quando não tratados e descartados inadequadamente. Mas, quando submetidos a tratamentos adequados podem ser reutilizados como compostos orgânicos para compor substratos para formação de mudas, desde que estejam dentro dos padrões das normativas para compostos orgânicos, lei nº5 MAPA de 10/03/2016. A combinação de substratos orgânicos com inoculação de diazotróficas pode aumentar a eficiência da qualidade das mudas quando inoculadas com estirpes específicas para produção de mudas. Com isso, o objetivo da pesquisa foi demonstrar a potencialidade da inoculação combinada junto a utilização de compostos descartados da indústria láctea para a produção de mudas de *L. leucocephala* (Lam) de Wit. A maior média do índice de qualidade de Dickson foi obtida nas mudas cultivadas sem adição do composto orgânico, e o melhor tratamento foi com a estirpe BR 824. Os resultados apontaram que são necessários mais estudos, pois o desenvolvimento da planta foi inibido pelo alto teor de sódio presente nos substratos formulados.

Palavras-chave: Leguminosas, Resíduos Agroindustriais, Inoculação

ABSTRACT

Oliveira, E.C. Potential use *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit

Food production has been gradually increasing as the population grows, which consequently increases food consumption. However, there is also an increase in waste from a raw material production chain to the final phase. Many organic residues from the food industry are disposed of inappropriately to the environment, and their potential for agricultural purposes is unknown. A large amount of residues from the dairy agribusiness can cause damage to the environment when not treated and disposed of improperly. But, when they form a suitable one, they can be reused as compounds to compose substrates for the formation of seedlings, as long as within the standards of the norms for organic compounds, law No. 5 MAPA of 10/03/2016. A combination of organic substrates with inoculation of diazotrophic can increase and efficiency of seedling quality when inoculated with specific strains for seedling production. Thus, the objective of the research was to demonstrate the potential of combined inoculation together with the use of compounds discarded from the dairy industry for the production of *L. leucocephala* (Lam) seedlings from Wit. The highest average of Dickson's quality was obtained in seedlings grown without the addition of organic compost, and the best treatment was with the BR 824 strain. present in the formulated substrates.

Keyword: Legumes, Agro-industrial waste, Inoculation

1. INTRODUÇÃO

O uso de resíduos orgânicos para utilização na agricultura exige que se tenha um prévio conhecimento da composição química, e da essencialidade dos nutrientes, às plantas (RAO et al., 2014). Os teores de nutrientes variam de acordo com a origem, da taxa de mineralização, os quais são influenciados pelas condições ambientais e tratamentos na maturação do resíduo (Moller, 2015).

Estudos comprovam que usos de substratos formulados a partir de solo e compostos orgânicos podem estimular o crescimento das mudas como de *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit (Amaral et al., 2016) e também podendo favorecer o crescimento em campo (Araújo et al, 2020). Assim, os substratos formulados visando a comercialização devem ter as condições mínimas ideais exigidas pelas instruções normativas, como retenção de água, porosidade, disponibilidade de nutrientes, baixa contaminação, possui teores de elementos metálicos dentro da faixa preconizada pela legislação do MAPA 25/2009, entre outras.

Além da adubação orgânica as mudas de *L. leucocephala* se beneficiam da simbiose com bactérias diazotróficas, capazes de fixar N₂ atmosférico, com inoculação de bactérias diazotróficas específicas e autorizadas pelo MAPA (Ministério de Agricultura e Pecuária e Abastecimento). As inoculações de estirpes adequadas ajudam a planta a se desenvolver em solos com deficiência em nitrogênio.

A combinação de insumos biológicos e resíduos orgânicos podem diminuir os custos com adubações e contribuir para alternativas de produção mais sustentáveis, com isso surge a necessidade de estudos com inoculação e aproveitamentos de resíduos agroindustriais para adubação orgânica.

Assim, há necessidade de estudos que objetivam avaliar a qualidade de resíduos orgânicos para serem utilizados como fonte de nutrientes para plantas, pois existe uma grande variedade de resíduos em relação a composição química. Com isso somente através da pesquisa poderá se confirmar ou não a eficácia ou não destes compostos orgânicos para fins agrícolas.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Resíduos agroindustriais com potenciais de usos agrícolas

A possibilidade de uso agrícola de resíduos agroindustriais, para reaproveitamento como substratos e adubos na formação de mudas, tem sido verificada em vários trabalhos (Ferreira et al, 2015; Klein, 2015; Silva et al 2014). Isto se deve ao fato de que esse material pode se constituir em uma alternativa de baixo custo de produção (Silva et al., 2015), além de reduzir os impactos ambientais, uma vez que, sem algum uso posterior ao descarte o material acaba como passivo ambiental, onde quer que seja despejado. Assim, estudos que buscam verificar seus efeitos no crescimento e nutrição de espécies vegetais são preconizados na legislação (MAPA, 2011), e também são amplamente difundidos na literatura (Primo et al., 2013; Maranhão & Paiva 2012). Neste contexto, espécies responsivas a adubação, e de fácil crescimento em diferentes condições edafoclimáticas podem ser utilizados para validar o uso de resíduos da indústria para uso agrícola.

Por serem materiais ricos em macro e micronutrientes, quando tratados de forma errônea, podem ocasionar problemas de poluição no solo e em águas subterrâneas e superficiais, ou mesmo serem tóxicos para as plantas. A fermentação direta acarreta na contaminação com geração de odores e redução de oxigênio dissolvido em águas superficiais, cujo impacto depende da concentração de carga orgânica. Além disso, com a degradação da matéria orgânica pode haver proliferação de insetos e microrganismos patogênicos indesejáveis (Paula et al., 2011).

Os resíduos possuem uma vasta diversidade e complexidade. Suas características físicas, químicas e biológicas variam de acordo com a fonte da origem do material ou atividade geradora. No que se refere a resíduos agroindustriais, estes podem ser reaproveitados na agricultura, e mesmo na construção civil através de processamento em indústrias cimenteiras (Brasil, 2011). O aproveitamento na agricultura pode não ser tão promissor, a depender do tipo de matéria prima empregada na indústria e os processos pelos quais passam na indústria para que sejam descartados. Por isso, são necessários estudos que comprovem sua eficácia em produção de mudas e assegurar que estes resíduos não causem danos ao meio ambiente. Tais fatos justificam pesquisas para avaliar qualidade de mudas em função dos resíduos utilizados a formulação de substratos para sua produção.

Vários são os exemplos de resíduos agroindustriais com potencial agrícola (Oliveira et al., 2018). Em consideração a composição e escalas de produção os tipos de resíduos provenientes da agroindústria são: sucroalcooleira (vinhaça, torta de filtro, bagaço de cana de açúcar, cinzas de caldeira, borra de branqueamento de açúcar etc), (Bonassa et al., 2015), resíduos sólidos provenientes do abate d animais (cama de frango, restos de carcaças, esterco, sólidos oriundos de limpezas de baias) resíduos de processamento de frutas e hortaliças (bagaços diversos, produtos alimentícios após validade ou fora do padrão), resíduos de produção de carvão vegetal (fino de carvão, alcatrão e ácido pirolenhoso, palhadas resultantes da produção de gramíneas entre outros (Pereira & Curi, 2012); e resíduos da indústria láctea, como é o caso do presente trabalho. Todos esses resíduos devem passar pelo processo de compostagem, antes de serem utilizados em substratos e devem ser utilizados em doses equilibradas, para que não venham a diminuir ou inviabilizar seu uso para a produção de mudas.

2.2 Efeitos das bactérias diazotróficas na nodulação e crescimento das leguminosas

A fixação biológica de nitrogênio (FBN) é o principal meio de incorporação de nitrogênio ao ecossistema, e é realizada por um grupo restrito de procaríotos que possuem a enzima nitrogenase, capaz de reduzir o N_2 atmosférico a amônia (NH_3). O nitrogênio participa de síntese de RNA, DNA e proteínas nos seres vivos, porém esses não conseguem incorporar o nitrogênio na forma gasosa a cadeia carbônica. Desta forma a FBN se torna imprescindível nos processos biogeoquímicos naturais.

As bactérias diazotróficas são encontradas em simbiose com leguminosas, associadas a espécies vegetais ou em vida livre (MOREIRA et al., 2010; SILVA et al., 2011). A simbiose se inicia quando a há penetração das bactérias nas raízes na região apical do pelos absorventes ou células epidérmicas através de enzimas especiais que provocam a dissolução das paredes e multiplicam-se rapidamente (Brito et al., 2010). Posterior a esse processo de infecção, as bactérias avançam em direção a base dos pelos até atingirem as células exteriores ao endoderma. A evidência da inoculação é a formação de uma curvatura na extremidade de pêlo radicular (Moreira et al., 2010) sendo denominada nódulo. Nas associações as bactérias podem colonizar colmos,

folhas, raízes e caule, contudo, não formam estrutura específica para troca de fotoassimilados e compostos nitrogenados entre planta-simbionte.

Além da FBN, várias espécies de bactérias diazotróficas podem produzir fitohormônios promotores de crescimento para plantas, como ácido indol acético (auxina) citocinina, giberelinas (Sabino et al., 2012; Rodriguez et al., 2019). O ácido indol acético tem influência no crescimento e desenvolvimento das plantas na senescência das folhas, crescimento das raízes laterais, o que facilita a absorção de água e entrada de nutrientes e maior tolerância a umidade (Raven et al., 2001). Também produz respostas rápidas, como aumento da alongação celular, e lentas em divisão e diferenciação celular. Por sua vez, a citocinina é responsável pelo controle da divisão celular, diferenciação de gemas e desenvolvimento de brotos. As giberelinas influenciam tanto na divisão e alongamento celular, devido ao controle da plasticidade celular (Santos et al., 2010).

A FBN é controlada por fatores abióticos como a disponibilidade de nitrogênio que em maior concentração inibe a atividade da nitrogenase de forma rápida, porém reversível (Moreira & Siqueira, 2006). A inibição da atividade se deve ao alto custo energético para redução de N_2 . Além disso, a expressão é regulada também por fatores ambientais como, altas temperaturas que afetam sensivelmente os estágios iniciais de infecção. Já a acidez do solo pode interferir na nutrição da planta, pois reduz os teores de fósforo, cálcio e magnésio e aumenta o alumínio e manganês, e as oscilações de umidade no solo diminuem a sobrevivência das bactérias no solo (Moreira & Siqueira, 2006; Baldani et al., 2009).

Quando há adição de NH_4^+ ocorre a inibição a atividade nitrogenase, logo quando se esgota a concentração de amônio no meio extracelular, a atividade enzimática é recuperada. Esse mecanismo difere entre vários microrganismos fixadores de nitrogênio. As leguminosas assimilam preferencialmente o nitrogênio mineral existente no solo em detrimento da incorporação via fixação (Robson, 1979). Cardoso et al. (2018) em estudos com plantas de soja demonstraram que a quantidade de nitrogênio aplicada nos experimentos afetou significativamente a nodulação das plantas. Yagi et al. (2015) verificaram o efeito da adubação nitrogenada e com inoculante preparado com células de *Rhizobium freirei* em diversos cultivares de feijão. Os autores concluíram que a nodulação foi reduzida quando o fertilizante foi aplicado. Em ambiente onde há uma constante ciclagem de nutrientes a nodulação pode ser inibida, assim também como a competição com bactérias nativas do solo.

Em estudos feitos com objetivo de avaliar a produção de feijão-caupi inoculadas com rizóbios, não houve eficiência na produção possivelmente pela competição das bactérias nativas do solo que também fixam nitrogênio (Cavalcante et al., 2017). Já Martins et al. (2013) verificaram que as massas frescas e seca dos nódulos presentes em feijão-caupi inoculado com a estirpe INPA 03-11B reduziram linearmente com aumento das doses de N.

O estresse salino é outro fator que pode inibir a nodulação de acordo com a espécie hospedeira e os diferentes níveis de tolerância ao estresse osmótico. No entanto, alguns tipos de microrganismos toleram concentração salinas de 100 mM outras até 500 mM de NaCl (Oliveira et al., 2012). O molibdênio é um dos micronutriente menos requerido pelas plantas, porém de importância relevante para que ocorra a fixação biológica do nitrogênio, pois participa dos componentes que forma o complexo enzimático (Cassetari et al., 2016).

Em relação aos fatores bióticos, o tipo de inóculo e os meios de inoculação assim como a seleção de cultivares adequadas têm grande influência na eficiência da FBN. No entanto, a combinação de fatores favoráveis bióticos e abióticos podem determinar a eficiência da inoculação (Figueiredo et al., 2009).

Almeida (2013) avaliaram o potencial de nodulação em espécies de *Inga* sp., cultivadas aos 120 dias, e foi observado que as inoculações das bactérias proporcionaram maiores valores nas variáveis IQD, o qual tornaram as mudas mais resistentes e conseqüentemente, com maior sobrevivência quando levadas a campo. Rampim et al. (2014) avaliaram a influência das bactérias diazotróficas no desenvolvimento de *Peltophorum dubium* e *L. leucocephala*, obtiveram aumento da matéria seca da parte aérea, comprimento da parte aérea e comprimento do sistema radicular.

A FBN gera uma grande economia nos custos de produção, a exemplo da cultura da soja no Brasil, minimiza impactos ambientais causados pelo uso indiscriminado de adubos nitrogenados e representa uma ferramenta de extrema importância para ser utilizada em diferentes usos e manejos do solo.

2.3 Classificação dos compostos orgânicos e instruções normativas para fins de uso agrícola

Uma das principais atividades impulsiona a economia do Brasil é o agronegócio. Essa atividade coloca o Brasil como um dos principais produtores e exportadores de alimento no mundo. O país é favorecido pelas características naturais como clima, solo, relevo, água, luminosidade, além de uma vasta extensão em áreas cultiváveis, com 8,5 milhões de km² com expansão de capacidade agrícola. O agronegócio brasileiro tem se tornado modernizado, aumentando eficiência e competitividade, com grande possibilidade de lucro quando gerenciada de forma adequada CEPEA (2018). No entanto, o agronegócio também tem contribuído significativamente para geração de resíduos que variam desde a etapa de extração de matéria prima, até o processo industrial final (Pedrosa et al., 2013).

Estes resíduos agroindustriais que compreende beneficiamento, processamento e transformação de matérias primas provenientes de exploração agrícolas, pecuárias, pesqueiras, aquícolas, extrativistas e florestais, podem ser estendidos a indústria de produtos alimentícios, ou que transforma matéria prima agropecuária em produtos que originam produtos intermediários para fins alimentares e não alimentares para com indústrias de óleos vegetais não comestíveis e de insumos agropecuários (Farias & Selito, 2011).

De maneira geral os subprodutos e descartes produzidos pela agroindústria pode englobar resíduos da limpeza de grãos, resíduos de abatedouros, lodos de estação de tratamento de efluentes, palha de arroz, invólucros de embutidos, carvão remanescentes de caldeiras, bagaço de cana de açúcar, (Massad, 2016) conteúdo ruminal de bovinos, manipueira de fecularias, restos de culturas e hortaliças, tortas de produção de biodiesel, efluentes de abatedouros, resíduos de aves de postura, e outros (Garcia, 2014; Carneiro, 2012).

As instruções normativas nº5 MAPA DE 10/03/2016 estabelecem regras para definições de substratos destinados a produção de plantas considerando capacidade de retenção de água (CRA), capacidade de troca catiônica (CTC), condutividade elétrica (CE), densidade, potencial hidrogeniônico (pH) e soma de bases (SB).

A capacidade de retenção de água indica o equilíbrio entre a água disponível para as plantas e o espaço de aeração importante para o desenvolvimento das raízes. A alta retenção de água dificulta a oxigenação das raízes sendo prejudicial ao desenvolvimento. Em condições ideais o composto deve apresentar entre 20 e 30% de água facilmente disponível, 4 e 10% de água de reserva e 24 e 40% de água total disponível para as plantas (Pagliarin et al., 2012).

A condutividade elétrica, outro parâmetro importante, se permite verificar a qualidade do composto, indica níveis de fitotoxicidade e determinar os níveis da concentração de sais solúveis presente no material, que representa a capacidade da solução em conduzir corrente elétrica ocasionado pela presença de íons dissolvidos, sendo expressa em miliSiemens por centímetro (mScm^{-1}). Os valores considerados normais estão entre 0,64 e 6,85 mScm^{-1} segundo (Oliveira, 2014; Bernert et al, 2015). O pH tem sua importância por alterar a disponibilidade de vários elementos químicos essenciais, favorecendo ou não a liberação desses elementos do substrato para as plantas. Em condições ácidas abaixo de 5,5 os elementos ferro e manganês pode resultar em dissolução e tornar-se indisponível para algumas plantas. Quando o pH se torna mais alcalino, acima de 7, fósforo é precipitado com cálcio, e os elementos ferro, manganês e zinco são menos assimiláveis pela planta, alterando o desenvolvimento. O pH ideal para um bom substrato, ou solo, é em torno de 5,5 e 6,0 para que as reações inadequadas sejam menos favorecidas e não prejudiquem a nutrição da planta (Malavolta, 2006). A densidade relação massa/volume do substrato, tem valores ideais de 350 a 500 kg m^{-3} .

A normativa brasileira (NBR 10.004) estabelece critérios para gestão de resíduos de acordo com o grau de periculosidade para o meio ambiente, com as seguintes classificações. Classe “A” são produtos de origem vegetal, animal ou resultantes de processos isentos de despejos sanitários onde não são utilizados metais pesados, ou elementos tóxicos que pode ser reutilizado como produto seguro para a agricultura. A classe “B” produtos que são originários de matéria prima de origem de processamentos de atividades agroindustrial liberados de despejos sanitários, onde elementos tóxicos são utilizados no processo, tornando produto seguro para utilização na agricultura. Classe “C” oriunda de lixo domiciliar isentos de despejos sanitários e matérias com potencial tóxico, que resulta em produto seguro para agricultura. A classe “D” utiliza qualquer matéria prima proveniente do tratamento de despejos sanitários e industriais, que resulte em produto de utilização segura na agricultura. Classe “E” produtos que são exclusivamente oriundos de material mineral ou sintético, mas que resulte em produto seguro na agricultura. Classe “F” é utilizada são produtos que em sua produção em qualquer quantidade misturas de materiais primas oriundas de produtos das classes “A” e “E” (Evangelista et al., 2010).

De acordo com a normativa NBR 10.004 da ABNT os resíduos são classificados quanto ao seu potencial de contaminação, nas seguintes classes: Classe I ou

considerados perigosos são aqueles que materiais possuem características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade, com potencial de pôr a saúde em pública em risco, ou provocarem danos ao meio ambiente quando manuseados ou deixados de forma inadequada no meio ambiente. Classe II ou não inertes apresentam características de combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade, com possibilidade de acarretar riscos à saúde e meio ambiente. Classe III ou inertes são os resíduos que não conferem riscos à saúde e ao meio ambiente, e submetidos a um contato estático ou dinâmico com água destilada ou deionizada a temperatura ambiente, não apresentarem nenhum de seus constituintes solubilizados em concentrações maiores a que aos padrões de potabilidade de água, exceto padrões de aspecto cor, turbidez (Rodrigues, 2006).

A classificação de acordo com ABNT (2004) não é uma normativa que o reaproveitamento ou não dos resíduos. Ela apenas os classifica de acordo com o grau de periculosidade, sendo, então, a responsabilidade da indústria seguir as leis ambientais para o tratamento dos resíduos gerados (MMA, 2017).

Os resíduos podem ainda ser analisados de acordo com características das variáveis analisadas na composição tais como; presença de microrganismos patogênicos, condutividade elétrica, salinidade e sodicidade (Nogueira et al., 2018). Teor de carbono orgânico que pode indicar o potencial do resíduo a ser utilizado como fertilizante, assim como o teor de macro e micronutrientes que indicam o potencial de resíduos como fonte de um ou mais nutriente. Quanto aos elementos tóxicos tais como (Cd, Cr, Ni, Hg, Pb,) ou não tóxicos, como (Mo, Se) que são elementos com potencial contaminante na cadeia alimentar e ambiental (Brasil, 2010).

2.4 Compostagem de resíduos agroindustriais para compor substratos para formação de mudas

As quantidades de nutrientes presentes em resíduos sólidos agroindustriais são variáveis e significativas (Simões et al., 2012). Não obstante há outras formas de aproveitamentos para estes resíduos através de refinarias para produção de celulose e hemiceluloses e outros (Dutra et al., 2012).

O composto orgânico é resultado da compostagem em processo biológico aeróbico, onde o material orgânico é humificado. A ação das bactérias, fungos e outros

microrganismos reduzem o volume de substâncias orgânicas (Bernal et al., 2009; Costa et al., 2009). Para obtenção de um composto orgânico mineralizado e apropriado para o uso agrícola é necessário que as duas fases sejam feitas corretamente: a fase de degradação e maturação (Berandi, 2011).

No primeiro estágio da compostagem a temperatura ambiente passa para temperatura mesófila e depois termófila e se mantém até um determinado tempo, logo após retorna a fase mesófila (Kihel, 2010).

O pH indica reações ácido quando o composto ainda está imaturo, neutro quando está estabilizado e alcalino, quando humificado. O oxigênio precisa estar em níveis adequados (O que se consegue com o revolvimento das leiras), para suprir microrganismos, controlar a temperatura e evita odores. Quando há pouco oxigênio, a decomposição razão é menos eficiente na geração de energia em função do metabolismo microbiano anaeróbico e fermentativo. O revolvimento do material deve ser feito de três em três dia no primeiro mês, 1 vez a cada seis dias (Shen et al., 2011). Em relação à umidade, essencial na fisiologia dos microrganismos, tanto a escassez ou excesso podem retardar o processo da compostagem (Miller, 2009).

A temperatura é um fator que indica a eficiência dos processos de compostagem e atividade biológica. A combinação de temperaturas acima de 65°C e pH maiores que 7,5 promovem a redução de nitrogênio pela volatilização da amônia. Isso aumenta a relação C/N, também relacionada com a ação dos microrganismos que determinam a velocidade de decomposição dos materiais. O carbono fornece energia e o nitrogênio é utilizado para o crescimento e multiplicação celular dos microrganismos. A melhor faixa de desempenho na relação C/N está próxima a 30:1 (Fiori et al., 2008). Nessa ação o CO₂, água e calor são liberados com ocorrência de redução da relação C/N que no final do processo deveria estar com 10:1 (Kheil, 2010).

2.5 Aspectos botânicos da *Leucaena leucocephala* (lam) de Wit. e sua produção para fins agropecuários

A *L. leucocephala* pertencente à família Fabaceae (Leguminosae) foi originada nas Américas, ocorre naturalmente no Texas, Equador, México, e na América Central. É considerada exótica nas Ilhas do Caribe, Havaí, Austrália, Índia, Indonésia, Malásia, Papua, Nova Guiné, em alguns países do sudoeste da Ásia, África e no Brasil, (Pandey e Kumar, 2013). As condições edafoclimáticas onde a espécie é cultivada com êxito,

são regiões onde as precipitações pluviométricas variam de 600 mm a 1.700 mm por ano. Porém a espécie pode adaptar-se em áreas mais secas com precipitações em torno de 250 mm e resistir à estiagem superior a oito meses com déficit hídrico anual de até 870 mm (Silva et al., 2017). Desenvolve-se pouco em solos salinos e com alto teor de alumínio, principalmente em fase de mudas, não tolerando solos mal drenados. O pH abaixo de 5,5 afeta a nodulação, e se desenvolve melhor em solos com pH próximo a alcalino. Cálcio, fósforo enxofre, zinco, boro, e molibdênio são necessários para o bom desenvolvimento da espécie (Drumond & Ribaski, 2010). A *L. leucocephala* tem capacidade de recuperar solos pobres em matéria orgânica. Por serem uma espécie leguminosa que nodula em simbiose com as bactérias diazotróficas, apresenta sistema radicular bem desenvolvido, sendo ainda é capaz de associar-se com fungos micorrízicos (Steffen et al., 2010).

Existem 22 espécies do gênero leucena, porém a *L. leucocephala* é que apresenta maior dispersão geográfica. É uma planta arbórea arbustiva que pode chegar altura de 20 m e DAP (diâmetro altura do peito) até 30 cm. As folhas são do tipo bipinadas, e chega a medir de 15-20 cm de comprimento com 4 a 10 pares. As flores são brancas agrupando-se em capítulo globulares de 1,5 a 3 cm de diâmetro. Os frutos são vagens que variam de 12 cm a 18 cm de comprimento com 1,5 a 2,0 cm de largura. Existem três variedades de leucena que são mais conhecidas, mas com diferentes portes e biomassa; Havaiano, Salvador e Peru Drumond e Ribaski, 2010).



Figura 1. Imagem da planta *Leucaena leucocephala* adulta.

As plantas de variedade Salvador apresentam-se altas com até 20 cm de altura, folhas grandes e troncos grandes, são mais indicados para o cultivo destinados a produção de madeira, carvão vegetal e sombreamento de culturas, inclusive Sistema Agroflorestal. No tipo Havaiano a altura chega a 5m de altura, floresce precocemente com 4 a 6 meses de idade. Não recomendável para a produção de madeira e folhagem. Devido a grandes produções de sementes tornam-se uma planta invasora. A variedade Peru, apresenta plantas com até 15 m de altura e bastante folhagens, pouco material lenhoso com grande biomassa foliar. É bastante utilizada para pastejo e banco de proteína. Em virtude de grande produção de sementes, é uma planta considerada invasora, e em áreas com condições edafoclimáticas favoráveis, tem grande potencial de rebrota, mesmo após sucessivos cortes (Sales et al., 2018).

Possui diversos usos na agricultura, tais como sombra para cultivos, controle de erosão, alimentação animal, produção de energia, além enriquecimento e melhoramento do solo, devido à fixação biológica do nitrogênio (Arruda et al., 2010). A espécie estabelece simbiose com as bactérias diazotróficas que transformam o N₂ gasoso em forma NH₃⁺ (Amônia), e o torna disponível para as plantas, é alternativa viável para agricultura. A fixação biológica do nitrogênio é um processo de grande relevância para a agricultura, pois tem capacidade de fixar de 500 a 600 kg ha⁻¹ de nitrogênio.

Além de madeira e carvão, a planta pode ser usada em indústrias de transformação para celulose e aglomerados. Na utilização animal, os frutos, folhagens e ramos verdes podem incrementar na dieta de bovino, suínos e até aves (Arruda et al., 2010). É altamente palatável e de grande valor nutritivo. A biomassa seca comestível constitui-se de folhas e caules finos. O teor de proteína bruta nas folhas pode chegar em torno de 20%, a depender na fertilidade do solo e da estação do ano Costa et al. (2011). Os autores, em estudos com objetivo de avaliar a qualidade nutricional em folhas de leucena em banco forrageiro de corte, demonstraram que o teor de proteína bruta foi de 13,40%, em estação chuvosa. O percentual de taninos na parte aérea tende a reduzir a digestibilidade da matéria seca, podendo ser tóxica quando usada como único alimento por período prolongado, pelo alto teor de mimosina presente na composição que é considerado o principal princípio tóxico da planta, pois é um aminoácido não protéico (β -[N-(3-hidroxi-4-ooopiridil)] α -ácido aminopropiônico (Porto, 2017).

O efeito deste aminoácido na proporção de 3 a 5% da proteína total pode causar disfunções metabólicas com perda de pelos e peso, e salivação. No entanto, o risco de intoxicação é muito baixo, devido à presença de microrganismos que digerem a substância no rumem dos animais (*Synergites jonesi*). No entanto, o risco de intoxicação ocorre somente quando a alimentação ultrapassa mais que 30% da alimentação diária ou os níveis da substância ultrapassa 0,015% do peso do animal (Holiday et al., 2013).

Visto que a leucena é uma espécie considerada de fácil aquisição e adaptação em diversos tipos de solo, viabiliza-se o estudo com essa espécie. A propagação da leucena pode ser feita facilmente por sementes, sendo que aproximadamente 1 kg sementes pode conter de 15 a 22 mil sementes. Para facilitar a germinação, é necessário pré-tratamento para quebra de dormência que pode ser químico, físico, térmico ou mecânico. Segundo Mariano et al. (2016), a escarificação em sementes de leucena, resultou em melhor quebra de dormência de embebição em água a 80 C°, o tratamento químico com ácido sulfúrico, o qual apresentou com as menores taxas de germinação.

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, G.S. Caracterização da nodulação e resposta de mudas de *Inga* spp. à inoculação com bactérias diazotróficas, no Parque Nacional Serra do Divisor, Amazônia Ocidental, Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) Universidade de Brasília, 71.p, 2013.
- Amaral, F.H.C.; Nóbrega, J.C.A; Nóbrega, R.S.A.; Lustosa Filho, J.F.; Amorim S. P. do N. Crescimento de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit favorecidos por resíduos orgânicos no semiárido brasileiro. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.20, p.612-617, 2016.
- Arruda, A.M.V. Avaliação nutricional do feno de leucena com aves caipiras. Acta Veterinária, v.4, p.162-167, 2010.

- Baldani, J.I.; Baldani, V.L.D. History on the biological nitrogen fixation research in graminaceous plants: special emphasis on the Brazilian experience. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v.77, p.549-579, 2005.
- Bernet, M.R.; Jadoski, V.; LIMA, P.A. Characteristics of pH and electrical conductivity on the fertigation management *Brazilian Journal of Applied. Technology for Agricultural Science*, v.8, n.1, p.80-87, 2015.
- Brito, P.M. M.; Muraoka. T.; Silva, E.C. Contribuição da fixação biológica de nitrogênio, fertilizante nitrogenado e nitrogênio do solo no desenvolvimento de feijão e caupi. *Solos e nutrição de plantas*, v.7, n. 1, p.206-215, 2011.
- Bonassa, G.; Snheider, L.T.; Frigo, K.D.A.; Frigo, K.D.A. Suprodutos gerados na produção de bioetanol: Bagao, torta de filtro, água de lavagem e palhagem, *Revista brasileira de energia renovável*, p.144-166, 2015.
- Cardoso, R.N.P.; Fonseca A.B.; Fujiyama, B.S.; Júnior, M.L.S. Efeitos de doses de nitrogênio a nodulação e biomassa de plantas de soja. *Enciclopédia biosfera*, v.17, p.169, 2018.
- Carvalho, F.C.X.; Salles, M.G.F.; Pinto, C.de M.; Pinto, O.R.O.; Neto, A.M.V.; Rodrigues, I.C.S. Produção de mudas de leguminosas leucena, gliricídia, e moringa em Redenção, Ceará, *Enciclopédia biosfera*, v.16, n.29, 2019.
- Cassetari, S.; Silva, M.C.P.; Cardoso, E.J.B.N. Fixação de nitrogênio simbiótica In: Cardoso, E.J.B.N.; F.D. *Microbiologia do solo*, 2.ed., v.8., p.111-131, 2016.
- Cavalcante, A.C.P.; Cavalcante, A.G.; Neto, M.A.D.; Diniz, B.M.L.B.; Bertino, A.M.P. Inoculação das cultivares locais de feijão-caupi com estirpes de rizóbios. *Revista de ciências agrárias*, v.60, p.38-44, 2017.
- Costa, K.C.G; Maneschy, R.Q; Castro, A.A; Guimaraes, T.P; Oliveira, I.K.Z; Avaliação da qualidade nutricional da leucena em banco forrageiro de corte do sudeste do Pará. *Revista Agroecossistemas*, v.3, n.1, p.7-12, 2011.

- Costa, M.S.S. de H; Costa, A. H; Dercalli, U.F. Desempenho de quatro sistemas para compostagem de carcaça de aves. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.13, n.1, p.100-107, 2009.
- Cunha, A.M.; Cunha, G.M.; Sarmiento, R.A.; Cunha, G.M.; Amaral, J.F.T. Efeito de diferentes substratos sobre o desenvolvimento de mudas de Alface. Revista Árvore, v.30, p.207-214, 2010.
- Drumom. M.A; Ribaski, J. Leucena (*Leucaena leucocephala*): Leguminosa de múltiplo uso para o semi-árido brasileiro, Embrapa floresta, v.9, 8 p., 2010.
- Dutra, A,T.R. et al. Emergência e crescimento inicial da canafístula em diferentes substratos e métodos de superação de dormência. Revista Caatinga, v. 25, n. 2, p. 65-71, 2012.
- Eiras, P.P.; Coelho, F.C. Utilização de leguminosas para adubo verde para a cultura do milho. Revista científica internacional, v.17, p.1679-9844, 2011.
- Evangelista, P.P.A.; Costa, DB.; Zanta, V.M. Alternativa sustentável para destinação de resíduos de construção classe A: Sistemática para canteiro de obras. Ambiente construído, v.10, p.40-43, 2010.
- Figueiredo, M.B.V. Impacto potencial de fatores biológicos fixação de nitrogênio e fertilização no crescimento da produtividade do milho. Nova science publischer, v.9, p. 277-255, 2009.
- Fiori, M.S.; Shoenhals, H; Folhador, F.A.C. Análise da evolução eficiência de duas composições de resíduos agroindustriais no processo de compostagem aeróbica. Revista Engenharia Ambiental. Espirito Santo do Pinhal, v.5, p.178-191, 2008.
- Halliday, M.J.; Padmanabha, J.; Mcsweeney, C.; Kerven, G.; Shelton, H.M. Toxicidade *Leucaena*: uma nova perspectiva sobre a leguminosa forrageira mais utilizada, Tropical Grasslands, v.1, p.1-111, - 2013.
- Kihel, E.J.; Bethiol, W.; Galli, F.; Gomes, F.P.; Kawai, H. Novo fertilizante orgânico. Agronômica. Ceres, v.3, p.238, 2010.

- Massad, M.D.; Dutra, T.R.; Cardoso, R.L.M.; Santos, T.B.; Sarmiento, M.F.Q.;
Produção de mudas de *Adenantha peregrina* em resposta a substratos
alternativos com bagaço de cana. *Ecologia e nutrição florestal*, v.4, p.45-53,
2016.
- Malavolta, E. Manual de nutrição mineral de plantas, agrônômica cereais, p.361, 2006.
- Martins, R.N.L.; Nobrega, R.S.A; Silva, A.F.T.; Nóbrega, J.C.A; Amaral, F.H.C; Costa,
E.M; Lustosa Filho, J.F; Ferreira, L.V.M. Nitrogênio e micronutrientes na
produção de grãos de feijão-caupi inoculado. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 34,
n. 4, p. 1577-1586, 2013.
- Mariano, L.G.; Somavilla, A.; Silveira, A.G.; Salamoni, A.T. Análise de superação de
dormência em sementes de *Leucena leucocephala* e desenvolvimento inicial de
plântulas. *Revista eletrônica em gestão, educação e tecnologia ambiental*, v.20,
p.398-404, 2016.
- Maranho, A. S.; Paiva, A. V. Produção de mudas de *Physocalymma scaberrimum* em
substratos compostos por diferentes porcentagens de resíduo orgânico de açaí.
Floresta, Curitiba, v.42, n.2, p.399-408, 2012.
- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), Instrução Normativa Nº
46, de 6 de outubro de 2011. Estabelecer o Regulamento Técnico para os
Sistemas Orgânicos de Produção, bem como as listas de substâncias e práticas
permitidas para uso nos Sistemas Orgânicos de Produção. Brasília, 2011.
- Ministério do Meio Ambiente (MMA) Resolução Nº 431, 4 de outubro de 2017.
Disponível em <http://www.agencia.baciaspcj.org.br/docs/resolucoes/resolucao-conama-481-17>. Acesso em: Ago. 2020.
- Ministério do Meio Ambiente (MMA). Programa Nacional de Resíduos Sólidos.
Brasília, p.102, 2011.
- Morais, F. A.; Góes, G. B.; Costa, M. E.; Costa, I. G. Fontes e proporções de esterco
na composição de substratos para produção de mudas de jaqueira. *Revista
brasileira de ciências agrárias*, v.7, p.784-789, 2012.

- Moreira, F.M.; Siqueira, J.O.; Microbiologia e bioquímica do solo. 2.ed. Lavras: UFLA, 729 p., 2006.
- Moreira, F.M.S.; Silva, K.; Nóbrega, R.S.A.; Carvalho, F. Bactérias diazotróficas associativas: diversidade, ecologia e potencial de aplicações. *Comunicata scientiae*, v.1, p.74-99, 2010.
- Nogueira, N.O.; Oliveira, O.M.; Aparecida, C.; Bernardes, C. Utilização de leguminosas para recuperação de áreas degradadas. *Enciclopédia biosfera*, v.8,p.2121, 2018.
- Oliveira, F.A.; Oliveira, M.K.T.; Lima, L.A.; Bezerra, F. M. S.; Gonçalves, A.L. Desenvolvimento inicial do maxixeiro irrigado com águas de diferentes salinidades. *Agropecuária Científica no Semiárido*, v. 8, n. 2, p. 22-28, 2012.
- Oliveira, J.J.F.; Souza, R.J.; Carneiro, R.F.; Fonseca, J.M. Crescimento inicial de plantas de *Leucena* frente à inoculação micorrízica e adubação orgânica. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v.8, p. 212-220, 2013.
- Oliveira, M.C.; Ribeiro, J.F.; Passos, F.B.; Aquino, F.G.; Oliveira, F.F.; Sousa, S. R.; Crescimento de espécies nativas em um plantio de recuperação de Cerrado sentido restrito no Distrito Federal, Brasil. *Revista Brasileira de Biociências*, v.13, p. 25-32, 2016.
- Pagliarini, M.K.; Castilho, R.M.M.; Alves, M.N. Caracterização físico-química de misturas de componentes de substrato com resíduo de celulose para fins de produção de mudas. *Revista brasileira de agroecologia*, v.7, p.1980-9735, 2012.
- Pandev, VC, Kumar, A. *Leucaena leucocephala* uma planta subutilizada para produção de celulose e papel. *Genet Resources Crop*, v.60, p.1165-1171, 2013.
- Paula, L.E.R.; Trugilho, P.F.; Napoli, A.; Briachi, M.L. Characterization of residues from plant biomass for use in energy generation. *Cerne*, v.17, p. 237–246, 2011.
- Pedrosa, D.T.; Farias, C.A.S.; Pereira, R.A.; Farias, E.T. do R. Monitoramento os parâmetros físicos-químicos na compostagem de resíduos agroindustriais. *Pesquisas Agrárias e ambientais*, v.1, p. 44-48, 2013.

- Pereira, S.S.; Curi, R.C. Meio ambiente Impacto Ambiental e Desenvolvimento Sustentável Conceituações Teóricas sobre o Despertar da Consciência Ambiental. Reunir. Revista de Administração, Contabilidade e Sustentabilidade, v.2, p.35-57, 2012.
- Porto, M.R.; Moscardini, A.R.C.; Novais, E.P.F.; Filho, C.; Lima, E.R.M.; Castro, MB. Intoxicação natural e experimental de Leucena. Pesquisa veterinária brasileira, v.38, p.829-834, 2017.
- Ramos, D.B.P.; Souza, L.A.G, Seleção de estirpes de rizóbios para formação de mudas de leucena (*Leucaena leucaccephala* (Lam) de Wit), em argissolo vermelho. Revista brasileira de agroecologia, v.8. p.28-29, 2013.
- Rampim, L.; Klein, J.; Tsutesumi, C.Y.; Marchiotti.; B.G.; Guimaraes, V.R. Desenvolvimento inicial de plântulas de *Peltofhorum dubium* e *Leucaena leucocephala* inoculadas com bactérias diazotróficas. Floresta, v. 44, p.597-606, 2014.
- Raven, P.H; Evert, R.F.; Eichhorn, S.E. Regulando o crescimento e o desenvolvimento: os hormônios vegetais. Biologia Vegetal. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001. p.646-675.
- Robson, R.L. O₂-repression of nitrogenase synthesis in *Azotobacter chroococcum*. Microbiology Letters, v.5, p.259- 262, 1979.
- Rodrigues, N.L.V. Testes de toxicidade aguda através de bioensaios no extrato solubilizado dos resíduos de classe II A- Não inertes e classe II B- Inertes. Engenharia sanitária e ambiental, v.12, p.8-16, 2006.
- Rodrigues, V.A.; Santos, R.K.A.; Barbosa, A.J.V.; Novais, A.J.V.; Ferreira, J.S. Isolamento e inoculação de rizobactérias em mudas de *Eucalyptus urophylla*. Revista Terra e Cultura, Londrina, v.34, n.67, p.138-149, 2019.
- Sabino, D.C.C.; Ferreira, J.S.; Guimarães, S.L.; Baldani, V.L.D. Bactérias diazotróficas promotoras de crescimento inicial em plântulas de arroz. Enciclopédia Biosfera, v.8, p.2337, 2012.

- Sales, M.P.A.; Santos, A.R. dos; Vieira, R.J.; Souza, J.A.S.; Jesus, M. R. Feno de leucena como alternativa para alimentação animal no semiárido. *Zootecnia Brasil*, v. 37, 2018.
- Santos C.A.C.S.; Leite, M.E.F.; Oliveira, A.J.S. Crescimento inicial de plantas de maracujazeiro amarelo submetidos a giberelinas. *Comunicata Scientiae*, v.1, p.29-34, 2010.
- Santos, C.E.R.S.; Freitas, A.D.S.S.; Vieira, I.M.M.B; Colaço, W. Fixação biológica de N₂ em leguminosas tropicais. *African journal of microbiology research*, v.9, p.643-650, 2015.
- Schafer. G.; Souza, P.V.; Fior, C.S. Um panorama das propriedades físicas de substratos utilizados em horticultura no sul do Brasil. *Ornamental horticultura* , v.21, p.299-306, 2015.
- Shen, Y.; Ren, L.G.; Chen, T.; Guo, R. Influência of aeration on CH₄, N₂O and NH₃ emissions during aerobic composting of a chicken manure and high C/N waste mixture. *Waste Management*, v.31, p.33-38, 2011.
- Silva, L.L.H, Oliveira, E.; Calegari, L.; Pimenta, M.C.; Dantas, M.K.L. Características dendrométricas, físicas e químicas da *Myracrodruon urundeuva* e *Leucaena leucocephala*. *Floresta e ambiente*, vol. 24, 2017.
- Simões, D.; Silva, R. B. G.; Silva, M. R. Composição do substrato sobre o desenvolvimento, qualidade e custo de produção de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden x *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake. *Ciência Florestal*, v. 22, n.1, p. 91-100, 2012.
- Steffen, G.P.K.; Steffen, R.B.; Antonioli, Z.I.; Rogério, B. Húmus de esterco bovino e casca de arroz carbonizada como substratos para a produção de mudas de boca-de-leão. *Acta Zoológica Mexicana*, v.26, p.345-357, 2010.
- Tokarnia C.H., Brito M.F.; Barbosa J.D.; Peixoto P.V.; Döbereiner J. Plantas que afetam o funcionamento do coração de ruminantes. In: *Plantas Tóxicas do Brasil*. Helianthus, 2.ed. p.27-94, 2012.

Trindade, A.V.; Saggin, O.J.; Silveira, A. P.D. da Micorrizas arbusculares na produção de mudas de plantas frutíferas e café, UFLA, p. 415-439, 2010.

Yagi, R.; Andrade, D.S.; Waureck, A.; Gomes, J.C. Nodulações e produtividades de grãos de feijoeiros diante da adubação nitrogenada ou da inoculação com *Rhizobium freirei*. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.39, p.1661-1670, 2015.

Zandonadi, D.B.; Santos, M.P.; Busato, J.G.; Peres, L.E.P.; Façanha, A.P. Plant physiology as affected by humified organic matter. Theoretical and Experimental Plant Physiology, v.25, p. 12-25, 2013.

Zhang, Y; Burris, R. H.; Ludden, P.W.; Roberts, G.P. Regulation of nitrogen fixation in *Azospirillum brasilense*. FEMS Microbiology Letters, v.152, n.2, p.195-204, 1997.

CAPÍTULO 2

**OLIVEIRA, E C. VIABILIDADE DO USO DE MATERIAL DE
DESCARTE E USO DE INOCULAÇÃO NA PRODUÇÃO DE MUDAS
DE *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit.**

RESUMO

O reaproveitamento de resíduos orgânicos torna-se uma alternativa sustentável para fins agrícolas, principalmente quando se utiliza substratos na produção de mudas. Porém, como existe uma grande variedade de resíduos orgânicos que podem ser compostados, pesquisas que objetivam combinar compostos orgânicos e a inoculação de bactérias diazotróficas ainda são incipientes. Neste contexto, hipotetiza-se que há uma proporção ideal de composto orgânico formulado a partir de resíduos agroindustriais a ser adicionada no solo para formulação de substrato que proporcione mudas de boa qualidade e não iniba a nodulação natural e artificial *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit. com bactérias diazotróficas. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar a inoculação e substratos regionais preparados com adição de diferentes proporções de resíduos lácteos descartados da indústria e compostados na produção de mudas de *L. leucocephala*. O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, em delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial (3x5) com 15 repetições sendo as fontes duas estirpes de inoculação e com ausência de inoculação nas seguintes proporções de misturas de composto orgânico: solo (%): 0:100; 20:80; 40:60; 80:20. Aos 120 dias de semeadura de leucena foram avaliados altura, número de folhas, diâmetro do colo, relação altura sobre diâmetro colo, comprimento das raízes, massa seca das raízes, massa seca da parte aérea, massa seca total e índice de qualidade de Dickson. Os substratos formulados em combinação com os inoculantes influenciaram todas as variáveis analisadas. A inoculação proporcionou maior crescimento das mudas em relação as mudas cultivadas sem a inoculação, para as variáveis altura da planta. A estirpe BR 824 proporcionou maior média das variáveis estudadas. A matéria orgânica originária do composto de produto lácteo inibiu o crescimento das mudas sendo que o tratamento sem inoculação proporcionou maior crescimento com ausência do composto. A nodulação e o crescimento das raízes foram inibidos pela elevada concentração de sais no composto que elevaram a força iônica do substrato, sendo que todos os tratamentos em que foi adicionado matéria orgânica não houve nodulação.

Palavras chave: Legumina, Fixação biológica de nitrogênio, Composto orgânico.

ABSTRACT

The reuse of organic waste becomes a sustainable alternative for agricultural purposes, especially when using substrates in the production of seedlings. However, as there is a wide variety of organic residues that can be composted, research that aims to combine organic compounds and the inoculation of diazotrophic bacteria is still incipient. In this context, it is hypothesized that there is an ideal proportion of organic compost formulated from agro-industrial residues to be added to the soil to form a substrate that provides good quality seedlings and does not inhibit the natural and artificial nodulation *Leucaena leucocephala* (Lam) of Wit. with diazotrophic bacteria. Thus, the objective of this study was to evaluate inoculation and regional substrates prepared with the addition of different proportions of milk residues discarded from the

industry and composted in the production of *L. leucocephala* seedlings. The experiment was conducted in a greenhouse at the Federal University of Recôncavo da Bahia, in a completely randomized design in a factorial arrangement (3x5) with 15 replicates, the sources being two strains of inoculation and with no inoculation in the following proportions of mixtures of organic compost: soil (%): 0: 100; 20:80; 40:60; 80:20. At 120 days of leucena sowing, height, number of leaves, diameter of the neck, height-to-diameter diameter, root length, root dry matter, dry mass of aerial part, total dry mass and Dickson quality index were evaluated. The substrates formulated in combination with the inoculants influenced all the variables analyzed. Inoculation provided greater growth of seedlings in relation to seedlings grown without inoculation, for the plant height variables. The BR 824 stipe provided the highest average of the studied variables. The organic matter originating from the dairy product compound inhibited the growth of the seedlings and the treatment without inoculation provided greater growth in the absence of the compound. Nodulation and root growth were inhibited by the high concentration of salts in the compound that increased the ionic strength of the substrate, and all treatments in which organic matter was added did not have nodulation.

Keywords: Organic compound, Leguminous vegetables, Biological nitrogen fixation

INTRODUÇÃO

A geração de resíduos provenientes das atividades antrópicas, sejam elas diretamente no campo ou processadas em industriais, tem aumentado. De acordo com estimativas da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (ONU) 1,3 bilhões de toneladas destinados ao consumo humano são produzidos anualmente; 1/3 dessa produção são desperdiçados como resíduo ou como perdas na cadeia produtiva (FAO, 2019). Estima-se que haverá uma produção de 207 milhões de toneladas de resíduos agroindustriais até 2030, somente no Brasil (Moraes et al., 2017).

O descarte de forma inadequada destes materiais diretamente no meio ambiente sem o devido tratamento, pode acarretar problemas na saúde humana, servir de alimentos para roedores que podem ser vetores de doenças, contaminar lenções freáticos, devido ao escoamento de chorume. Além disso, há um plano nacional de gestão dos resíduos gerados. Mas apenas 54 % dos municípios brasileiros possuem um plano de gestão para destinação final e descarte dos resíduos orgânicos (MMA, 2018) e isso faz com esses materiais para utilizações diversas, sejam descartados em aterros sem antes terem sua capacidade reutilização revelado (Berticelli et al., 2016).

A legislação brasileira, Lei 12.305/2010 preconiza que os municípios coloquem no rol de suas obrigações em relação a gestão de resíduos sólidos orgânicos, a coleta,

promoção da compostagem da fração orgânica dos resíduos, para então descartar adequadamente os rejeitos no ambiente (MMA, 2017). Então, devido a estes problemas apresentados, há necessidade de criar estratégias para transformação desses resíduos orgânicos, pelo processo de compostagem de forma a poder usar tanto para a produção de adubo orgânico como biorremediante para atenuar ou destoxicar resíduos poluentes (Yu et al., 2011).

A composição química dos compostos orgânicos depende de sua origem, o que afeta a estratégia adotadas no processo de compostagem. Assim, estudos que caracterizem e avaliem os efeitos da utilização sobre as culturas são essenciais para determinar a viabilidade do uso na agricultura (Moreira et al., 2018). Além do que, a maioria dos resíduos agroindustriais são fonte de proteína, carboidratos, fibras e compostos bioativos (Saraiva, 2018).

Pesquisas comprovam que a utilização de substratos constituídos de solo enriquecidos com compostos orgânicos oriundos de resíduos agroindustriais é viável para produção de mudas de espécies arbóreas, pois melhoram a qualidade das mudas (Braulio et al., 2019; Moreira et al., 2018; Sobrinho et al., 2010). A adição de resíduos agroindustriais em proporções diferentes de casca de arroz carbonizada e bagaço de cana proporcionaram resultados positivos no Índice de Qualidade de Dickson na produção de mudas de (aroeira) *Schinus terebinthifolius* (Vieira et al., 2019). No mesmo sentido, a utilização de vermecomposto de diferentes resíduos agroindustriais possibilitou acréscimo na massa seca de mudas de (acácia negra), *Acacia decurrens* (Antunes et al., 2016).

L. leucocephala é uma leguminosa arbórea que possui capacidade de estabelecer simbiose com bactérias diazotróficas. A espécie possui, no Brasil, inoculantes autorizados para uso, que são os microrganismos *Sinorizobium melilote*, *Bradyrhizobium elkanii*, *Bradyrhizobium japonicum* sp., *Rhizobium* sp., *Ensifer freddi* (Brasil, 2011). Contudo, pela grande variabilidade de condições edafo-climáticas e grande extensão territorial, a eficiência ainda não foi avaliada na Bahia.

Substratos orgânicos formulados com solo e compostos orgânico oriundo de resíduo agroindustrial pode favorecer o crescimento inicial de mudas *L. leucocephala* melhorar a qualidade das mudas (Amaral et al., 2017). Assim, a avaliação de efeitos de inoculação com bactérias fixadoras de nitrogênio combinados em culturas de interesse agrícola e ambiental fornece informações a respeito da efetividade da

simbiose em condições de oferta de matéria orgânica e nutrientes, assim como estímulo ao crescimento vegetal.

Assim para analisar a viabilidade do uso dos compostos produzidos a partir de materiais oriundos de agroindustrial, a qualidade dos compostos orgânicos a serem aplicados ao solo e seus efeitos sobre a nodulação podem ser considerados. Neste contexto, este trabalho tem como hipótese que há uma proporção ideal de composto orgânico com solo, formulado a partir de resíduo agroindustrial oriundo de descarte da indústria láctea, que não inibe nodulação de *L. leucocephala* inoculada com bactérias diazotróficas e proporciona mudas de boa qualidade. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da inoculação e do cultivo de mudas dessa espécie em substratos formulados com composto orgânico de resíduo industrial descartados da indústria láctea em diferentes proporções.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, (UFRB) Campus Cruz das Almas, Bahia. Geograficamente situada nas coordenadas 39°06'26" latitude sul e 12°40'39" longitude oeste, a 225 m de altura, a região tem clima classificado como Af de acordo com a Koppen, com temperatura média anual de 23°C.

Para compor os tratamentos utilizou-se amostra de composto orgânico formulado com resíduo agroindustrial e restos de poda de leguminosas e da cultura de milho, acrescidos de amostra de Latossolo Amarelo distrófico coletada em profundidade entre 0,20 a 0,40 m no município da (UFRB). Não foram fornecidas outras fontes de nutrientes e o solo não foi corrigido quanto à acidez. O solo foi caracterizado, sendo pH em (H₂O): 5,5; Al³⁺: 1,0 cmol_c dm⁻³; (Al+H): 2,6 cmol_c dm⁻³; Ca²⁺: 0,3 cmol_c dm⁻³; Mg²⁺: 0,3 cmol_c dm⁻³; K⁺: 0,06 cmol_c dm⁻³; SB: 0,7 cmol_c dm⁻³; CTC: 3,3 cmol_c dm⁻³; V: 21%; m: 59%; P: 1 mg kg⁻¹.

A secagem do resíduo foi feita ao ar em temperatura ambiente. Posteriormente foi homogeneizado e tamizado em peneira de malha 4 mm, armazenado em sacos de polietileno para ser utilizado nas misturas para compor o substrato. Segundo as normas da ABNT o resíduo é classificado quanto ao risco potenciais ao meio ambiente, como classe IIA, não inerte de origem agrícola e animal.

A caracterização química do composto orgânico foi realizada no laboratório de ciência dos solos da Universidade de São Paulo ESALQ- e estão descritas na tabela 1 (composto após a maturação) pela metodologia descrita por (BRASIL, 2017). Manual de Métodos Oficiais de Fertilizante Minerais e Orgânicos e Corretivos, MAPA e (Alcarde, 2009) Manual de Análises de Fertilizantes- Piracicaba.

Tabela 1. Caracterização química do composto orgânico utilizado para compor os substratos utilizados para a produção de mudas *L. leucocephala*. (Lam.) de Wit após a maturação de 90 dias.

Atributos químicos	Composto orgânico	
	Base seca (65°C)	Úmido
pH(CaCl ₂ 0,01M)	-	8,5
Densidade	-	0,52
Umidade 60-65°C (%)	-	7,71
Umidade Total (%)	-	8,28
Matéria Orgânica Total (combustão) (%)	40,23	37,13
Carbono Orgânico (%)	20,99	19,37
Resíduo Mineral Total (%)	59,15	54,59
Resíduo Mineral (%)	20,72	19,12
Resíduo Mineral Insolúvel (%)	38,43	35,47
Nitrogênio Total (%)	2,96	2,73
Fosforo (P ₂ O) Total (%)	1,13	1,04
Potássio (K ₂ O) Total (%)	1,65	1,52
Cálcio(Ca) Total (%)	5,45	5,03
Magnésio (Mg) Total (%)	0,76	0,70
Enxofre (S) Total (%)	0,28	0,26
Relação C/N	-	7
Cobre (Cu) Total mg kg ⁻¹	33	30
Manganês (Mn) total mg kg ⁻¹	260	240
Zinco (Zn) Total mg kg ⁻¹	360	332
Ferro (Fe) Total mg kg ⁻¹	8496	7841
Boro (B) Total mg kg ⁻¹	13	12
Sódio (Na) Total mg kg ⁻¹	27487	25368

Os valores de pH (CaCl₂) foram determinados pela potenciometria, carbono orgânico por oxidação dicromato, nitrogênio total através de digestão sulfúrica, e matéria orgânica total, por combustão de mufla (Alcarde, 2009).

Para a confecção dos substratos de cultivo procedeu-se a secagem do composto e do solo ao ar, espalhando-se os materiais sobre lona plástica. Posteriormente, os mesmos foram passados em peneira de 4 mm, misturados em cinco proporções de misturas de composto orgânico: (%) 0:100; 20:80; 40:60; 80:20 e em seguida foram acondicionados em sacos plásticos para o cultivo das mudas.

As utilizadas na produção de mudas de leucena antes e após os 120 dias de cultivo, foram realizadas no laboratório de Núcleo de Engenharia e Água e solos

(NEAS) Universidade Federal do Recôncavo da Bahia e estão descritas a tabela 2, antes do cultivo após o cultivo.

A condutividade elétrica e pH solução (Cavins et al., 2000) dos substratos foram realizados antes e após e término do experimento em 4 repetições de cada substrato formulado com as proporções de mistura de composto orgânico: (%) 0:100; 20:80; 40:60; 80:20, sendo estas selecionadas aleatoriamente. Para medir a condutividade e pH da solução das misturas foram primeiramente adicionadas água destilada para saturar a porção superior do recipiente até percolar e deixado por 1 hora em repouso, após este período de tempo foi adicionado mais 75ml de água destilada ao substrato.

Tabela 2. Caracterização da condutividade elétrica (CE) e pH de substratos de cultivo formulados com proporções de compostos orgânico produzidos com resíduos agroindustriais e solo.

Antes cultivo			Pós cultivo		
Proporção	CE	pH	Proporção	CE	pH
0	2,6	6,75	0	2,1	6,5
20	12,47	6,22	20	7,8	7,5
40	13,95	6,77	40	8,08	7,5
60	14,37	6,9	60	7,05	7,9
80	12	7	80	7	7,7

O experimento foi disposto em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial (3x5), com quinze repetições. Constituíram-se fontes de nitrogênio combinadas com cinco proporções de misturas de composto orgânico: solo (%): 0:100; 20:80; 40:60; 80:20. As sementes de *L. leucacephala* foram coletadas de dez matrizes, no campo da UFRB selecionando-se aparentemente sementes mais vigorosas. As quebras de dormência das sementes foram imersas em água quente a 100°C durante três minutos (Decker, 2011). No instante da sementeira, as sementes foram inoculadas com 4 g de inoculante para 200 g de sementes em veículo sólido turfoso das estirpes autorizadas para cada espécie pelo MAPA, BR 824 e BR 827. Foram semeadas três sementes em profundidade de 1 cm por saco de polietileno com dimensões de 0,12 x 0,20 e capacidade para 1 dm³. Aos 15 dias foram feitos desbastes, deixando 1 planta por vaso, as regas e observações eram realizadas diariamente 1 vez por dia.

Aos 120 dias após a sementeira foram contadas o número de folhas das mudas aferidas a altura, o diâmetro do colo, em seguida, as mudas foram coletadas sendo e

substrato totalmente removido por meio de lavagem em água corrente. Posteriormente, as mudas foram mensuradas a altura e a diâmetro do colo, logo depois separadas em parte aérea e radicular para determinação das variáveis, tais como: comprimento das raízes por planta, planta massa seca da parte aérea por planta, massa seca das raízes por planta e massa seca total por planta, número de nódulos nas raízes, índice de qualidade de Dickson (IQD). As massas frescas da parte aérea e do sistema radicular assim como os nódulos coletados foram postas separadamente em sacos de papel e colocadas para secar em estufa de circulação forçada à temperatura de 60 °C.

Os dados parâmetros avaliados foram submetidos ao teste de normalidade dos resíduos (Shapiro-Wilk). As médias do fator quantitativo foram submetidas à análise de regressão polinomial e calculada a proporção ótima de material orgânico no substrato para cada variável. As equações foram selecionadas em função da significância dos parâmetros, teste t, o significado biológico e o coeficiente de determinação (R^2) e em seguida submetidos à análise de variância pelo teste F e comparação de médias dos tratamentos qualitativos pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade e dos quantitativos pela análise de regressão polinomial utilizando o programa estatístico R (pacote).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As mudas inoculadas com as estirpes BR824 apresentaram maior média para a variável número de nódulos (9,4 nódulos planta⁻¹), em relação aos outros tratamentos. A BR 827 apresentou menor média com 5,4 nódulos planta⁻¹, e o tratamento sem inoculação com média de 8,9 nódulos planta⁻¹ (Figura 2). Não houve nodulação nos substratos que foram adicionados o composto orgânico. Substratos ricos em matéria orgânica podem inibir a nodulação em algumas espécies leguminosas tais como; *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.), (Gonçalves et al., 2013), *Acacia mangium* (Wild) (Tavares et al., 2016), e reduzir a eficiência em fixação biológica de nitrogênio da estirpe inoculante (Tavares et al., 2016). Isso se deve ao fator de que as bactérias e as plantas possivelmente utilizaram o nitrogênio do meio disponibilizado pelo composto orgânico, uma vez que para realizar a FBN há um custo energético alto de gasto de ATP (Ramos e Souza et al., 2013).

É relatado que *L. leucocephala* é capaz de estabelecer simbiose com estirpes de *Bradyrhizobium* sp. e demais rizóbios de solos de diferentes origens, o que incrementa seu potencial de adaptação (Ramirez-Bahena et al., 2019). Tal fato também foi observado, pois houve nodulação no tratamento não inoculado, o que confirma sua capacidade de nodular com estirpes das comunidades nativas.

Contudo, a nodulação é muito afetada por condições edáficas tais como disponibilidade de nutrientes e teor de matéria orgânica presente no meio de cultivo. Isso é atribuído a condutividade elétrica do material orgânico empregado (Tabela 2) e corrobora com estudos feitos por feitos por Dardanela et al. (2009) foi verificado que o aumento da salinidade afetou o desenvolvimento e formação dos nódulos, fato esse que contribui para inibição da expansão e redução do encurvamento de pelos radiculares. No composto utilizado para produzir mudas de leucena, o teor de sódio mesmo na menor proporção que é foi de 20% não houve a simbiose, sendo assim possível indicativo que a nodulação foi afetada pela concentração do elemento.

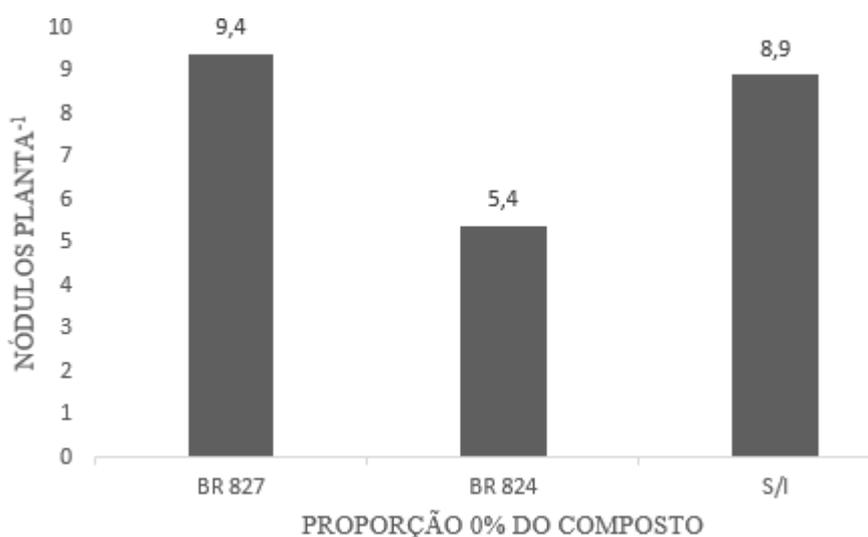


Figura 2. Nodulação das raízes de *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit, aos 120 dias de cultivo no substrato constituído de solo.

Para as variáveis altura da planta, diâmetro do caule, altura sobre diâmetro, massa seca da raiz, comprimento da raiz, matéria seca da total, número de folhas e índice de qualidade de Dickson houve efeito significativo da interação entre as fontes de nitrogênio e as proporções de composto orgânico de resíduo agroindustrial e amostras de Latossolo amarelo distrófico (v/v) (Tabela 3).

Tabela 3. Quadro de análise de variância das variáveis: altura (H), diâmetro do caule (D), altura sobre diâmetro (H/D), massa seca da raiz (MSR), comprimento da raiz (CR), matéria seca da total (MST), número de folha (NF) e índice de qualidade de Dickson (IQD), das mudas de *Leucaena leucocephala* cultivada aos 120 dias. Fonte de variação, GL: Graus de liberdade.

FV ¹	GL ²	Quadrado médio								
		H	D MSPA	NF	CR	MSR	MST	H/D	IQD	
Fonte N(FN)	de 2	43,76 ^{ns}	0,274 ^{ns}	1,847*	1,3704 ^{ns}	1,772**	0,0101 ^{ns}	1,803 ^{ns}	8,98**	0,104 ^{ns}
Proporção(P)	4	317,2**	21,00**	169,64*	21,025**	4,564**	1,9813**	11,18**	26,824**	0,727**
FN X P	8	134,73**	0,86**	16,05**	0,855**	0,180 ^{ns}	0,3937**	0,8022**	17,8243**	0,06248**
CV%		11,47%	12,83%	17,66%	12,83%	26,66%	0,299%	13,78%	20,43%	29,65%

¹FV: Fonte de variação, ²GL: Graus de liberdade, (* significativo a 5% de probabilidade, ** significativo a 1% de probabilidade, ns: não significativo).

Com relação a variável altura da parte aérea, verifica-se que a inoculação da estirpe BR 824 proporcionou média máxima estimada de 33,02 cm planta⁻¹ na proporção de 34,88: 65,12% (composto: solo, v/v), seguida da estirpe BR 827 com 16,17 cm planta⁻¹ na proporção de (15,60:84,40) e o tratamento cultivado sem inoculação com altura máxima de 19,47 cm planta⁻¹ na proporção, onde não havia presença de composto (Figura 3A). Deve-se acrescentar ainda que, a redução do crescimento das mudas, em relação as mudas cultivadas apenas com solo (0:100), foi de 49,92% para BR 827, e para BR 824, 32% e isso demonstra que as mudas mesmo não alcançando o tamanho esperado, no entanto houve efeito positivo da inoculação frente ao cultivo em solo sem adubação. Porém, o tratamento sem inoculação não foi responsivo à medida que acrescentou substrato nas proporções 20, 40, 60 e 80% de composto orgânico.

Mudas *L. leucocephala* cultivadas aos 60 dias com compostos orgânicos oriundos de lixo urbano e sisal obtiveram altura média máxima de 16,2 cm planta⁻¹ na proporção de 33:67% de composto (Pereira et al., 2019). Verifica-se que, as mudas cultivadas nos substratos de cultivo do presente estudo, não obtiveram um desenvolvimento satisfatório, pois as médias máximas estão muito próximas aos valores de (Pereira et al., 2019) obtidos a apenas 60 dias de cultivo. Com 75 de cultivo em substratos formulados também com solo e composto orgânico a espécie pode alcançar 80 cm planta⁻¹ de altura (Amaral et al., 2016).

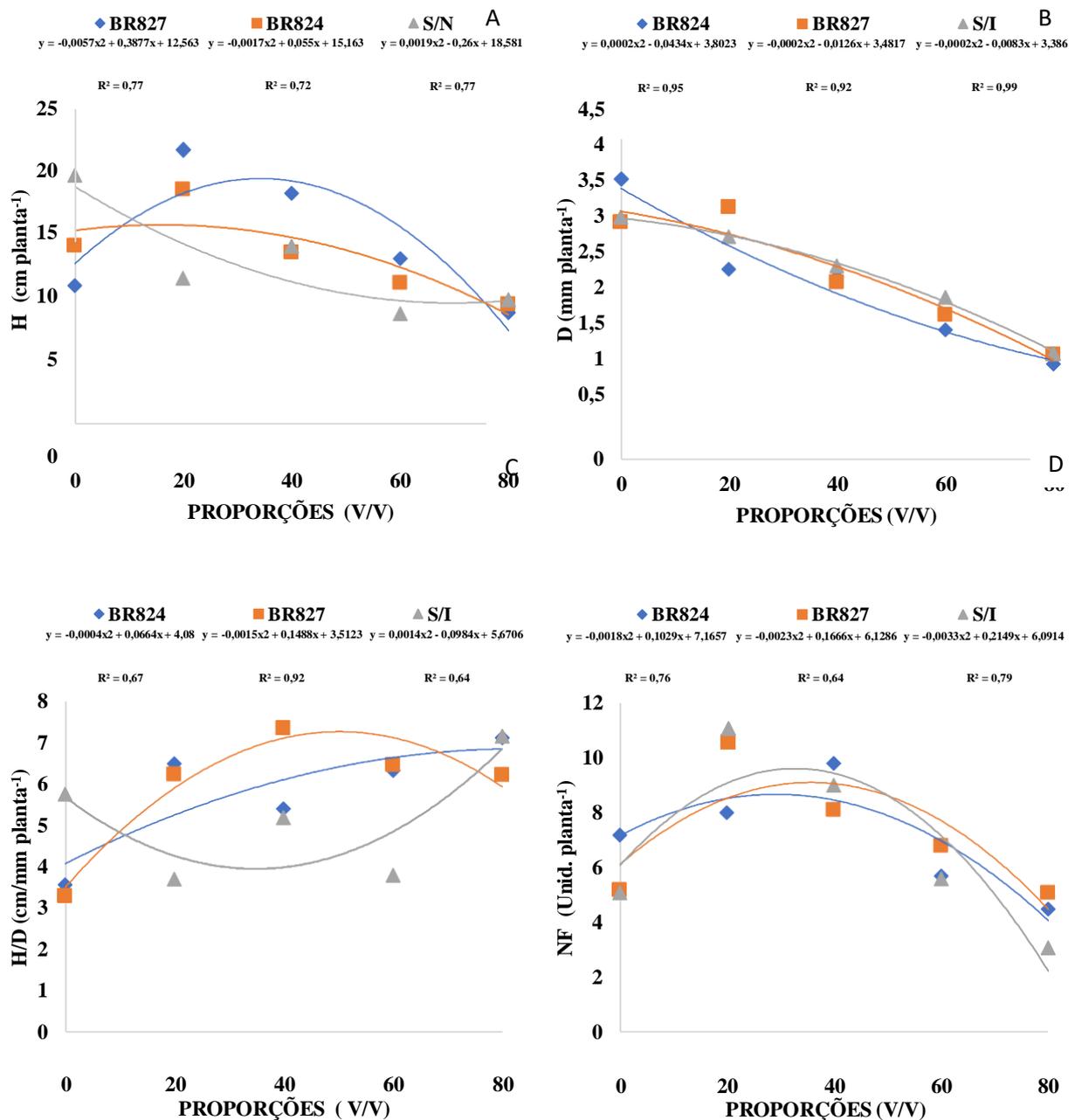


Figura 3

a): Altura (H), b): diâmetro (D), c) altura sobre diâmetro (HD) e número de folhas (NF) das mudas de *L. leucocephala* (Lam) de Wit cultivadas aos 120 dias, tratadas com e sem inoculantes.

Um fator que provavelmente culminou no presente resultado o qual as mudas não apresentaram altura adequada com as proporções utilizadas, foi o excesso de sódio presente na composição do substrato. Freire et al. (2014) em estudo com *L. leucocephala*, e Santos et al., (2010) com *Crotalaria uncea* e *C. spectabilis* observaram que à medida que houve aumento da concentração de sódio ocorreu redução no crescimento das mudas. De acordo com Drumond e Ribaski (2010) as

mudas de leucena estão aptas a ir para o campo quando a altura está a medir 25 cm no mínimo aos noventa dias de cultivo, contudo os tratamentos não foram capazes de proporcionar o crescimento das mudas (Figuras 4 A, B e C).

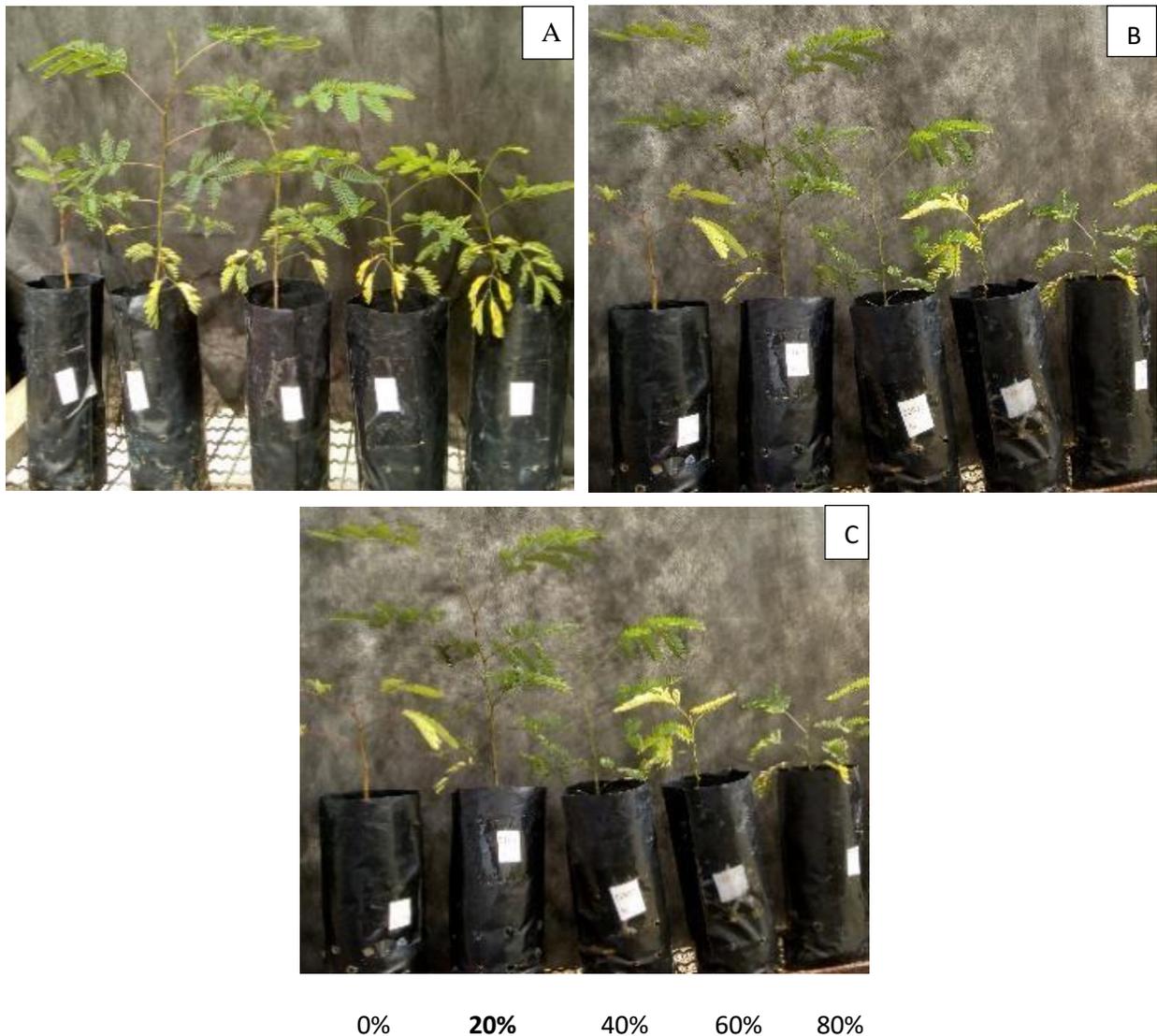


Figura 4. Mudas de *Leucaena leucocephala* inoculadas com estirpes BR 824, BR 827 e sem inoculantes cultivadas aos 120 dias.

Além desses fatores, foi observado que os valores de condutividade elétrica na tabela 2, à medida que se adicionou compostos orgânicos para compor os substratos, houve aumento nos valores, assim a redução na altura das plantas quando se aumentou em proporções maiores pode ter sido devido ao excesso de absorção de íons além do limite para ajustamento osmótico o que provocou diminuição no crescimento das plantas. A leucena é uma planta que requer Boro, Molibdênio, Cobre em concentrações adequadas, no entanto o pH apresentado na tabela 2, os resultados tendem a ser alcalinos o que torna a absorção de micronutrientes menos

disponível para planta, o que também pode ter causado redução no crescimento das plantas, mesmo sem a adição do composto orgânico.

Para a variável diâmetro, observa-se de modo geral um decréscimo do diâmetro das mudas quando foram cultivadas com as proporções do composto orgânico adicionadas ao solo cultivado. As mudas inoculadas com a estirpe BR824 apresentaram maior média entre os tratamentos. O modelo ajustado foi o quadrático para as estirpes BR827 com média estimada de 3,6 mm na proporção de 31,5% de composto orgânico. No substrato constituído da proporção 0:100 (composto orgânico: solo, v/v) com as mudas inoculadas com a estirpe BR 824 foi obtido a maior média (3,93 mm planta⁻¹). A menor média foi registrada no tratamento sem inoculante, sendo a máxima estimada de 3,13 mm na proporção de (20:80) (Figura 3B).

O diâmetro do colo é uma característica morfológica importante, pois está relacionada com a resistência da planta ao tombamento, e indica a capacidade de sobrevivência no campo. Em mudas de *L. leucocephala* cultivadas sem o composto orgânico composto por sisal e lixo urbano, a menor média foi de 3,65 mm planta⁻¹ em relação às mudas que foram cultivada com composto (orgânico de sisal e lixo urbano) onde apresentaram 6 mm planta⁻¹ em substrato constituído de uma formulação de 35:65 (composto orgânico: solo) (Pereira et al., 2019). A redução do diâmetro do colo em espécies arbóreas florestais já foi constatada por Anjos et al. (2019), em que o adição gradual do resíduo orgânico resultou no decréscimo do diâmetro do colo da espécie *Cassia grande* L., devido ao excesso de sódio presente no substrato. No presente estudo, o teor de sódio (Tabela 1) encontra-se cerca de cinco vezes maior quando comparado ao teor de sódio presente no trabalho citado. Portanto, os resultados aqui obtidos podem estar relacionados com o alto teor de sódio presente no composto orgânico, o que aumentou os valores de condutividade elétrica do substratos e esse aumento pode ter causado redução no desenvolvimento vegetal devido ao desequilíbrio nutricional, inibição de íons em solução, que acarreta em alterações nos processos de absorção, assimilação, transporte e distribuição de nutrientes no vegetal (Cavalcante et al., 2010). Com o aumento nas concentrações de sódio no ambiente, a absorção de nutrientes como nitrato, cálcio e potássio são reduzidos. O acúmulo de Na em tecidos vegetais causam toxicidade iônica devido a alterações nas relações Na/K, Na/Ca que culmina na redução de desenvolvimento até a morte das plantas (Sousa et al., 2011).

Em relação a variável relação/ diâmetro altura houve interação significativa $p < 0,01$ entre as fontes de nitrogênio e as proporções. A proporção estimada foi de com 83:27, para maior média em altura de 6,83 planta⁻¹ para as mudas inoculadas com as estirpes BR824. A maior média para BR827 na proporção estimada de 49,6 %, proporcionou média de 7,2 cm/mm planta⁻¹. Sendo que o tratamento sem inoculação apresentou média de 7,14 cm/mm planta⁻¹ na proporção de 80:20 e com comportamento quadrático (Figura 3C).

Segundo Oliveira et al. (2010) a relação entre altura e diâmetro para espécies arbóreas deve ser menor que 10 e maior que 5 para serem consideradas mudas com padrão de qualidade. A relação altura/diâmetro demonstra equilíbrio de crescimento, também conhecido como robustez, sendo considerado um dos mais importantes, pois informações de quanto delgada está a planta assegura maior resistência acúmulo de reserva, melhor fixação no solo. E quanto melhor o equilíbrio for o valor da relação altura diâmetro, maior será a chance de sobrevivência no campo (Delarmelina et al., 2013). Não existe um valor padrão de relação altura diâmetro para um das de *L. leucocephala* na literatura, mas segundo Pereira et al. (2019) o cultivo da espécie em substratos constituídos de composto de lixo urbano e solo (proporção de 33:67) que apresentou maior média (7,42) planta⁻¹. Esses resultados demonstram que os valores encontrados no presente estudo são semelhantes e demonstram que a inoculação favoreceu a variável, porém a determinação da qualidade de mudas não é só determinado por essa variável.

Quanto ao número de folhas, o tratamento sem a presença de inoculante apresentou proporção estimada de 32,56% para uma produção máxima de 10, 52 folhas planta⁻¹. As estirpes BR824 apresentou a produção máxima estimada de 8 folhas planta⁻¹ para 28,16% de composto. As mudas cultivadas com inoculante BR827 a proporção estimada de 36,21 % alcançou uma produção de 9 folhas planta⁻¹ (Figura 3D). Não houve diferença significativa porém o tratamento com as estirpes BR824 foi a que teve maior média quando comparadas aos outros tratamentos onde não houve a adição do composto. Assim, como no presente estudo, foram reportados aumento de número de folhas com acréscimo de substratos orgânicos para espécies arbóreas em vários estudos (Braulio et al., 2019; Ramos et al., 2019, Silva et al., 2014).

Para a variável comprimento das raízes, todos os tratamentos com presença e ausência de inoculantes não responderam positivamente a adição do composto,

apresentando comportamento decrescente, à medida que se aumentou as proporções do composto (Figuras 4 A, B, C).



Figura 5. Comprimento das raízes das mudas de *L. leucocephala* sem inoculante (A), com inoculante BR 824 (B) e com inoculante BR 827 (C).

As mudas cultivadas sem a inoculação apresentaram maior média de (21,08 cm planta⁻¹) no tratamento sem adição do composto (0:100). Observa-se, ainda sendo que nesse tratamento, independentemente da fonte de N, as maiores médias foram obtidas, sendo os tratamentos inoculados com as estirpes BR 827 e BR 827 com 18,32 e 20,04 cm planta⁻¹, respectivamente (Figura 6A).

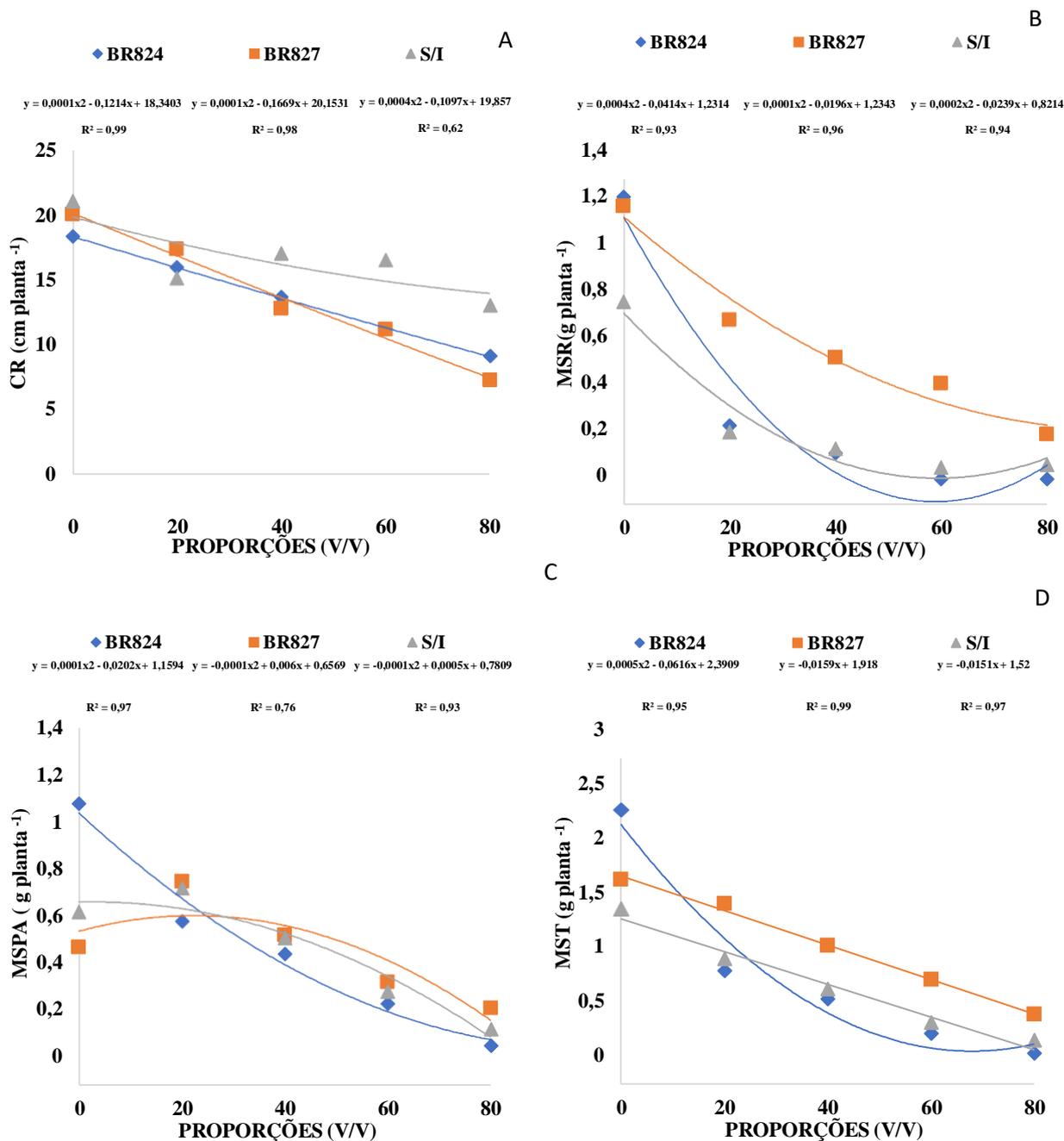


Figura 6 A) Comprimento de raiz (CR); B), matéria seca de raiz (MSR); C), matéria seca da parte aérea (MSPA) e D), matéria seca total (MST) das mudas de *L. leucocephala* cultivadas aos 120 dias.

A redução do crescimento radicular pode ser explicada pela maior abundância de nutrientes prontamente disponíveis próximos à raiz, ofertados pelo composto orgânico que facilitará a absorção com menor gasto energético. Quanto maior a quantidade de nutrientes disponíveis, menor será o crescimento em busca de nutriente. Como o solo do presente estudo apresenta baixos teores de cátions

básicos, os menores comprimentos foram registrados nesses tratamentos.

Houve também redução da matéria seca da raiz com adição do composto orgânico em todos os tratamentos com as fontes de N avaliadas, contudo os tratamentos com a inoculação da estirpe BR824 apresentaram a maior média estimada (1,32 g planta⁻¹), seguida do inoculado com a estirpe BR827 (1,28 g planta⁻¹) e o sem inoculante (0,87 g planta⁻¹) (Figura 6B).

Há relatos de que o uso de inoculantes no cultivo de mudas de *L. leucocephala* promoveu aumento de 64% na matéria seca da raiz (Laurentino et al., 2016). No presente estudo o aumento foi de 11,2% para BR824 e 10,9% para BR 827, em relação ao tratamento sem inoculante. A contribuição da estirpe dependerá entre outros fatores da sua capacidade em competir com as comunidades de microrganismos existentes no solo. Isto justifica estudos objetivando avaliar a capacidade de estirpes já autorizadas em serem testadas em diferentes regiões, uma vez que há uma grande diversidade condições edafoclimáticas, assim estudos locais são importantes.

A maior média da matéria seca da parte aérea foi para o tratamento inoculado com a estirpe BR824 cultivado com a proporção 0:100 (composto:solo), que resultou na produção média de 1,2 g planta⁻¹. Os respectivos tratamentos sem inoculante e BR827 resultaram na média estimada de 0,92 g planta⁻¹, para uma proporção de 30:70. Para as mudas cultivadas sem inoculante, a proporção estimada foi de (2,5:97,5) de composto para obtenção de média máxima de 0,78 g planta⁻¹ (Figura 6 C).

Em estudos feitos por Freire et al. (2010) foi verificado que a massa seca da parte aérea das mudas de *L. leucocephala* apresentaram valores mais altos quando comparado as mudas em que foram submetidas ao estresse salino apresentando uma redução de 72% de massa seca, mesmo com a inoculação com a estirpe 6070. Segundo o autor, o cultivo das mudas em condições de salinidade elevada pode contribuir para a redução na absorção de água, que altera o processo de alongamento e divisão celular, assim como causar desbalanço na distribuição de assimilados em várias partes da planta.

As maiores médias de matéria seca total ocorreram no tratamento sem adição de composto orgânico. A maior média foi encontrada nas plantas inoculadas com a estirpe BR 824 seguida dos inoculados com BR 827 e sem inoculante. A adição do composto inibiu o rendimento da massa da matéria seca total. A inoculação com as estirpes BR824 proporcionou uma produção média de 2,52 g planta⁻¹. Para BR 824 o

valor máximo foi de 1,88 g planta⁻¹, e o menor valor observado foi para as mudas cultivadas sem a inoculação. No entanto, a estirpe BR 824 apresentou 88,88% de perda em relação a maior e menor proporção, sem inoculante com perda de 75% e a menor perda de redução foi as mudas inoculadas com as estirpes BR 827 com 65% de perda de matéria seca total (Figura 6 D).

A espécie quando cultivada com substratos com 50% carnaúba, 25% solo, 25% esterco bovino produz cerca de 2,90 g planta⁻¹ de MST (Amaral et al., 2020), e 3,1 g planta⁻¹ quando adubada com composto orgânico aos 60 dias após a semeadura (Pereira et al., 2019). Assim, com relação os substratos verificam-se que formulações com proporções acima de 30 % de adição de composto ao solo são prejudiciais ao crescimento da espécie.

Através da análise do índice de qualidade de Dickson (IQD) foi verificado que as maiores médias ocorreram nas mudas cultivadas no substrato sem adição de composto orgânico (0:100). Observa-se também que entre as fontes de N, o efeito benéfico da inoculação foi verificado. As médias de IQD para os tratamentos inoculados foram de BR 824, BR 827, e os substratos sem inoculação foi de 0,57; 0,51 e 0,25 respectivamente com comportamento quadrático decrescente para os tratamentos inoculados e linear decrescente, para o tratamento sem inoculação (Figura 7).

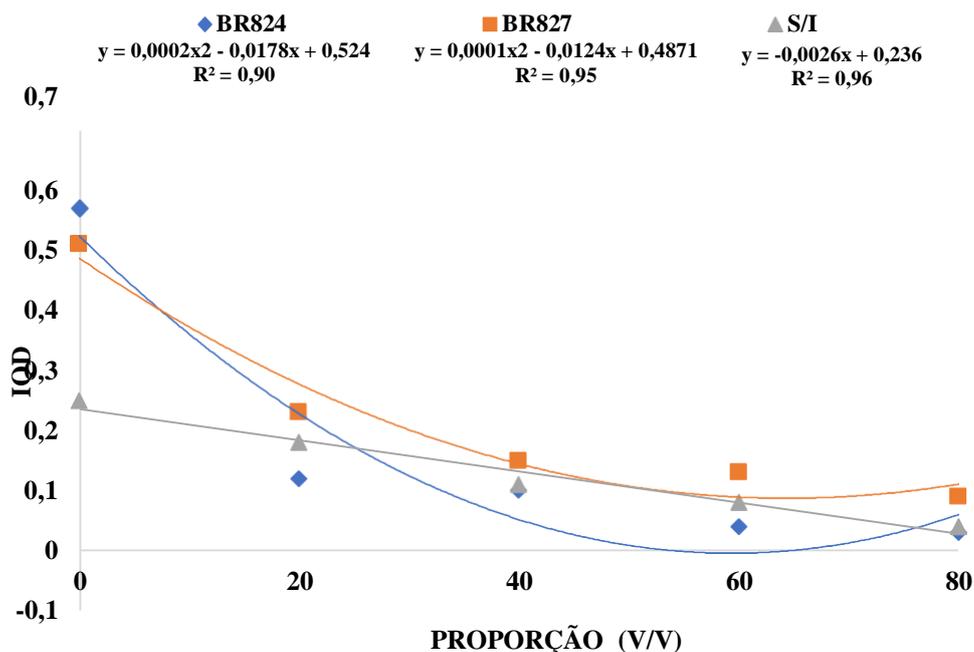


Figura 7. Índice de Qualidade e Dickson das mudas de *L. leucocephala* cultivadas aos 120 dias de cultivo em função das fontes de nitrogênio (inoculação com estirpe BR 824, BR 827 e sem inoculação) e cinco proporções de composto orgânico e Latossolo(v/v) nos substratos de cultivo.

As proporções de composto orgânico adicionadas ao solo não proporcionam mudas boa qualidade (IQD) e houve inibição da nodulação com bactérias diazotróficas artificial e natural *L. leucocephala* inoculada. Assim para a recomendação de substratos formulados a partir de compostos orgânicos oriundos de resíduos agroindustriais é necessário mais estudos para aprimoramento dos substratos formulados com composto oriundo da indústria láctea para estabelecimento de uma recomendação adequada.

Conclusão

- A inoculação proporcionou maior crescimento das mudas em relação as mudas cultivadas sem a inoculação, para as variáveis altura, no entanto a estirpe BR 824 proporcionou maior média.
- Os substratos formulados inibiram o crescimento das mudas de *L. leucocephala*.

- A nodulação e o crescimento das raízes foram inibidos pela alta concentração de salina no composto, sendo que todos os tratamentos em que foi adicionado matéria orgânica não houve nodulação.
- As maiores médias obtidas pela variável IQD foram as mudas cultivadas sem adição do composto orgânico, no entanto o melhor tratamento foi com a estirpe BR 824.
- As proporções de 20% de composto resultaram em melhor altura para as mudas de leucena.

Referências

Amaral, F.H.C.; Nóbrega, J.C.A; Nóbrega, R.S.A.; Lustosa Filho, J.F.; Amorim S. P. do N. Growth of *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit favored by organic waste in the Brazilian semiarid region. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.20, p.612-617, 2016.

Anjos, Â.S.J.C.; Nóbrega R.S.A.; Moreira, F.M.; Silva de J. da J.; 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 (RBAS), v.8, p.115-124, 2018.

Antunes, R.M.; Castilhos, R.M.V.; Castilho, D.D.; Leal, O.A.; Andrezza, O, A. Crescimento inicial de acácia-negra com vermicompostos de diferentes resíduos agroindustriais. Ciência florestal, v.26, p. 1-9, 2016.

Alcarde, J.C. Manual de análises de fertilizantes. Piracicaba: FEALQ, 2009, 259p.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 7181: Solo-Análise granulométrica- método de ensaio. Rio de Janeiro, 3p., 1984.

Berticelli, R; Deceraso, Magro, R.G; Colla, M. L. Compostagem como alternativa como biorremediação de áreas contaminadas. CIATEC, v.8, n.1, p.12-28, 2016.

Braulio, C.de S.; Nóbrega R.S.A.; Moreira, F.M.; Anjos, A.S de J.C.; Silva, J. De J.; Rocabado, J.M.A. Crescimento de *Bauhinia variegata* L. em resposta a inoculação e fertilização orgânica. Revista Árvore, v.43 p.430-114, 2019.

Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Diário Oficial da União - Seção 1. Instrução normativa no. 13 de 24 de março de 2011.

Cavalcante, L.F.; Cordeiro, J.C.; Medeiros, J.A.; Cavalcante, I.J.L.; Dias T.J. Fontes e níveis da salinidade da água na formação de mudas de mamoeiro cv. Sunrise solo. Ciências Agrárias, v.3, p.1281- 1290, 2010.

Cavins, T.J.; Gibson, J.L.; Whipker, B.E.; Fonteno, W.C. pH and ec meters - tool for substrate analysis. North Carolina State University, 2000.

Dardanelli, M.S.; Gonzales, P.S.; Pauluci N.C.; Bueno, M.A.; Garcia, M.B. Effects of peanut rhizobia on the growth and symbiotic performance of *Arachis hypogaea* under abiotic stress. Symbiosis, v.47, p.175-180, 2009.

Delarmelina, W.M.; Caldeira, M.V.W.; Faria, J.C.T.; Gonçalves, E.O.; Uso de lodo de esgoto e resíduos orgânicos no crescimento de mudas de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers, Revista agro@mbiente, v.7, n.2, p.184-192, 2013.

Decker. V.; Klosowski, E.S.; Malavasi, U.C.; Nunes, A. Avaliação de intensidade luminosa no desenvolvimento inicial de Leucena (*Leucaena leucaccephala* (Lam) de Wit. Ciência Florestal, v.21, p.397-430, 2011.

Drumond, M.A.; Ribaski, J.; Leucena (*Leucaena leucocephala*): Leguminosa de uso múltiplo para o semiárido brasileiro. EMPRAPA SEMIÁRIDO, p.1808-9984, 2010.

FAO. Food and Agriculture agricultural live lihoods 2016. Disponível em: <http://www.fao.org/3/a-i5615e.pdf> Acesso em: jun. 2016.

Filho, N.W.B.; Franco, CR. Avaliação do potencial dos resíduos produzidos através do processamento agroindustrial no Brasil. Revista virtual química, v.7; p.1968-1987, 2015.

Freire, L.O.; Rodrigues, T.J.D.; Mirara, J.R.P. Fixação biológica de nitrogênio e crescimento de plantas de *Leucena leucecephala* (Lam.) de Wit. sob salinidade. Revista Caatinga, v.23, p.90-96, 2014.

Gonçalves, F.G.; Alexander, R.S.; Silva, A.G. da.; Silva, A.G.; Lemes, E.Q.; Rocha, A.P.; Ribeiro, M.P.A, Emergência e qualidade de mudas de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong (Fabaceae) em diferentes substratos. Revista árvore. v.37, p.1125-1133, 2013..

Laurentino, A.B.; Moraes, Macedo, S.A. de.; Junior, P.I.F.; Oliveira.; R.P. de. Efeito do biocarvão, esterco e inoculação sobre o desenvolvimento *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA SEMIÁRIDO, Petrolina. Anais... Petrolina: Embrapa Semiárido, p. 205-210, 2016.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Disponível em <https://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/gest%C3%A3o-de-res%C3%ADuo-org%C3%A2nicos.html#legislacao> 02/07/2020.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Disponível em https://www.in.gov.br/materia//asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/19272154/do1-2017-09-01-instrucao-normativa-n-2-de-30-de-agosto-de-2017-19272042 02/07/2020.

Moraes, S.L.; Massola, P.S; Saccoccio, E.M.; Silva, D.P. da.; Guimarães, Y.B.T. Cenário Brasileiro da geração e uso de biomassa adensada. Revista IPT Tecnologia e Inovação, v.1, p. 58-73, 2017.

Moreira, F.M.S.; Silva, J.O. Microbiologia e bioquímica do solo. Lavras: UFLA, 2006. 729p.

Moreira, F.M.S.; Silva da K. Nóbrega, R.S.A. Carvalho de F. Bactérias diazotróficas associativas: diversidade, ecologia e potencial de aplicações. Comunicata scientiae, v.1, p. 74-99, 2010.

Moreira, F.M., Nóbrega, R.S.A.; Santos, R.P.; Silva, S.S.; Nóbrega, S.J.A. Cultivation of *Caesalpinia pulcherrima* L.SW. in regional substrates. Revista árvore, v.42, p.420212, 2018.

Moruzzi, R.B; Reali, M.A.P. Oxidação e remoção de ferro e manganês em águas para fins de abastecimento público ou industrial: uma abordagem geral. Revista de engenharia e tecnologia, v.4, p.29- 43, 2012.

Oliveira, M.C., Ribeiro, J.F.; Passos, F.B.; Aquino, FG.; Oliveira, F.F.; Sousa, S.R. Crescimento de espécies nativas em um plantio de recuperação de Cerrado sentido restrito no Distrito Federal, Brasil. Revista brasileira de biociências, v.13, p.25-32, 2015.

Pereira, D.S.; Veloso, G.S.; Nóbrega, R.S.A.; Dias, A.S.; Barbosa, A.R.; Nóbrega, J.C.A.; Organic substrates and formononetin for *Leucaena leucocephala* saplings. Revista Agroambiente, v.13, p.24-34, 2019.

Ramirez- Bahena, M.H.; Salazar, S.; Santín, P.J.; Sanchez-Rodríguez, Mercedes, F.P.; Igual, J.S.; Regina, I.S. Peix. A.; *Pseudomonas edaphica* sp. nov., isolado de solo rizosférico de *cistus landanifer* L. na Espanha. Microbiology society v.69, p 3141-3147, 2019.

Ramos, D.B.P.; Souza, L.A.G. Seleção de estirpes de rizóbio para formação de leucena (*Leucaena leucacephala*) em argissolo vermelho amarelo. Revista brasileira de agroecologia , v.8, p.28-3, 2013.

Santos, R.A.; Carneiro, P.T.; Santos, V.R.; Costa, L.C.; Santos. C.G. Crescimento de leguminosas utilizadas na adubação verde em diferentes níveis de sais na água de irrigação. Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental, v.18, p.2255–1261, 2014.

Silva, G.H.; Santos, R.V.; Gomes, A.D.V. Crescimento de mudas de craibeira em substrato de co-produto sob fertilização química e orgânica. Revista verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável, v.9, p.78-83, 2015.

Sobrinho, P.; Severino, S.R.; Silveira, P.B. da; Thamy, L.S.; Ramos, D.T.; Neves, L.G.; Barelli, M.A.A. Substratos na produção de mudas de três espécies arbórea do cerrado. *Revista brasileira de ciências agrárias*, v.1, p.238-246, 2010.

Souza, L.B.; Filho, L.J.F.; Amorim, S.P. do M.; Nóbrega, R.S.A.; Nóbrega, J.C.A.; Germinação, crescimento e nodulação natural de *Enterolobium contortisiliquum* em substratos regionais. *Revista brasileira de agroecologia*, v.11, p.345-346, 2016

Souza, R.P.; Machado, E.C.; Silveira, J.A.G.S.; Ribeiro, G.S. Fotossíntese e acúmulo de solutos e feijoeiro caupi submetido à salinidade. *Revista agropecuária brasileira*, v.46, p.586-592, 2011.

Vieira, M.C.M.; Terra, D.L.C.V.; Souza, P.B.; Fonseca, C.S; Utilização de resíduos agroindustriais na produção de mudas de aroeira (*Myracrodouon urundelva* FR Allemão). *Magistra*, v.30, p.86-93, 2019.

Tavares, S.R.L; Franco, A.A. Produção de mudas de *Acacia mangium* Wild noduladas e micorrizadas em diferentes substratos. *HOLOS*, v.4, p. 56-66, 2016.

Yu, Z.; Zeng, G.M.; Chen, Y.N.; Zhang, J.C.; Yu, Y.; Li, H.; Liu, Z.F.; Tang, L. Effects of inoculation with *Phanerochaete chrysosporium* on remediation of pentachlorophenol contaminated soil waste by composting. *Process biochemistry*, v.46, p.1285–1291, 2011.