

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOLOGIA
CURSO DE MESTRADO EM AGROECOLOGIA

FERNANDA KAROLLYNE SABOIA DO NASCIMENTO

**EFICIÊNCIA DE USO DE NITROGÊNIO EM MILHO SOB APLICAÇÃO
DE BIOFERTILIZANTE COM NONI E RIZOBACTÉRIAS**

São Luís
2016

FERNANDA KAROLLYNE SABOIA DO NASCIMENTO
ENGENHEIRA AGRÔNOMA

**EFICIÊNCIA DE USO DE NITROGÊNIO EM MILHO SOB APLICAÇÃO DE
BIOFERTILIZANTE COM NONI E RIZOBACTÉRIAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agroecologia da Universidade Estadual do Maranhão, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agroecologia.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Francisca Helena Muniz
Co-orientador: Prof. Dr. Altamiro Souza de Lima Ferraz Junior

São Luís
2016

Nascimento, Fernanda Karollyne Saboia do.

Eficiência do uso de nitrogênio em milho sob aplicação de biofertilizante com noni e rizobactérias / Fernanda Karollyne Saboia do Nascimento. – São Luís, 2016.

54 f

Dissertação (Mestrado) - Curso de Agroecologia, Universidade Estadual do Maranhão, 2016.

Orientador: Prof^ª. Dr^ª. Francisca Helena Muniz.

Co-orientador: Prof. Dr. Altamiro Souza de Lima Ferraz Júnior.

1.Agricultura orgânica. 2.Fixação de nitrogênio. 3.*Zea mays* L. 4.*Morinda citrifolia* Linn. 5.*Azospirillum brasilense*. I.Título

CDU: 633.15-184

FERNANDA KAROLLYNE SABOIA DO NASCIMENTO

**EFICIÊNCIA DE USO DE NITROGÊNIO EM MILHO SOB APLICAÇÃO DE
BIOFERTILIZANTE COM NONI E RIZOBACTÉRIAS NA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agroecologia da Universidade Estadual do Maranhão, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agroecologia.

Aprovada em: 25/05/2016

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Altamiro Souza de Lima Ferraz Junior (Co-orientador)
Universidade Estadual do Maranhão - UEMA

Prof. Dr. Heder Braun
Universidade Estadual do Maranhão - UEMA

Pesquisador Dr. João Batista Zonta
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Cocais

*Dedico este trabalho, com carinho, à minha magnífica
mãe Ana Maria Saboia do Nascimento, ao meu
saudoso e inesquecível pai Bolivar Sales do
Nascimento (in memoriam) e à minha amada tia Sonia
Maria Nina Saboia (in memoriam).*

AGRADECIMENTOS

Agradeço, em primeiro lugar, a Deus por me oferecer tantas bênçãos, por me dar força e coragem diante das dificuldades, por me conceder sabedoria para agir sempre de consciência limpa e por sempre iluminar o meu caminho. Senhor, obrigada pelo fim de mais essa etapa.

À minha família, por sua capacidade de acreditar e investir em mim. Mãe, seu carinho, bondade e dedicação me tornaram uma pessoa com fé e determinação para alcançar meus objetivos. A minha inspiração sempre foi a sua inteligência, garra e determinação pessoal e profissional. Pai, mesmo não estando mais perto de mim fisicamente, a certeza da sua proteção na minha jornada me dá razão para seguir realizando a minha missão. Espero lhe orgulhar por tentar fazer da minha vida profissional um espelho da sua. À minha tia Sonia, que mesmo tendo partido tão próximo ao início da minha jornada no Mestrado, me deixou as mais lindas memórias de doçura e fortaleza que me incentivaram, apoiaram e abrandaram meu coração todos os momentos que precisei.

Ao meu namorado Ely, que chegou na minha vida para me tornar uma pessoa, sem dúvida, melhor, mais calma e amada. Obrigada por estar presente, com paciência, compreensão, carinho e por me fazer imensamente feliz. Também, pela ajuda no experimento, sempre que precisei.

Aos meus amigos do curso e da vida, por tornarem a minha vida mais feliz. Em especial, a Alex por ser um grande companheiro de trabalho e estudo, pelo incentivo, agradável convívio e momentos de descontração. Aos amigos que ajudaram no experimento, em campo e em laboratório, Alline, Daniel, Larissa, Giselle, Rones, Keliane, Marcelo, Manoel, Jefferson, João e Dionízio. Aos amigos que conheci no decorrer do curso, Henry, Stefania, Luis e Jesus. E à Rayanne, por ser tão disponível e solícita.

Aos professores Francisca Helena Muniz, Altamiro Ferraz Júnior, Heder Braun e Josiane Guissem pela amizade, orientação e acompanhamento durante este trabalho. Muito obrigada pela disponibilidade e pelos conhecimentos cedidos para que eu pudesse tornar este trabalho possível.

À Universidade Estadual do Maranhão e ao Programa de Pós-Graduação em Agroecologia, pela oportunidade de realização do curso de Mestrado. À CAPES pela concessão da bolsa de estudos e à FAPEMA pelo financiamento do projeto. Obrigada!

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Altura de plantas de milho submetidas à aplicação de diferentes formulações de biofertilizantes com frutos de noni.....	36
Figura 2. Nitrogênio remobilizado (A) e eficiência de uso de nitrogênio (B) em plantas de milho submetidas à aplicação de diferentes formulações de biofertilizantes com frutos de noni, sem e com adição de bactérias <i>Azospirillum brasilense</i>	39
Figura 3. Teor de nitrato (A) e de amônio (B) e (C), na antese e maturação, em plantas de milho submetidas à aplicação de diferentes formulações de biofertilizantes com frutos de noni, sem e com adição de bactérias <i>Azospirillum brasilense</i>	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Caracterização química do solo no momento da implantação do experimento	31
Tabela 2. Caracterização química dos biofertilizantes líquidos formulados para aplicação no experimento e de seus componentes	32
Tabela 3. Resumo da análise de variância das variáveis referentes aos componentes de produção de milho submetido à aplicação de diferentes formulações de biofertilizantes com frutos de noni e sem ou com a adição da bactéria <i>Azospirillum brasilense</i>	35
Tabela 4. Resumo da análise de variância das variáveis referentes a eficiência de uso de N no milho submetido à aplicação de diferentes formulações de biofertilizantes com frutos de noni e sem ou com a adição da bactéria <i>Azospirillum brasilense</i>	38

SUMÁRIO

CAPÍTULO I	8
1. INTRODUÇÃO GERAL	9
2. REFERENCIAL TEÓRICO	11
2.1 Cultivo em sistema orgânico	11
2.2 Biofertilizantes	12
2.3 Inoculação de rizobactérias em biofertilizantes	15
2.4 Uso e metabolismo de nitrogênio nas plantas	16
2.5 Noni (<i>Morinda citrifolia</i> Linn.)	18
REFERÊNCIAS	21
CAPÍTULO II	27
RESUMO	28
ABSTRACT	28
INTRODUÇÃO	29
MATERIAL E MÉTODOS	30
RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
CONCLUSÃO	42
AGRADECIMENTOS	43
REFERÊNCIAS	43
ANEXO	47

**EFICIÊNCIA DE USO DE NITROGÊNIO EM MILHO SOB APLICAÇÃO DE
BIOFERTILIZANTE COM NONI E RIZOBACTÉRIAS**

CAPÍTULO I

1. INTRODUÇÃO GERAL

Grande parte da produção agrícola no Brasil é realizada da forma convencional, a partir do uso de fertilizantes químicos como fonte de nutrientes às plantas e agrotóxicos (ARAÚJO JUNIOR et al., 2015). No entanto, esse sistema de produção inviabiliza, com o passar dos anos, a continuidade do processo produtivo, devido aos danos causados ao meio ambiente.

A agricultura orgânica é um sistema de produção alternativo ao modelo convencional, com ausência de insumos sintéticos e uso de práticas sustentáveis mais viáveis ao ambiente e ao homem. Esse tipo de produção utiliza técnicas que buscam mobilizar harmoniosamente todos os recursos disponíveis na unidade de produção e maximização do uso de insumos orgânicos gerados “in loco”, com base na reciclagem de nutrientes (ROEL, 2002). A transformação de rejeitos líquidos e sólidos da agricultura em insumos de baixo custo representa grande avanço na preservação do meio ambiente.

Uma das práticas mais utilizadas na agricultura orgânica é o uso de biofertilizantes, que são derivados de compostos orgânicos, na forma de fermentados microbianos enriquecidos. Estes possuem elementos necessários para a nutrição vegetal e para melhorar a qualidade do solo, e podem variar quanto a origem da matéria-prima, período de decomposição e população de microrganismos (VESSEY, 2003). Portanto, não existe formulação padrão para o seu preparo, por isso, formulações variadas vêm sendo testadas e utilizadas para fins diversos (MARROCOS et al., 2012).

Embora, o uso de biofertilizantes no Brasil não seja recente e ganhe espaço em práticas sustentáveis, estudos sobre o potencial da fertilização líquida ainda é restrito. Com isso, há um amplo leque de lacunas quanto aos métodos adequados para o manejo dessa tecnologia, nos diversos tipos de culturas e solos, e sobre os seus efeitos nos aspectos produtivos e fisiológicos das plantas (RODRIGUES, 2014).

A espécie arbórea *Morinda citrifolia* Linn., popularmente conhecida como noni, foi introduzida nas áreas periurbanas e rurais de São Luís, em meados da década de 2000, propagada como planta milagrosa, pois acreditava-se que seus frutos apresentavam poder de cura para uma infinidade de enfermidades, a partir da atuação no sistema imunológico humano. Entretanto, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária proibiu a comercialização de noni como alimento no Brasil (BRASIL, 2007), uma vez que este fruto não possui histórico de consumo no Brasil, e devido a escassas informações sobre a composição físico-química e nutricional, insuficientes para garantir a segurança do consumo (CORREIA, 2010).

Devido a sua grande capacidade de adaptação às condições de clima e solo locais, o noni alcança alta produtividade, apresenta rápido amadurecimento e há falta de demanda comercial, portanto, esses frutos constituem resíduos orgânicos (NELSON; ELEVITCH, 2006). A composição química com elevados teores de minerais e vitaminas, justificam o aproveitamento para a produção de biofertilizantes líquidos (NELSON; ELEVITCH, 2006; CHAN-BLANCO et al., 2006).

Dentre as espécies de grande valor econômico, a cultura do milho, apresenta expressivo crescimento de áreas de cultivo abrangendo, ainda, aspectos de ordem social e cultural, o que demonstra a necessidade de estudar recursos para melhorar a produção e minimizar os esforços produtivos na sua condução (RODRIGUES, 2014).

A disponibilidade de nitrogênio nos sistemas de produção é um fator limitante e influencia o crescimento e produção da planta de milho mais do que qualquer outro nutriente (NUNES et al., 2013). A fixação de nitrogênio e a mineralização de bactérias diazotróficas pode contribuir com aportes adicionais de nitrogênio para as plantas, diminuindo o uso de fertilizantes nitrogenados (HUNGRIA, 2011; FERREIRA et al., 2013).

Portanto, o objetivo do trabalho foi testar a hipótese de que biofertilizantes produzidos com frutos de noni em substituição ao esterco bovino, e com adição de bactérias fixadoras de nitrogênio (*Azospirillum brasilense*), podem melhorar os componentes de produção e a eficiência de uso de nitrogênio no cultivo de milho sob manejo orgânico.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Cultivo em sistema orgânico

Os avanços científicos e tecnológicos no desenvolvimento da atividade agrícola permitiram enormes progressos em diversos setores produtivos, no entanto desencadearam graves consequências em relação à perturbação do meio ambiente. Podem ser percebidos problemas de desequilíbrio dos agroecossistemas, como deterioração dos solos, grande multiplicação de pragas e doenças agrícolas, contaminação de lençóis freáticos e solos, dentre outros (MEDEIROS; LOPES, 2006). Daí a necessidade de produzir alimentos por meio de sistemas em conformidade com os requisitos da agricultura sustentável.

Apesar do grande esforço por parte dos agricultores para otimizar a produtividade e o desenvolvimento dos sistemas de cultivo, e para reduzir as deficiências do setor produtivo (MONTEZANO; PEIL, 2006), apenas um grande volume de produção não é suficiente para viabilizar a produção agrícola. Além disso, é necessário o uso de tecnologias que garantam a segurança alimentar, a viabilidade econômica, a conservação dos recursos naturais e a qualidade de vida dos agricultores. Essas tecnologias podem ser estabelecidas com o cultivo orgânico em uma abordagem adaptada localmente (SOLINO et al., 2010).

A agricultura orgânica, como método alternativo para aumentar a sustentabilidade do sistema agrícola, tem como base do processo produtivo os princípios agroecológicos que contemplam o uso responsável do solo, da água, do ar e dos demais recursos naturais. É uma alternativa para redução da dependência no uso de insumos externos na propriedade, como agrotóxicos e adubos químicos, e aplicação de matéria orgânica, por meio do aproveitamento de resíduos de origem orgânica vegetal ou animal, objetivando a reciclagem de nutrientes, a melhoria do solo e o equilíbrio biológico (MACIEL, 2000; DAROLT, 2002). Além disso, há uma preocupação com a diversificação de culturas, com preservação da biodiversidade e das atividades biológicas do solo e com a melhoria da qualidade de vida dos agricultores.

A maior exigência dos consumidores por uma alimentação saudável com produtos isentos de agrotóxicos, que não foram geneticamente modificados e proporcionam menor impacto ambiental, é uma das principais razões para a expansão do sistema orgânico de produção (MORAES et al., 2006). Para isso, a agricultura orgânica exige investimentos públicos, principalmente, no âmbito da divulgação, bem como com a criação de normas que regulem as condições de produção e disciplinem a certificação dos produtos, que devem sempre considerar as especificidades dos agricultores nela envolvidos, focando, as dimensões

sociais, técnicas, econômicas, ecológicas e políticas. Além de criar oportunidade e meios necessários para aqueles que ainda atuam na agricultura tradicional, migrem para essa forma de produção sustentável (SANTOS et al., 2012).

Os produtos orgânicos agregam, em média, 30% a mais no preço quando comparados aos produtos convencionais. No Brasil, a área de produção orgânica abrange 950 mil hectares, com a produção de hortaliças, cana-de-açúcar, café, cereais (milho, arroz, trigo), frutas, laticínios, entre outros. Os produtos, além do consumo interno, são exportados para mais de 76 países. Em 2014, a agricultura orgânica no mercado nacional movimentou cerca de R\$ 2 bilhões e a expectativa é que alcance R\$ 2,5 bilhões em 2016 (BRASIL, 2015).

No entanto, ainda existem algumas dificuldades que os agricultores enfrentam a serem superadas, como: falta de tecnologias com enfoque agroecológico apropriadas aos diferentes agroecossistemas; necessidade de pesquisas na gestão de produtos orgânicos voltadas para solos tropicais; falta de treinamento para os produtores; estrutura de crédito deficiente; estrutura de apoio governamental insuficiente; elevados custos de conversão e de certificação; baixo número de empresas certificadas para processos de beneficiamento de produtos orgânicos; existência de diferentes selos de certificação que confundem os consumidores; campanhas promocionais insuficientes de esclarecimento aos diferentes segmentos de mercado entre outros (SANTOS et al., 2012).

2.2 Biofertilizantes

Uma tecnologia de fertilização amplamente usada na agricultura orgânica, em substituição aos adubos sintéticos, são os biofertilizantes. Esses são preparados a partir da digestão anaeróbia (sistema fechado) ou aeróbia (sistema aberto) de materiais orgânicos, que possuem em sua composição: resíduos de folhas secas, restos vegetais, restos de alimentos, esterco animal e tudo mais que se decompõe em estado natural. O fertilizante líquido resultante contém células vivas ou latentes de microrganismos e minerais, e são usados para maior disponibilidade de nutrientes para as plantas (MARROCOS et al., 2012).

A composição química do biofertilizante varia conforme o método de preparo, tempo de decomposição, população microbológica, temperatura e pH do meio, bem como o material que o origina. Uma das principais características do biofertilizante é a presença de microrganismos responsáveis pela decomposição da matéria orgânica, produção de gás e liberação de metabólitos (MEDEIROS; LOPES, 2006). Segundo Santos e Akiba (1996),

alguns metabólitos são compostos de proteínas, enzimas, antibióticos, vitaminas e ácidos, inclusive de ação fitohormonal. Assim, quanto mais ativa e diversificada a matéria-prima do biofertilizante, maior a possibilidade de liberação de diferentes substâncias orgânicas e melhor qualidade da calda orgânica (MICHEREFF; BARROS, 2001).

Os biofertilizantes são produzidos, normalmente, com esterco fresco bovino como fonte principal de matéria orgânica. O esterco pode ser substituído por outro tipo de resíduo orgânico, segundo as facilidades do produtor. Um dos fatores importantes para a fermentação é a temperatura. A temperatura ideal para os biofertilizantes originados de esterco de ruminantes é, em torno, de 38 °C, que é a temperatura do rúmen. No verão, quando as temperaturas são mais elevadas, o tempo de fermentação pode ser de 30 dias e no inverno, 45 dias (MEIRELLES, 1997; FREGOSO et al., 2001).

É recomendável a aplicação de biofertilizantes após a irrigação ou em dias chuvosos, evitando-se períodos e horários secos e quentes. Em plantas frutíferas, a aplicação deve ser mensal, para um suprimento equilibrado de macro e micronutrientes. Em plantas de ciclo curto como as hortaliças, as pulverizações devem ser semanais, para permitir um bom desenvolvimento das plantas, que exigem complementação mais rápida e eficiente dos nutrientes. Já em culturas anuais, a aplicação de biofertilizantes deve ser feita em estádios importantes para o desenvolvimento da planta (SANTOS, 1992; LOPEZ, 2013).

Em plantas de milho, recomendam-se pulverizações entre os estádios de três a quatro folhas desenvolvidas (V3 a V4), quando o ponto de crescimento ainda se encontra abaixo da superfície do solo, os pelos radiculares do sistema radicular nodal estão em crescimento e todas as folhas e espigas, que a planta eventualmente irá produzir, estão sendo formadas, ou seja, momento em que há a definição da produção potencial da planta; no estágio V6, quando o ponto de crescimento e o pendão estão acima do nível do solo, o colmo está iniciando um período de alongação acelerada e o sistema radicular nodal está em pleno crescimento; no estágio V8, conhecido como fase do “cartucho”, em que há a divisão dos óvulos na espiga e o número de fileiras de grãos é definido; no estágio V10, em que há desenvolvimento de órgãos florais e um rápido e contínuo crescimento da planta, com acumulação de nutrientes e peso seco; assim como, no pendramento (VT) e no início do estágio reprodutivo (R1), quando o nitrogênio ainda é absorvido pelas plantas (FANCELLI; DOURADO NETO, 2000).

Estudos recentes indicam que a cultura do milho apresenta boa resposta à adubação quando o solo é manejado com aplicação de biofertilizantes, havendo incrementos na sua produtividade (BEZERRA et al., 2008). De acordo com estudos realizados por Lima et al. (2012) e Sousa et al. (2012), o biofertilizante bovino estimula o crescimento das plantas de

milho, com aumento de diâmetro caulinar, altura de plantas, área foliar e produção de matéria seca.

Nos solos, o uso dos biofertilizantes pode promover a produção de substâncias húmicas que exercem expressiva importância na fertilidade do solo e contribuem para melhoria física, como aumento de porosidade, diminuição de densidade aparente e retenção da umidade do solo (DELGADO et al., 2002).

Os biofertilizantes também previnem o aparecimento de pragas e doenças nas áreas de plantio. Isso ocorre por que os compostos orgânicos contêm microrganismos vivos, os quais, quando disponibilizados as plantas por diferentes métodos, colonizam a rizosfera e/ou no interior da planta e promovem o crescimento da planta, por aumentar o fornecimento de nutrientes (PENTEADO, 2006; KIEHL, 2010). Segundo Rivera-Cruz et. al. (2008), a reativação da atividade microbiana na rizosfera pode aumentar a disponibilidade de nutrientes para a planta, uma vez que a comunidade microbiana do solo realiza os processos de mineralização da matéria orgânica e ciclagem de nutrientes. Assim, a planta com equilíbrio nutricional torna-se tolerante ao ataque de fitopatógenos e pragas (VESSEY, 2003). Este tem sido um dos processos mais empregados no manejo trofobiótico de pragas e doenças, onde a resistência sistêmica da planta se baseia na estratégia do equilíbrio nutricional (ALVES, 2009).

Segundo Fernandes e Testezlaf (2002), os biofertilizantes vêm ganhando destaque na agricultura irrigada, por ser uma medida estratégica do ponto de vista ambiental e econômico, pelo reaproveitamento de resíduos orgânicos disponíveis em grande parte das propriedades rurais e de baixo custo. Devido a diferentes fontes de matéria orgânica, formulações variadas são desenvolvidas e utilizadas por pesquisadores, como por exemplo: o biofertilizante Supermagro, composto por esterco, mistura proteica e enriquecido com sais minerais, aplicado via foliar; o Agrobio, resultante da digestão aeróbica de esterco bovino fresco, soro de leite, melão, urina de vaca e outros, e adição periódica de macro e micronutrientes; o Vairo, feito com esterco fresco, complementado ou não com urina e volume igual de água não clorada, que passa por uma digestão anaeróbica (RICCI; NEVES, 2004); biofertilizante composto de resíduos de mandioca, esterco de aves e bactérias solubilizadoras de fosfato (OGBO, 2010); biofertilizante de resíduos de bananas, esterco de aves e inoculação de bactérias promotoras de crescimento de plantas (RIVERA-CRUZ, 2008); entre outros.

2.3 Inoculação de rizobactérias em biofertilizantes

Microrganismos rizosféricos benéficos podem participar de muitos processos ecológicos, tais como degradação de matéria orgânica, indução de crescimento via síntese de fitormônios, controle biológico, fixação de nitrogênio, solubilização de nutrientes essenciais e aumento da captação de água e nutrientes pela planta (VESSEY, 2003).

De acordo com Yadegari et al. (2012), os biofertilizantes permitem o surgimento de associações de bactérias e outros microrganismos que colonizam as raízes e, como consequência, podem aumentar a disponibilidade de nutrientes no solo e a planta apresenta um melhor crescimento. Além disso, o uso de biofertilizantes como inoculantes é apropriado por apresentar condições favoráveis para os microrganismos rizosféricos, como alto teor de matéria orgânica, alto teor de nitrogênio, e ausência de toxicidade (RIVERA-CRUZ et al., 2008).

Em estudos realizados por Wu et al. (2005), biofertilizantes com fungos e bactérias fixadoras de nitrogênio e solubilizadoras de fósforo e potássio aumentaram o crescimento das plantas de milho, por meio do incremento de biomassa e altura de plantas. Assim como, aumentaram a assimilação nutricional da planta e melhoraram as propriedades do solo, como teor de matéria orgânica e N-total do solo.

O gênero *Azospirillum* abrange um grupo de bactérias gram-negativas de vida livre, em que estão descritas 14 espécies. As bactérias desse gênero ganharam grande destaque mundialmente a partir da década de 1970 (DÖBEREINER et al., 1976), com a descoberta de sua capacidade de fixação biológica do nitrogênio quando em associação com várias espécies não-leguminosas, inclusive as gramíneas.

Essas bactérias, com a enzima dinitrogenase, realizam a conversão do N₂ da atmosfera em amônia. Contudo, excretam somente uma parte do nitrogênio fixado diretamente para a planta associada, assim a mineralização das bactérias pode contribuir com aportes adicionais de nitrogênio para as plantas e suprir parcialmente as necessidades das plantas. Com isso, há uma melhora do crescimento das plantas, aumento da produção de grãos e diminuição do uso de fertilizantes nitrogenados (HUNGRIA et al., 2010).

Em experimentos com a inoculação de *Azospirillum brasilense* realizados no Brasil pela EMBRAPA, observou-se um incremento médio no rendimento de grãos de milho de 26%. O aumento da produtividade devido à inoculação da bactéria foi correlacionado não só com o aumento do N, mas também com outros nutrientes, como o P e K (HUNGRIA, 2011).

Estudos mostram que *Azospirillum* spp. também podem produzir fitormônios que estimulam o crescimento das raízes e, conseqüentemente, melhoram a absorção de água e nutrientes pelas plantas; e causam maior tolerância a estresses como salinidade e seca e a agentes patogênicos (VAN LOON et al., 1998; BASHAN et al., 2004; CORREA et al., 2008). Barassi et al. (2008) e Bashan et al. (2006) relatam a melhoria em parâmetros fotossintéticos das folhas, incluindo o teor de clorofila, pigmentos fotoprotetores auxiliares e condutância estomática, que resultariam em plantas mais verdes e sem estresse hídrico.

2.4 Uso e metabolismo de nitrogênio nas plantas

Os nutrientes minerais exercem papel importante no crescimento e produção das plantas, devido à participação nos processos bioquímicos ou fisiológicos. O nitrogênio (N) é um elemento essencial, pois possui função estrutural e está presente na composição das mais importantes biomoléculas, tais como proteínas, enzimas e materiais de transferência de energia, como a clorofila, coenzimas e nucleotídeos, assim como participa dos processos de atividade fotossintética, translocação de fotoassimilados, absorção iônica, respiração, multiplicação e diferenciação celular (FERREIRA et al., 2006; AZAMBUJA et al., 2015).

A quantidade de nitrogênio acumulado, a capacidade de absorção e da remobilização do nitrogênio em cada estágio fisiológico da planta fornecem informações importantes que podem auxiliar no programa de adubação das culturas e para planejar uma agricultura mais ecológica e eficiente (GRANGEIRO, 2006; BORGES et al., 2006).

No milho, o nitrogênio é o elemento absorvido em maiores quantidades, seguido de potássio, magnésio, fósforo, cálcio e enxofre. É absorvido durante todo o ciclo da cultura, mas a absorção varia durante o ciclo de desenvolvimento da planta. Normalmente, a quantidade absorvida aumenta progressivamente durante o período de crescimento vegetativo, atinge o máximo durante os estádios reprodutivos e diminui na fase de enchimento dos grãos (BREDEMEIER; MUNDSTOCK, 2000).

A eficiência de uso do nitrogênio é identificada como uma característica atribuída aos processos morfológicos, fisiológicos e bioquímicos que ocorrem nas plantas, quando há o uso desse elemento, considerando as perdas que geralmente ocorrem. Normalmente, menos de 50% do nitrogênio aplicado no solo é utilizado pelas culturas. As perdas no solo variam de acordo com as condições climáticas, tipo de solo, sistema de irrigação, sistema de manejo, e devido aos inúmeros processos aos quais o nitrogênio está sujeito, como lixiviação de nitrato,

volatilização de amônia e emissão de gás nitrogênio, óxido nitroso e outros óxidos de nitrogênio (SAMBORSKI; KOZAK; AZEVEDO, 2008; BERTOL et al., 2005)

Segundo Marenco e Lopes (2009), o nitrogênio é absorvido pelas raízes das plantas, nas formas de nitrato e amônia. O nitrato é a principal forma de absorção de N pelas plantas, devido ao amônio ser rapidamente oxidado a nitrato por bactérias nitrificadoras. Já em situações de estresse, o amônio é a forma predominante de absorção de N pelas plantas. A passagem de nitrato e amônio através da membrana plasmática das células da epiderme e do córtex da raiz ocorre através de transportadores específicos para essas formas de nitrogênio (FERNANDES; SOUZA, 2006).

Após a sua entrada na célula, ocorre a assimilação de N, o nitrato (NO_3^-) é reduzido a nitrito (NO_2^-), no citosol, através da enzima redutase do nitrato (RN) e, logo a seguir, convertido a amônio (NH_4^+) no plastídio (raízes) ou cloroplasto (folhas e tecidos verdes), através da enzima redutase do nitrito (RNi). O amônio é, então, incorporado em aminoácidos pelas enzimas glutamina sintetase (GS) e glutamato sintetase (GOGAT), formando glutamina (GLN), glutamato (GLU) e outros aminoácidos e seus metabólitos. A distribuição do nitrogênio nas plantas ocorre na forma de aminoácidos via floema. (CRAWFORD, 1995; ANDRADE NETTO, 2005).

Alternativamente, o nitrato pode ser armazenado no vacúolo, para posteriormente ser reduzido no citosol da célula ou translocado inalterado para a parte aérea da planta. (SILVA et al., 2011; TAIZ; ZEIGER, 2004).

O excesso de amônio no cloroplasto é prejudicial aos vegetais, pois compromete o fluxo de elétrons pela redução de gradiente de pH entre o estroma e o lúmen, e conseqüentemente, prejudica a produção de carboidratos. Portanto, para evitar seu acúmulo nos tecidos, a sua assimilação é rápida, com um eficiente sistema que funciona mesmo em baixas concentrações de amônio (SODEK, 2008).

A absorção de nitrogênio pode ser modulada pela disponibilidade energética para os processos de transporte de íons pelas membranas, os quais são dependentes de energia. Os carboidratos provindos da parte aérea disponibilizam a energia para esse processo. Quando há, por exemplo, a emissão de uma nova folha, parte dos carboidratos é direcionada para esse novo órgão, então, há uma diminuição na taxa de translocação desses compostos para o sistema radicular, que diminui a disponibilidade de energia nas raízes e a conseqüente redução da taxa de absorção de nitrogênio (VESSEY; RAPER; HENRY, 1990).

A quantidade de nitrogênio assimilado pelas plantas durante o seu ciclo depende da atividade das enzimas envolvidas no ciclo do nitrogênio e da disponibilidade de energia

necessária para os processos de assimilação. A exigência energética da assimilação do nitrogênio depende da fonte de nitrogênio (nitrato ou amônio) disponível às plantas e dos órgãos da planta onde ele é metabolizado. Esse processo é altamente exigente em energia, requerendo a transferência de 2 elétrons por NO_3^- convertido em NO_2^- , 6 elétrons por NO_2^- convertido em NH_4^+ e 2 elétrons e 1 ATP por molécula de NH_4^+ convertida em GLU. Portanto, a assimilação do NH_4^+ demanda menos energia, em comparação à assimilação do NO_3^- (BREDEMEIER; MUNDSTOCK, 2000).

Devido a essa vantagem energética, foram criados programas de seleção de linhagens de milho com maior eficiência na utilização do NH_4^+ . Já que as plantas supridas com amônio exigem menos energia para crescer, então, há maior produtividade líquida. Para isso, as plantas necessitam ter alta atividade das enzimas GS e GOGAT, para ter menor acumulação de NH_4^+ livre nos tecidos, já que este é tóxico em altas concentrações. O fertilizante amoniacal deve ser a forma do fertilizante aplicado ao solo e apresenta vantagens pelo fato do íon amônio ser fortemente adsorvido às partículas de solo, o que evita perdas por lixiviação e por ser a forma predominante de absorção de N pelas plantas em condições de estresse. (ALCANTARA et al., 2009).

2.5 Noni (*Morinda citrifolia* Linn.)

A planta *Morinda citrifolia* Linn., mais conhecida como noni, tem sido utilizada durante séculos na medicina tradicional dos povos polinésios. As folhas e especialmente seu fruto são consumidos sob diferentes formas (CHAN-BLANCO et al., 2006). Atualmente, o noni é encontrado em várias partes do mundo, como nas regiões tropicais da África, Caribe, Austrália, China, Malásia, Indonésia, Índia (LUBECK; HANNES, 2001), na América do Norte e do Sul (ROSS, 2001).

Dentre as características da planta, destaca-se a resistência às mais diversas condições de clima, solo e estresses ambientais. Cresce tanto em solos férteis, como em áreas de baixa fertilidade, em terras arenosas e em solos poucos profundos e rochosos (NUNES et al., 2009). Conforme descrito por Nelson e Elevitch (2006), é uma cultura tolerante aos efeitos salinos e alcalinos dos solos e se desenvolve em regiões de clima seco e úmido. Os frutos maduros são distribuídos por diversos animais incluindo morcegos. As sementes, que tem uma câmara de ar, também são distribuídas no curso das correntes oceânicas, o que tem contribuído para essa propagação e localização atual (MACPHERSON et al., 2007).

A fruticultura está em expansão e o mercado de frutas exóticas tem ganhado cada vez mais espaço no Brasil, tanto pela procura de alternativas por parte dos produtores, como pela busca de novas opções de frutas pelos consumidores (CORREIA, 2010). O preço do quilo dessa fruta alcançou valores elevados entre R\$ 15,00 e R\$ 20,00 reais, o que desencadeou uma corrida dos agricultores para cultivá-la.

Há alguns anos (década de 2000), houve um grande marketing do suco noni no Brasil (MULLER et al., 2007). O fruto foi introduzido como uma matéria-prima de forte apelo comercial devido a todas as características e benefícios relacionados ao seu consumo (SILVA et al., 2009). O suco de noni apresenta alta demanda na medicina alternativa, devido seus prováveis efeitos antioxidantes e anti-inflamatórios no combate de diferentes tipos de doenças como câncer, aterosclerose, diabetes, úlcera e outros (WANG et al., 2002; SU et al., 2005). Entretanto, as evidências científicas para os benefícios do suco dessa fruta ainda são limitadas. Portanto, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) proibiu a comercialização de produtos contendo noni como alimento no Brasil em 2007, com o intuito de proteger e promover a saúde da população (BRASIL, 2007), pois as informações sobre a composição físico-química e teor nutritivo do produto não são suficientes para garantir a segurança do seu consumo (CORREIA, 2010).

Apesar das restrições da ANVISA, muitos plantios dessa espécie continuaram com a produção de frutos, que além de ser uma planta bastante precoce, após ter iniciado a produção, fornece frutos o ano inteiro (NELSON; ELEVITCH, 2006). Dependendo do programa de tecnologia pós-colheita adotado, os frutos podem ser colhidos em diferentes estádios de maturação e continuam a amadurecer, sendo assim, o noni é um fruto climatérico, que pode ser colhido verde sem afetar a continuidade da maturação fisiológica. Segundo McKoy, Thomas e Simon (2002) a mudança de cor verde para amarelo esbranquiçado ocorre quando o fruto estiver totalmente maturado, estando pronto para o consumo quando a casca estiver cerosa e semi-translúcida, essa mudança ocorre muito rapidamente (poucas horas), a polpa praticamente liquefaz e ocorre o desenvolvimento do característico cheiro butírico (CHAN-BLANCO et al., 2006).

Segundo Chitarra e Chitarra (2005), as perdas pós-colheita podem ser definidas como aquelas que ocorrem em virtude da falta de comercialização ou do não consumo do produto em tempo hábil. Isso pode ocorrer devido aos danos nos frutos no ato da colheita, no local da produção, e aos danos decorrentes do transporte, armazenamento, processamento e/ou comercialização do produto vendável. Tais perdas podem ocorrer em número expressivo e representam gasto de recursos utilizados na produção, como água e energia. Os frutos do noni

que apresentam perdas pós-colheita podem, portanto, ser aproveitados como resíduos sólidos da agricultura em compostos orgânicos e na produção de biofertilizantes.

Para tanto, é necessário conhecer a composição química dos frutos dessa espécie. A fruta contém 90% de água e os principais componentes da matéria seca, são sólidos solúveis, fibras alimentares e proteínas (CHAN-BLANCO et al., 2006).

Durante o amadurecimento dos frutos ocorre o aumento progressivo do teor de sólidos solúveis totais, em decorrência da transformação dos polissacarídeos insolúveis em açúcares solúveis (MELO et. al., 2000). Os principais açúcares solúveis presentes em frutos são glicose, frutose e sacarose, e o teor de açúcares normalmente constituem de 65 a 85 g.100 g⁻¹ do teor de sólidos solúveis totais.

O teor de proteína do fruto é 11,3% da matéria seca a partir do suco e os aminoácidos principais são o ácido aspártico, ácido glutâmico e isoleucina (CHUNHIENG, 2003). Também é verificada elevada porcentagem de minerais: 8,4% da matéria seca, e os principais são o potássio, enxofre, cálcio e fósforo. As principais vitaminas encontradas no fruto são a vitamina C (ácido ascórbico), que é amplamente relacionada com a atividade antioxidante em frutas, e provitamina A (CHAN-BLANCO et al., 2006).

Os conteúdos de etanol de 2663mg/L e os 658 mg/L de ácido lático sugerem que o noni apresenta uma fermentação durante o amadurecimento (CHAN-BLANCO et al., 2007), fator ideal para formulação de biofertilizantes.

REFERÊNCIAS

ALCANTARA, R. M. C. M de; SOUSA, S. R. de; XAVIER, G. R.; ROCHA, M. de M.; RUMJANEK, N. G. **Mecanismos bioquímicos, fisiológicos e moleculares relacionados com a eficiência de uso de nitrogênio em leguminosas e gramíneas**. Teresina: Embrapa Meio Norte, 2009. 39 p. (Documentos / Embrapa Meio-Norte, ISSN 0104- 866X; 195).

ALVES, G.S.; SANTOS, D; SILVA, J.A.; NASCIMENTO, J. A. M; CAVALCANTE, L.F.; DANTAS, T.A.G. Estado nutricional do pimentão cultivado em solo tratado com diferentes tipos de biofertilizantes. **Revista Acta Scientiarum**, v. 31, p.661-665, 2009.

ANDRADE NETTO, J. F. **Atividade das enzimas redutase do nitrato e glutamine sintetase em cafeeiro arábica**. 2005. 60 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

ARAÚJO JÚNIOR, B. B.; MELO, A. E.; MATIAS, J. N. R.; FONTES, M. A. Avaliação de variedades crioulas de milho para produção orgânica no semiárido potiguar. **Holos**, v. 3, p. 102-108, 2015.

AZAMBUJA, L. O.; BENETT, C. G. S.; BENETT, K. S. S.; COSTA, E. Produtividade da abobrinha ‘Caserta’ em função do nitrogênio e gel hidrorretentor. **Científica**, Jaboticabal, v.43, n.4, p.353-358, 2015.

BARASSI, C.A.; SUELDO, R.J.; CREUS, C.M.; CARROZZI, L.E.; CASANOVAS, W.M.; PEREYRA, M.A. Potencialidad de *Azospirillum* en optimizer el crecimiento vegetal bajo condiciones adversas. In: CASSÁN, F.D.; GARCIA DE SALAMONE, I. ***Azospirillum sp.*: cell physiology, plant interactions and agronomic research in Argentina**. Argentina: Asociación Argentina de Microbiología, 2008. p.49-59.

BASHAN, Y.; BUSTILLOS, J. J.; LEYVA, L. A.; HERNANDEZ, J. P.; BACILIO, M. Increase in auxiliary photoprotective photosynthetic pigments in wheat seedlings induced by *Azospirillum brasilense*. **Biology and Fertility of Soils**, v. 42, p. 279-285, 2006.

BASHAN, Y.; HOLGUIN, G.; DE-BASHAN, L. E. *Azospirillum*–plant relationships: physiological, molecular, agricultural, and environmental advances (1997–2003). **Canadian Journal of Microbiology**, v. 50, p. 521-577, 2004.

BERTOL, O. J.; RIZZI, N. E.; FAVARETTO, N.; LAVORANTI, O. J. Perdas de nitrogênio via superfície e subsuperfície em sistema de semeadura direta. **Floresta**, Curitiba, v. 35, n. 3, set-dez, 2005.

BEZERRA, L. L.; SILVA FILHO, J. H. da; ANDRADE, R.; FERNANDES, D.; MADALENA, J. A. da S. Avaliação da aplicação de biofertilizante na cultura do milho: Crescimento e Produção. **Revista Verde**, Mossoró, v.3, n.3, p, 131-139, jul-set, 2008.

BORGES, E. de A. et al. Acúmulo e remobilização de nitrogênio em variedades de milho. **Revista Caatinga**. Mossoró, v. 19, n. 3, p. 278-286, jul-set, 2006.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Esclarecimentos sobre a comercialização do suco de fruta noni (*Morinda citrifolia*)**. Informe técnico no 25, de 29 de maio de 2007. 2007. Disponível em: http://www.anvisa.gov.br/alimentos/informes/25_290507. Acesso em: 13/02/2016.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). **Mercado brasileiro de orgânicos deve movimentar R\$ 2,5 bi em 2016**. 2015. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/comunicacao/noticias/2015/09/mercado-brasileiro-de-organicos-deve-movimentar-rs-2-bi-em-2016>. Acesso em: 17/03/2016.

BREDEMEIER, C.; MUNDSTOCK, C. M. Regulação da absorção e assimilação do nitrogênio nas plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 2, p. 365-372, 2000.

CHAN-BLANCO, Y.; VAILLANT, F.; PEREZ, A. M.; BELLEVILLE, M.; ZUNIGA, C.; BRAT, P. The ripening and aging of noni fruits (*Morinda citrifolia* L.): microbiological flora and antioxidant compounds. **Journal of The Science of Food and Agriculture**, London, v. 87, n. 9, p. 1710-1716, Jul. 2007.

CHAN-BLANCO, Y.; VAILLAN, F.; PEREZ, A. M.; REYNES, M.; BRILLOUET, J.; BRAT, P. The noni fruit (*Morinda citrifolia* L.): A review of agricultural research, nutritional and therapeutic properties. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 19, n. 6-7, p. 645-654, set-nov, 2006.

CHITARRA, A. B.; CHITARRA, M. I. F. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2.ed. Lavras: UFLA, 2005. 783p.

CHUNHIENG, T. **Developpement de nouveaux neutraceutiques a partir de graines et fruits d'origine tropicale: application a la noix du Bresil Bertholettia excelsa et au fruit de Cambodge *Morinda citrifolia***. 2003. 181 f. Tese (Doutorado em Processamento e biotecnologia em alimentos) – Nancy-Université, França, 2003.

CORREA, O.S.; ROMERO, A.M.; SORIA, M.A.; DE ESTRADA, M. *Azospirillum brasilense*-plant genotype interactions modify tomato response to bacterial diseases, and root and foliar microbial communities. In: CASSÁN, F.D.; GARCIA DE SALAMONE, I. *Azospirillum sp.*: cell physiology, plant interactions and agronomic research in Argentina. Argentina: Asociación Argentina de Microbiología, 2008. p.87-95.

CORREIA, A. A. da S. **Maceração enzimática da polpa de noni (*Morinda citrifolia* L.)**. 2010. 105 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceara, Fortaleza, 2010.

CRAWFORD, N. M. Nitrate: nutrient and signal for plant growth. **The Plant Cell**, Rockville, v. 7, n. 7, p. 859-868, 1995.

DAROLT, M. R. **Agricultura orgânica: inventando o futuro**. Londrina: IAPAR. 2002.

DELGADO, A. et al. Phosphorus fertilizer recovery from calcareous soils amended with humic and fulvic acids. **Plant and soil**, v. 245, n. 3, p. 277-286, 2002.

DÖBEREINER, J.; MARRIEL, I.; NERY, M. Ecological distribution of *Spirillum lipoferum* Beijerinck. **Canadian Journal of Microbiology**, v. 22, p. 1464–1473, 1976.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. Ecofisiologia e fenologia. In: FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000. p. 21-54.

FERNANDES, A. L. T.; TESTEZLAF, R. Fertirrigação na cultura do melão em ambiente protegido, utilizando-se fertilizantes organominerais e químicos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 6, n. 1, p. 45-50, 2003.

FERNANDES, M. S.; SOUZA, S. R. Absorção de nutrientes. In: FERNANDES M. S. **Nutrição Mineral de Plantas**. 1 ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v. 1, 2006. p. 115-152.

FERREIRA, M. M. M.; FERREIRA, G. B.; FONTES, P. C. R.; DANTAS, J. P. Qualidade do tomate em função de doses de nitrogênio e da adubação orgânica em duas estações. **Horticultura Brasileira**, v. 24, n. 2, p. 141-145, 2006.

FERREIRA, A. S.; PIRES, R. R.; RABELO, P. G.; OLIVEIRA, R. C.; LUZ, J. M. Q.; BRITO, C. H. Implications of *Azospirillum brasilense* inoculation and nutriente addition on maize in soils of the Brazilian Cerrado under greenhouse and field conditions. **Applied Soil Ecology**, v. 72, p. 103-108, 2013.

FREGOSO, M. J. S.; FERRERA, R.; ETCHEVERS, J.; ALCÁNTAR, G.; SANTOS, J.; GÓMEZ, L.; PEREYDA, G. Producción de biofertilizantes mediante biodigestión de excreta líquida de cerdo. **Terra Latinoamericana**, v. 19, n. 4, p. 353-362, out-dez, 2001.

GRANGEIRO LC; COSTA KR; MEDEIROS MA; SALVIANO AM; NEGREIROS MZ; BEZERRA NETO F; OLIVEIRA SL. Acúmulo de nutrientes por três cultivares de alface cultivadas em condições do semi-árido. **Horticultura Brasileira**, v. 24, p. 190-194, 2006.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R.; SOUZA, E.; PEDROSA, F. Inoculation with selected strains of *Azospirillum brasilense* and *A. lipoferum* improves yields of maize and wheat in Brazil. **Plant Soil**. v. 331, p. 413–425, 2010.

HUNGRIA, M. **Inoculação com *Azospirillum brasiliense*: inovação em rendimento a baixo custo**. Londrina: Embrapa Soja, 2011. 36p. (Documentos/Embrapa Soja, ISSN 2176-2937, n. 325)

KIEHL, E. J. **Novos fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Ed. Desgaspari, 2010. 248p.

LIMA, J. G. A.; VIANA, T. V. de A.; SOUSA, G. G. de; WANDERLEY, J. A. C.; PINHEIRO NETO, L. G.; AZEVEDO, B. M. de. Crescimento inicial do milho fertirrigado com biofertilizante. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v. 8, n. 1, p. 39-44, jan-mar, 2012.

LOPEZ, M. R. **Comportamento químico e microbiológico no biofertilizante tipo Supermagro**. 2013. 52 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

LUBECK, W.; HANNES, H. **Noni el valioso tesoro de los mares del sur**. Madrid: EDAF S.A., 2001. 173p.

MACIEL, M. **A horta orgânica profissional**. São Francisco do Sul: Ed. Solo vivo, 2000. 140p.

MACPHERSON, H.; DANIELLS, J.; WEDDING, B.; DAVIS, C. **The potential for a new value adding industry for noni tropical fruit producers**. Australia: Rural Industries Research and Development Corporation, 2007. 55p.

MARENCO, R. A.; LOPES, N. F. **Fisiologia Vegetal**: Fotossíntese, respiração relações hídricas e nutrição mineral. 3ª ed. Viçosa: Editora UFV, 2009. 486p.

MARROCOS, S. de T. P.; NOVO JUNIOR, J.; GRANGEIRO, L. C.; AMBROSIO, M. M. de Q.; CUNHA, A.P.A.da. Composição química e microbiológica de biofertilizantes em diferentes tempos de decomposição. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 25, n. 4, p. 34-43, outubro, 2012.

McKOY, M. G.; THOMAS, E. A.; SIMON, O. R. Preliminary investigation of the anti inflammatory properties of an aqueous extract from *Morinda citrifolia* (noni). **Proceedings of the Western Pharmacology Society**, v. 45, p. 76-78, 2002.

MEDEIROS, M. B.; LOPES, J. S. Biofertilizantes líquidos e sustentabilidade agrícola. **Bahia Agrícola**, Salvador, v. 7, n. 3, p. 24-26, 2006.

MEIRELLES, L. Produção e comercialização de hortaliças orgânicas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 1, n.1, p. 205-210, 1997.

MELO, E. A.; LIMA, V. L. A. G.; NASCIMENTO, P. P. Temperatura no armazenamento de pitanga. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, n. 4. p. 629-634, 2000.

MICHEREFF, S. J.; BARROS, R. **Proteção de plantas na agricultura sustentável**. Recife: UFRPE, Imprensa Universitária, 2001. 368 p.

MONTEZANO, E. M.; PEIL, R.M.N. Sistemas de consórcio na produção de hortaliças. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 12, n. 2, p. 129 -132, abr-jun, 2006.

MORAES, S. R. G.; CAMPOS, V. P.; POZZA, E. A. FONTANETTI, A.; CARVALHO, G. J.; MAXIMINIANO, C. Influência de leguminosas no controle de fitonematóides no cultivo orgânico de alface americana e de repolho. **Fitopatologia Brasileira**, v. 31, n. 2, p. 188-191, mar-abr, 2006.

MULLER, J. C. **Toxicidade reprodutiva da *Morinda citrifolia* Linn**. 2007. 103 f. Dissertação (Mestrado em Farmacologia) - Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

NELSON, S. C.; ELEVITCH, C. R. **Noni: the complete guide for consumers and growers**. Holualoa-Hawaii: Permanent Agriculture Resources, 2006. 104p.

NUNES, E. N.; MONTENEGRO, I. N. de A.; NASCIMENTO, D. A. M. do; SILVA, D. A. da; NASCIMENTO, R. do. Análise de crescimento e assimilação de nitrogênio em plantas de milho (*Zea mays* L.). **Revista Verde**, Mossoró, v. 8, n. 4, p. 72-76, out-dez, 2013.

NUNES, J. C.; CAVALCANTE, L. F.; REBEQUI, A. M.; LIMA NETO, A. J. ; DINIZ, A. A.; SILVA, J. J. M.; BREHM, M. A. S. Formação de mudas de noni sob irrigação com águas salinas e biofertilizante no solo. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v. 6, n. 2, p. 451-463, 2009.

OGBO, F. C. Conversion of cassava wastes for biofertilizer production using phosphate solubilizing fungi. **Bioresource Technology**, v. 101, p. 4120-4124, 2010.

PENTEADO, S. R. **Adubação orgânica**. Campinas, Ed. Via Verde agroecológica. 2006. 50p.

RICCI, M. dos S. F.; NEVES, M. C. P. **Cultivo do Café Orgânico**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2004. 95 p. (Embrapa Agrobiologia. Sistemas de Produção, 2).

RIVERA-CRUZ, M. del C.; NARCÍA, A. T.; BALLONA, G. C.; KOHLER, J.; CARAVACA, F.; ROLDÁN, A. Poultry manure and banana waste are effective biofertilizer carriers for promoting plant growth and soil sustainability in banana crops. **Soil Biology & Biochemistry**, v. 40, p. 3092-3095, 2008.

RODRIGUES, J. S. **Frequência e doses de biofertilizante na fertirrigação da cultura do milho (*Zea mays* L.) no Vale do São Francisco**. 2014. 72 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal do Vale do São Francisco, Juazeiro, 2014.

ROEL, A.R. A agricultura orgânica ou ecológica e a sustentabilidade da agricultura. **Interações: Revista Internacional de Desenvolvimento Local**, v. 3, n. 4, p. 57-62, 2002.

ROSS, I. A. **Medical plants of the world, chemical constituents, traditional and modern medical uses**. 2.ed. New Jersey: Humana Press, 2001. 242p.

SAMBORSKI, S.; KOZAK, M.; AZEVEDO, R. A. Does nitrogen uptake affect nitrogen uptake efficiency, or vice versa? **Acta Physiologiae Plantarum**, Heidelberg, v. 30, n. 4, p. 419-420, 2008.

SANTOS, A. C. V. **Biofertilizante Líquido: o defensivo agrícola da natureza**. Niterói: EMATER-RJ, 1992.16 p.

SANTOS, A. C. V.; AKIBA, F. **Biofertilizantes líquidos: uso correto na agricultura alternativa**. Seropédica: UFRRJ, Impr. Univer. 1996. 35 p.

SANTOS, J. O. dos; SANTOS, R. M. de S.; BORGES, M. da G. B.; FERREIRA, R. T. F. V.; SALGADO, A. B.; SANTOS SEGUNDO, O. A. dos. A evolução da agricultura orgânica. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, Pombal, v. 6, n. 1, p. 35-41, jan-dez, 2012.

SILVA, L. R. D.; MEDEIROS, P. V. Q. D.; LEITE, G. A.; SILVA, K. J. P.; MENDONÇA, V.; SOUSA, J. A. D.; SILVA, M. S. **Caracterização físico-química do fruto de Noni (*Morinda citrifolia* L.)**. 2009. Disponível em <http://sengepb.com.br/site/wpcontent/uploads/2009/12/t024.pdf.pdf>. Acesso em: 07/05/2015.

SILVA, S. M.; OLIVEIRA, L. J.; FARIA, F. P.; REIS, E. F. dos; CARNEIRO, M. A. C.; SILVA, S. M. da. Atividade da enzima nitrato redutase em milho cultivado sob diferentes níveis de adubação nitrogenada e potássica. **Ciência Rural**, v. 41, n. 11, Santa Maria, 2011.

SODEK, L. Metabolismo do nitrogênio. In: KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal**. 2.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. cap. 4, p. 65-81.

SOLINO, A. J. S.; FERREIRAS, R. O.; FERREIRA, R. L. F.; NETO, S. E. A.; NEGREIRO, J. R. S. Cultivo orgânico de rúcula em plantio direto sob diferentes tipos de coberturas e doses de composto. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 23, n. 2, p. 18-24, abr-jun, 2010.

SOUSA, G. G. de; MARINHO, A. B.; ALBUQUERQUE, A. H. P.; VIANA, T. V. de A.; AZEVEDO, B. M. de. Crescimento inicial do milho sob diferentes concentrações de biofertilizante bovino irrigado com águas salinas. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 2, p. 237-245, abr-jun, 2012.

SU, B.; PAWLUS, A. D.; JUNG, H.; KELLER, J. K.; MCLAUGHLIN, J. L.; KINGHORN, D. Chemical constituents of the fruits of *Morinda citrifolia* (noni) and their antioxidant activity. **Journal of Natural Products**, v. 68, n. 4, p. 592-595, 2005.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.

VAN LOON, L.C.; BAKKER, P.A.H.M.; PIETEERSE, C.M.J. Systemic resistance induced by rhizosphere bacteria. **Annual Review of Phytopathology**, n. 36, p. 453-483, 1998.

VESSEY, J. K. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. **Plant and Soil**, v.255, n. 2, p. 571-586, 2003.

VESSEY, J. K.; RAPER, C. D.; HENRY, L. T. Cyclic variations in nitrogen uptake rate in soybean plants: uptake during reproductive growth. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 41, n. 233, p. 1579-1584, 1990.

WANG, M. Y.; WEST, B.; JENSEN, C. J.; NOWICKI, D.; SU, C., PALU, A. K., ANDERSON, G. *Morinda citrifolia* (Noni): A literature review and recent advances in Noni research. **Acta Pharmacologia Sinica**, v. 23, n. 12, p. 1127-1141, 2002.

WU, S. C.; CAO, Z. H.; LI, Z. G.; CHEUNG, K. C.; WONG, M. H. Effects of biofertilizer containing N-fixer, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth: a greenhouse trial. **Geoderma**, n. 125, p. 155-166, 2005.

YADEGARI, M.; FARAHANI, G. H. N.; MOSADEGHZAD, Z. Biofertilizers effects on quantitative and qualitative yield of Thyme (*Thymus vulgaris*). **African Journal of Agricultural Research**, v. 7, n. 34, p.4716-4723, 2012.

**EFICIÊNCIA DE USO DE NITROGÊNIO EM MILHO SOB APLICAÇÃO DE
BIOFERTILIZANTE COM NONI E RIZOBACTÉRIAS**

CAPÍTULO II

EFICIÊNCIA DE USO DE NITROGÊNIO EM MILHO SOB APLICAÇÃO DE BIOFERTILIZANTE COM NONI E RIZOBACTÉRIAS

RESUMO – O biofertilizante é usado como alternativa para a adubação nitrogenada de plantas e promove uma produção sustentável. O objetivo desse estudo foi testar a hipótese de que biofertilizantes produzidos com frutos de noni em substituição ao esterco bovino, e com adição de bactérias fixadoras de nitrogênio, podem melhorar os componentes de produção e a eficiência de uso de nitrogênio no cultivo de milho em manejo orgânico. Para isso foi realizado um experimento em condições de campo, em esquema fatorial 2 x 5 + 1, com delineamento em blocos ao acaso, com quatro repetições. O primeiro fator foi constituído por: biofertilizantes sem (S.B.) ou com adição de bactéria *Azospirillum brasilense* (C.B.). E, o segundo fator foi composto por cinco substituições gradativas do esterco bovino por frutos de noni nos biofertilizantes: BIOF. 0N:100E = 0% de noni: 100% de esterco; BIOF. 25N:75E = 25% de noni: 75% de esterco; BIOF. 50N:50E = 50% de noni: 50% de esterco; BIOF. 75N:25E = 75% de noni: 25% de esterco; BIOF. 100N:0E = 100% de noni: 0% de esterco. Também houve um tratamento adicional, sem aplicação de biofertilizante. A aplicação dos biofertilizantes aumentou a produção de plantas de milho. A adição da bactéria no biofertilizante aumentou a remobilização de nitrogênio para os grãos. A substituição total de esterco bovino por frutos de noni no biofertilizante obteve maior eficiência de uso de nitrogênio e maior teor de amônio nas folhas no estágio de antese do milho.

Palavras-chave: Agricultura orgânica. Fixação de nitrogênio. *Zea mays* L.. *Morinda citrifolia* Linn.. *Azospirillum brasilense*.

NITROGEN USE EFFICIENCY IN MAIZE UNDER APPLICATION OF BIOFERTILIZER WITH NONI AND RHIZOBACTERIA

ABSTRACT – The biofertilizer is used as alternative to nitrogen fertilizer plants and promotes sustainable farming. The aim of this study was to test the hypothesis that biofertilizers made with fruit noni replacing cattle manure, and with addition of nitrogen fixer bacteria, can improve the yield components and nitrogen use efficiency in maize crop in organic management. For this, an experiment was conducted under field conditions, in a factorial 2 x 5 + 1, with a randomized block design with four replicates. The first factor was

35 constituted by: biofertilizers without (S.B.) or with the addition of bacteria *Azospirillum*
36 *brasilense* (C.B.). And the second factor was composed of five gradual replacement of cattle
37 manure for fruit of noni in biofertilizers: BIOF. 0N:100E = 0% noni: 100% manure; BIOF.
38 25N:75E = 25% noni: 75% manure; BIOF. 50N:50E = 50% noni: 50% manure; BIOF.
39 75N:25E = 75% noni 25% manure; BIOF. 100N:0E = 100% noni: 0% manure. There was
40 also used an additional treatment without application of biofertilizer. The application of
41 biofertilizer increased yield of maize plants. The addition of the bacteria in biofertilizer
42 increased nitrogen remobilization to the grain. Total replacement of cattle manure by noni
43 fruit in biofertilizer got greater nitrogen use efficiency and higher ammonium content in the
44 leaves at anthesis of maize.

45

46 **Keywords:** Organic agriculture. Nitrogen fixation. *Zea mays* L.. *Morinda citrifolia* Linn..
47 *Azospirillum brasilense*.

48

49

50 INTRODUÇÃO

51

52 O nitrogênio (N) é o nutriente mais requerido, o que mais influencia a produtividade e
53 de maior custo para a cultura do milho (BASTOS et al., 2008). Devido à baixa fertilidade
54 natural dos solos das regiões tropicais, a disponibilidade de N no solo costuma ser baixa, o
55 que impede que a planta de milho expresse todo seu potencial genético (OLIVEIRA et al.,
56 2013). Para o crescimento de variedades melhoradas para alta produtividade, é comum o
57 agricultor usar adubação mineral, com aplicação de altas doses de fertilizantes nitrogenados
58 (SODEK, 2008). Portanto, o manejo correto da adubação de cobertura é essencial para
59 aumentar a eficiência de uso de N, minimizar os custos de produção e alcançar altas
60 produtividades, com maior sustentabilidade (FARINELLI; LEMOS, 2012). Devido a sua
61 importância, estudos são realizados para maximizar a eficiência do uso de N, diminuir suas
62 perdas no solo, bem como melhorar a absorção e o metabolismo deste nutriente no interior da
63 planta.

64 Uma opção para suprir essas exigências nutricionais, que contribui para a produção de
65 alimentos livres de agrotóxicos, preservação ambiental e sustentabilidade a longo prazo, é a
66 adubação orgânica, via aplicação de biofertilizantes líquidos (SANTOS et al., 2012; RISSO et
67 al., 2015). A técnica consiste na decomposição de compostos orgânicos com microrganismos,
68 a partir da digestão anaeróbica ou aeróbica, para maior disponibilidade de nutrientes. Não

69 existe formulação padrão para o preparo de biofertilizantes, logo, podem variar quanto a
70 origem da matéria prima, a concentração, os microrganismos e o período de decomposição
71 (MARROCOS et al, 2012). Segundo Bezerra et al. (2008), a cultura do milho responde bem a
72 aplicação de biofertilizantes, com melhor desempenho na produção.

73 Estudos revelam que as rizobactérias do gênero *Azospirillum* são bactérias de vida livre
74 promotoras de crescimento que podem estimular o crescimento das plantas e a produção de
75 grãos, por meio da capacidade de fixação biológica de N quando associadas com gramíneas.
76 A inoculação de *Azospirillum brasilense* possibilita a redução de aplicação de fertilizantes
77 nitrogenados, sendo viável para redução de custos e de impactos ambientais (HUNGRIA;
78 NOGUEIRA; ARAÚJO, 2016). Morais et al. (2016) encontraram aumento de produção de
79 milho com aplicação de *Azospirillum brasilense* associada a adubação nitrogenada. Os
80 biofertilizantes, por sua vez, apresentam eficácia como inoculantes de bactérias fixadoras de
81 N, pois apresentam alto teor de matéria orgânica e de nitrogênio, baixo custo e ausência de
82 toxicidade (RIVERA-CRUZ et al., 2008).

83 Segundo Rivera-Cruz et al. (2008), o esterco animal costuma ser o principal
84 componente dos biofertilizantes, no entanto, esse substrato pode conter organismos
85 patogênicos, antibióticos e fitotoxicidade. Logo, é necessário estudar outras alternativas de
86 fontes de matéria orgânica para biofertilizantes. O noni (*Morinda citrifolia*) é uma planta
87 exótica, que passou a ser cultivada e comercializada no Brasil, principalmente por causa das
88 suas propriedades medicinais e de fácil adaptação às diferentes condições edafo-climáticas
89 (SOUTO et al., 2013). Devido ao rápido amadurecimento e à atual falta de demanda
90 comercial, os frutos de noni geralmente constituem resíduos orgânicos e são potencial fonte
91 de matéria orgânica para biofertilizantes.

92 Diante do exposto, o objetivo do trabalho foi testar a hipótese de que biofertilizantes
93 produzidos com frutos de noni em substituição ao esterco bovino, e com adição de bactérias
94 fixadoras de nitrogênio (*Azospirillum brasilense*), podem melhorar os componentes de
95 produção e a eficiência de uso de nitrogênio no cultivo de milho sob manejo orgânico.

96

97

98 MATERIAL E MÉTODOS

99

100 O experimento foi realizado no período de março a junho de 2015 na área experimental
101 da Empresa Alimentum Ltda., certificada para a produção orgânica, em São Luís/MA
102 (coordenadas geográficas: 2° 64' S e 44° 20' W). O clima da região é Aw' na classificação de

103 Koppen (tropical úmido com duas estações definidas: uma chuvosa que se estende de janeiro
 104 a junho e outra seca, de julho a dezembro). A média anual de pluviosidade é de 2.000 mm e a
 105 temperatura média é de 27 °C. O solo da área experimental é classificado como ARGISSOLO
 106 VERMELHO-AMARELO Distrófico arênico, com textura franco-arenosa (EMBRAPA,
 107 2013). Antes da instalação do experimento foram coletadas amostras de solo, na profundidade
 108 de 0-20 cm para a caracterização química, conforme metodologia descrita por Van Raij et al.
 109 (1997) (Tabela 1).

110

111 **Tabela 1.** Caracterização química do solo no momento da implantação do experimento

pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	S.B.	H+Al	CTC	V
	g dm ⁻³	mg dm ⁻³	----- mmol _c dm ⁻³ -----						%
5,2	30	495	2,2	35	15	52,2	11	63,2	83

112 Métodos de extração: M.O.: H₂SO₄; pH: Solução de CaCl₂; P, K, Ca, Mg: Resina; H+Al:

113 Tampão SMP

114

115 Os tratamentos foram arranjos no esquema fatorial 2 x 5 + 1, no delineamento em
 116 blocos ao acaso e com quatro repetições. O primeiro fator foi constituído por: biofertilizantes
 117 sem (S.B.) ou com adição de bactéria *Azospirillum brasilense* (C.B.). E, o segundo fator foi
 118 composto por cinco substituições gradativas do esterco bovino por frutos de noni nos
 119 biofertilizantes: BIOF. 0N:100E = 0% de noni: 100% de esterco; BIOF. 25N:75E = 25% de
 120 noni: 75% de esterco; BIOF. 50N:50E = 50% de noni: 50% de esterco; BIOF. 75N:25E =
 121 75% de noni: 25% de esterco; BIOF. 100N:0E = 100% de noni: 0% de esterco. Ainda foi
 122 utilizado um tratamento adicional, sem aplicação de biofertilizante (testemunha). A parcela
 123 experimental foi de 2,5 m x 4m, constituída por cinco linhas. As duas linhas laterais e 0,5 m
 124 das extremidades das linhas centrais foram consideradas bordadura. Portanto, a área total do
 125 experimento era de 440 m².

126 Os biofertilizantes líquidos foram preparados sob fermentação anaeróbica, durante 40
 127 dias. Em recipiente plástico de 10 L, foram misturados para obtenção de biofertilizante padrão
 128 (BIOF. 0N:100E): 2 kg de esterco bovino; 0,2 kg de cana triturada; 0,1 kg de cinzas de
 129 madeira; 0,1 kg de fosfato natural; 0,04 kg de ácido bórico; 0,04 kg de sulfato de zinco e 0,2 L
 130 de leite bovino. Após a homogeneização dos componentes, o volume foi completado com 8L
 131 de água e o recipiente foi hermeticamente fechado. Na parte superior do recipiente foi feito
 132 um respirador com uma mangueira de 5 mm de diâmetro, com a ponta submersa em

133 recipiente com água, para liberação de gases resultantes da fermentação. Para as demais
 134 formulações de biofertilizantes (BIOF. 25N:75E; BIOF. 50N:50E; BIOF. 75N:25E e BIOF.
 135 100N:0E), houve a substituição gradativa da quantidade de massa fresca de esterco bovino
 136 por frutos descartados de noni, e os demais componentes foram mantidos nas mesmas
 137 quantidades. A adição de *Azospirillum brasilense* nos biofertilizantes, na forma de inoculante
 138 líquido com concentração de 1×10^8 cfu mL⁻¹, foi de 50 mL para cada galão de 10 L, o que
 139 correspondeu a aplicação de 500 mL ha⁻¹, conforme recomendação do laboratório que
 140 desenvolve o produto. Foi realizada análise química dos diferentes biofertilizantes formulados
 141 e dos seus componentes (Tabela 2).

142

143 **Tabela 2.** Caracterização química dos biofertilizantes líquidos formulados para aplicação no
 144 experimento e de seus componentes

Biofertilizantes	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Zn	Cu	Mn	
	----- g L ⁻¹ -----					----- mg L ⁻¹ -----				
BIOF. 0N:100E S.B.	1,26	0,38	1,17	0,46	0,09	20,74	270,65	0,08	-	
BIOF. 25N:75E S.B.	0,98	0,18	1,29	0,35	0,04	15,87	238,95	-	-	
BIOF. 50N:50E S.B.	0,70	0,24	1,30	0,44	0,07	46,40	513,37	-	-	
BIOF. 75N:25E S.B.	0,67	0,17	1,47	0,42	0,10	19,93	141,09	-	-	
BIOF. 100N:0E S.B.	0,45	0,17	1,06	0,47	0,06	18,70	387,80	-	-	
BIOF. 0N:100E C.B.	0,95	0,31	0,89	0,41	0,06	23,25	430,50	-	-	
BIOF. 25N:75E C.B.	0,88	0,04	1,51	0,38	0,09	25,38	119,03	-	-	
BIOF. 50N:50E C.B.	0,85	0,06	0,76	0,46	0,06	25,96	580,36	8,20	-	
BIOF. 75N:25E C.B.	0,63	0,04	0,83	0,25	-	25,65	74,49	-	-	
BIOF. 100N:0E C.B.	0,67	0,08	1,42	0,40	0,06	29,34	438,47	2,69	-	
	----- g kg ⁻¹ -----					----- mg kg ⁻¹ -----				
Fruto de noni	12,94	1,41	7,85	1,02	0,49	42,41	5,31	130,73	-	
Esterco bovino	7,80	2,95	6,50	3,24	1,14	3038,60	39,25	6,39	31,29	
Cinzas de madeira	1,70	2,61	8,05	12,35	3,21	502,42	0,40	75,70	52,14	
Cana-de-açúcar	5,30	1,30	1,51	1,12	0,62	69,94	7,05	-	3,30	

145

146 A adubação de fundação foi 42 kg ha⁻¹ de N; 30 kg ha⁻¹ de P e 47 kg ha⁻¹ de K, com a
 147 aplicação de 6 t ha⁻¹ de esterco bovino; 100 kg ha⁻¹ de fosfato natural e 1 t ha⁻¹ de cinzas de
 148 madeira. Na semeadura foi utilizado o milho híbrido AG 1051, com plantio de duas sementes
 149 em sulcos, e posterior desbaste aos 14 dias após a semeadura (DAS), no espaçamento de 0,5 x

150 0,4 m, para um estande de 50.000 plantas ha⁻¹. A aplicação dos biofertilizantes via solo em
151 plantas de milho correspondeu a um volume de calda de 400 L ha⁻¹, com diluição em água a
152 20%, no V4 (18 DAS), V6 (28 DAS), V8 (37 DAS) e V10 (44 DAS) das plantas de milho.

153 No estágio de antese, aos 64 DAS, foram avaliados: altura de plantas (cm), medida pela
154 distância vertical da superfície do solo ao ponto de inserção da última folha de cinco plantas
155 de milho da área útil de cada parcela com uso de trena graduada; e índice de área foliar (IAF),
156 foi estimado a partir da razão entre a área foliar da planta e a densidade de plantas por hectare,
157 e a área foliar foi obtida através do produto do fator de correção 0,75 pelo comprimento e
158 largura máxima da folha de três plantas, como sugerido por Stickler et al. (1961).

159 No estágio de maturação fisiológica, aos 116 DAS, foram colhidas de espigas de cinco
160 plantas da área útil de cada parcela, e foram avaliados: comprimento de espiga (cm), medido
161 da base ao ápice da espiga com auxílio de trena graduada; diâmetro de espiga (mm), com uso
162 de paquímetro digital; número de grãos por espiga, a partir do produto do número de grãos de
163 quatro fileiras pelo número de fileiras da espiga; massa de 100 grãos (g), foram separadas três
164 amostras aleatórias de cada unidade experimental para compor um valor médio da parcela; e
165 produtividade (kg ha⁻¹), obtida pela massa média de grãos por planta e estimada para a
166 densidade de plantas por hectare, corrigido a 13% de umidade.

167 Na antese e na maturação, após o corte realizado rente ao solo, três plantas de milho
168 (folhas e colmo) de cada parcela foram colocadas em sacos de papel, secas em estufa a
169 temperatura de aproximadamente 60 °C até atingir massa constante (72 horas), e pesadas em
170 balança digital para determinar a produção de matéria seca. Para mensurar o teor de N-total,
171 conforme descrição de Tedesco (1995), as amostras de plantas e grãos secas e trituradas
172 passaram por digestão, destilação de amônia por arraste de vapor e titulação, pelo método de
173 Kjeldahl, e estimou-se o conteúdo de N total por meio da multiplicação do teor de N com a
174 matéria seca das plantas (kg ha⁻¹).

175 Com esses valores, foram obtidos:

176 Índice de colheita (IC): refere-se à fração de matéria seca dos grãos em relação a
177 matéria seca total (grãos, folhas e colmo). De acordo com a fórmula: $IC = \frac{MSG}{MSG+MSFC}$ (kg kg⁻¹),
178 onde: MSG = massa de matéria seca dos grãos e MSFC = massa de matéria seca das folhas
179 e colmo.

180 Nitrogênio remobilizado (NR): refere-se ao conteúdo de N que foi remobilizado para os
181 grãos. De acordo com a fórmula: $NR = CNA - CNM$ (kg ha⁻¹), onde: CNA = conteúdo de N
182 nas folhas e colmo na antese e CNM = conteúdo de N nas folhas e colmo na maturação.

183 Nitrogênio absorvido pós-antese (NAPA): refere-se ao conteúdo de N absorvido pela
184 planta após o estágio da antese. De acordo com a fórmula: $NAPA = CNTM - CNA$ ($kg\ ha^{-1}$),
185 onde: CNTM = conteúdo de N total da planta (folhas, colmo e grãos) na maturação e CNA =
186 conteúdo de N das folhas e colmo na antese.

187 Eficiência de uso de nitrogênio (EUN): relação entre a produtividade e a quantidade
188 aplicada de N, segundo Moll et al. (1982). De acordo com a fórmula: $EUN = \frac{PROD}{NA}$ ($kg\ kg^{-1}$),
189 onde: PROD = produtividade de grãos e NA = quantidade de N aplicado.

190 Para avaliar as frações solúveis de N na planta de milho, na antese (69 DAS) e
191 maturação (113 DAS) foram coletadas folhas da base da espiga de cada parcela, o material foi
192 acondicionado em sacos plásticos em recipiente com gelo e transportado para o laboratório.
193 Amostras de material vegetal fresco foram mantidas em solução de etanol a 80% v/v, foi
194 realizada extração alcoólica e partição com clorofórmio, segundo metodologia descrita por
195 Fernandes (1983). Em seguida, foram determinados: o teor de nitrato (NO_3^-), segundo método
196 colorimétrico proposto por Cataldo et al. (1975) e o teor de amônio (NH_4^+), conforme método
197 colorimétrico descrito por Mitchell (1972).

198 Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA). As médias das
199 variáveis que foram significativas pelo teste F ($p < 0,05$) foram comparadas pelo teste de
200 Tukey ($p < 0,05$). O software utilizado para a execução das análises estatísticas foi o Sistema
201 para Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG versão 9.1).

202

203

204 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

205

206 Não houve interação significativa entre os biofertilizantes com substituições de esterco
207 bovino por frutos de noni e a adição da bactéria *Azospirillum brasilense* nos biofertilizantes
208 para as variáveis relacionadas aos componentes de produção de milho analisadas ($p > 0,05$). A
209 aplicação dos diferentes biofertilizantes com frutos de noni influenciou significativamente
210 apenas a altura de plantas (ALT) ($p < 0,01$). Contudo, a adição de bactéria *Azospirillum*
211 *brasilense* nos biofertilizantes não influenciou significativamente nenhuma das variáveis
212 relacionadas à produção de milho ($p > 0,05$). No entanto, as médias do índice de área foliar
213 (IAF) ($p < 0,01$), do comprimento de espiga (CE) ($p < 0,05$), do número de grãos por espiga
214 (NGE) ($p < 0,05$) e da produtividade (PROD) ($p < 0,05$) dos tratamentos do fatorial diferiram
215 da testemunha (Tabela 3).

216

217 **Tabela 3.** Resumo da análise de variância das variáveis referentes aos componentes de
 218 produção de milho submetido à aplicação de diferentes formulações de biofertilizantes com
 219 frutos de noni e sem ou com a adição da bactéria *Azospirillum brasilense*

FV	GL	F							
		ALT	IAF	CE	DE	NGE	M100G	PROD	IC
Bactéria	1	4,04 ^{ns}	0,17 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,80 ^{ns}	0,13 ^{ns}	0,0014 ^{ns}	0,06 ^{ns}	1,86 ^{ns}
Biofertilizante	4	4,71 ^{**}	1,10 ^{ns}	0,78 ^{ns}	2,30 ^{ns}	1,20 ^{ns}	0,38 ^{ns}	1,68 ^{ns}	0,67 ^{ns}
Bactéria x Biofertilizante	4	1,02 ^{ns}	0,66 ^{ns}	0,23 ^{ns}	0,64 ^{ns}	0,34 ^{ns}	1,31 ^{ns}	0,96 ^{ns}	0,22 ^{ns}
Fat. vs. Test.	1	0,12 ^{ns}	10,73 ^{**}	7,49 [*]	1,41 ^{ns}	4,28 [*]	0,81 ^{ns}	6,05 [*]	0,13 ^{ns}
Resíduo	30								
CV (%)		3,46	8,77	6,45	4,30	9,02	7,14	12,02	5,96

220 ALT: altura de plantas (cm); IAF: índice de área foliar; CE: comprimento de espiga (cm); DE:
 221 diâmetro de espiga (mm); NGE: número de grãos por espiga; M100G: massa de 100 grãos
 222 (g); PROD: produtividade (kg ha⁻¹); IC: índice de colheita (kg kg⁻¹); ^{ns}, * e **: não
 223 significativo, significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste
 224 F

225

226 O uso de biofertilizantes, independente da matéria orgânica utilizada ou da adição de
 227 bactérias, ocasionou aumento médio de: 17,3% de IAF (de 1,62 para 1,90); 10,1% do
 228 comprimento de espiga (de 13,59 cm para 14,96 cm); 10,6% do número de grãos por espiga
 229 (de 405 para 448); e 18% da produtividade (de 5790,25 kg ha⁻¹ para 6835,07 kg ha⁻¹), em
 230 comparação com a testemunha, o que demonstra a importância da aplicação de biofertilizantes
 231 em cobertura para o cultivo de milho. Isso pode ter ocorrido devido aos biofertilizantes
 232 aumentarem a atividade biológica do solo, favorecendo o processo de humificação,
 233 mineralização e disponibilidade de nutrientes que beneficiam o crescimento e produção da
 234 planta (SANTOS et al., 2014).

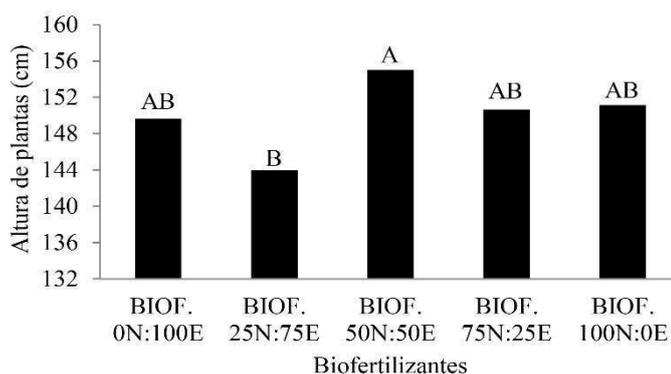
235

236 Santos et al. (2014) verificaram aumento nos níveis de P disponível, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺ e
 237 Na⁺ no solo, em área com aplicação de biofertilizante. Segundo Sodek (2008), o aumento do
 238 teor de N disponibilizado às plantas proporciona maior crescimento e produção de grãos, uma
 239 vez que este nutriente participa diretamente da divisão e expansão celular. Além disso, as
 240 plantas com suprimento de N possuem maior capacidade de assimilar CO₂ e sintetizar
 carboidratos durante a fotossíntese.

241 Lima et al. (2012) e Sousa et al. (2012) observaram que o uso de biofertilizante bovino
 242 estimulou o crescimento das plantas de milho, com aumento de altura de plantas, diâmetro
 243 caulinar, área foliar e produção de matéria seca.

244 A aplicação do biofertilizante com substituição de 50% de esterco bovino por frutos de
 245 noni (BIOF. 50N:50E) apresentou maior incremento de altura das plantas de milho, mas não
 246 diferiu dos tratamentos de biofertilizantes com 100% de esterco bovino (BIOF. 0N:100E),
 247 com substituição de 75% de esterco bovino por frutos de noni (BIOF. 75N:25E) e com
 248 substituição total do esterco bovino por noni (BIOF. 100N:0E) (Figura 1). Uma planta que
 249 recebe uma quantidade equilibrada de nitrogênio (dose ótima) apresenta maior altura de
 250 plantas. Até determinadas doses de nitrogênio, a planta continua a crescer; depois disso, o
 251 sombreamento mútuo entre plantas contribui para a redução do crescimento (REPKE et al.,
 252 2013).

253



254

255 **Figura 1.** Altura de plantas de milho submetidas à aplicação de diferentes formulações de
 256 biofertilizantes com frutos de noni (As médias seguidas da mesma letra não diferem entre si,
 257 ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey)

258

259 A adição de bactéria *Azospirillum brasilense* nos biofertilizantes não aumentou os
 260 componentes de produção de milho (Tabela 3). Resultado similar foi encontrado por Repke et
 261 al. (2013), cujo trabalho também não apresentou efeito decorrente da aplicação de
 262 *Azospirillum brasilense*, no tratamento de sementes com o inoculante, nos parâmetros
 263 morfológicos da planta e nos componentes da produtividade, como massa de matéria seca da
 264 planta, área foliar, altura da planta, diâmetro do colmo, comprimento de espiga, diâmetro de
 265 espiga, número de fileiras da espiga e produtividade.

266

267 Entretanto, nossos resultados diferem dos encontrados por Morais et al. (2016), que
 obtiveram aumento significativo de 7,2% da produtividade de grãos, com a aplicação de 200

268 mL ha⁻¹ de *A. brasilense* no sulco de semeadura; e por Ferreira et al. (2013), que alcançaram
269 aumento de 29% da produtividade de grãos, com o tratamento de sementes com *A. brasilense*
270 e condução de experimento em casa de vegetação.

271 Os fatores que interferem nas respostas da cultura de milho à inoculação de
272 *Azospirillum* ainda não estão totalmente esclarecidos, podem depender da cultivar, das
273 condições edafo-climáticas, da metodologia de aplicação e da condução da pesquisa
274 (BARTCHECHEN et al., 2010). Os resultados de sucesso encontrados na literatura da
275 associação da planta com a bactéria estão relacionados, na maioria das vezes, a fatores da
276 própria bactéria, como a concentração usada, escolha da estirpe e sua viabilidade (MEHNAZ;
277 LAZAROVITS, 2006).

278 Elevadas concentrações de inoculante podem apresentar efeito inibitório do crescimento
279 das plantas inoculadas, devido a um desequilíbrio na população microbiana do solo e remoção
280 de microrganismos que podem ter uma associação benéfica com o milho; enquanto
281 concentrações baixas simplesmente não geram efeito algum na fase vegetativa. Grande
282 quantidade de nitrogênio também pode diminuir a proporção de diazotróficos no solo
283 (REPKE et al, 2013; MORAIS et al., 2016).

284 Portanto, o resultado obtido do presente trabalho, sem efeito da bactéria nos
285 componentes de produção de milho, pode ter ocorrido, devido à metodologia de aplicação do
286 inoculante (incorporado no biofertilizante) ou à alta dosagem de inoculante (500 mL ha⁻¹)
287 recomendada pelo fabricante.

288 Dentre as variáveis relacionadas a eficiência de uso de N no milho, houve interação
289 significativa entre os biofertilizantes com substituições de esterco bovino por frutos de noni e
290 a adição da bactéria *Azospirillum brasilense* nos biofertilizantes para a eficiência de uso de N
291 (EUN) ($p < 0,05$) e teor de nitrato na planta (NO_3^-), no estágio de antese e de maturação ($p <$
292 $0,01$). A aplicação dos diferentes biofertilizantes influenciou significativamente a eficiência
293 de uso de N (EUN) ($p < 0,01$), o teor de nitrato na planta (NO_3^-) ($p < 0,01$) e de amônio na
294 planta (NH_4^+) ($p < 0,05$), no estágio de antese. Já, a adição de bactéria *Azospirillum*
295 *brasilense* nos biofertilizantes influenciou significativamente a remobilização de nitrogênio
296 (NR) ($p < 0,05$), o teor de nitrato na planta (NO_3^-), no estágio de antese ($p < 0,05$) e o teor de
297 amônio na planta (NH_4^+), no estágio de maturação fisiológica ($p < 0,05$). Além disso, houve
298 diferença significativa entre os tratamentos do fatorial quando comparados a testemunha na
299 variável EUN ($p < 0,01$) (Tabela 4).

300

301 **Tabela 4.** Resumo da análise de variância das variáveis referentes a eficiência de uso de N no
 302 milho submetido à aplicação de diferentes formulações de biofertilizantes com frutos de noni
 303 e sem ou com a adição da bactéria *Azospirillum brasilense*

FV	GL	F						
		-----Antese-----			-----Maturação-----			
		NR	NAPA	EUN	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺
Bactéria	1	5,49*	2,13 ^{ns}	0,85 ^{ns}	5,70*	0,82 ^{ns}	0,42 ^{ns}	4,67*
Biofertilizante	4	2,54 ^{ns}	2,26 ^{ns}	15,41**	5,73**	3,79*	0,39 ^{ns}	0,65 ^{ns}
Bactéria x Biofertilizante	4	0,75 ^{ns}	0,99 ^{ns}	3,87*	18,68**	0,14 ^{ns}	5,86**	0,99 ^{ns}
Fatorial vs. Testemunha	1	2,88 ^{ns}	1,12 ^{ns}	2663,29**	2,52 ^{ns}	1,62 ^{ns}	0,48 ^{ns}	0,16 ^{ns}
Resíduo	30							
CV (%)		29,93	28,79	12,17	26,54	18,59	25,73	23,15

304 NR: nitrogênio remobilizado (kg ha⁻¹); NAPA: nitrogênio absorvido pós-antese (kg ha⁻¹);
 305 EUN: eficiência de uso de nitrogênio (kg kg⁻¹); NO₃⁻: teor de nitrato na planta (µg g⁻¹); NH₄⁺:
 306 teor de amônio na planta (µmoles g⁻¹); ^{ns}, * e **: não significativo, significativo ao nível de 5%
 307 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F

308

309 A aplicação de biofertilizantes inoculados com a bactéria *Azospirillum brasilense* nas
 310 plantas de milho promoveu 24,2% de remobilização de nitrogênio para os grãos a mais do que
 311 aquelas que foram adubadas com biofertilizantes sem a bactéria (Figura 2A). Este aumento de
 312 nitrogênio remobilizado está relacionado aos efeitos estimulatórios da inoculação com
 313 *Azospirillum*, resultante, principalmente, da síntese de hormônios vegetais e da fixação de
 314 nitrogênio atmosférico pelas bactérias, que causam aumento de absorção de nitrogênio pelas
 315 plantas (MORAIS et al., 2016).

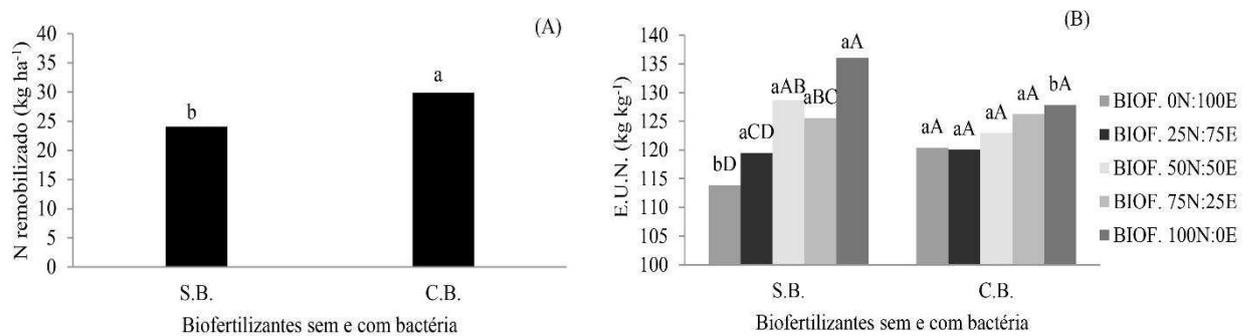
316 Segundo Bartchechen (2010), o efeito da bactéria *Azospirillum* spp. no desenvolvimento
 317 do milho, tem sido pesquisado, quanto ao rendimento das culturas, sobretudo, com relação às
 318 causas fisiológicas que, possivelmente, aumentam esse rendimento. São muitas as evidências
 319 de que a inoculação de *A. brasilense* no milho seja responsável pelo aumento da atividade
 320 fotossintética e de assimilação de nitrogênio.

321 Dentre os tratamentos de biofertilizantes sem adição de bactéria, o biofertilizante com
 322 substituição de 100% de esterco bovino por frutos de noni (BIOF. 100N:0E S.B.) apresentou
 323 maior média de eficiência de uso de N, mas não diferiu do tratamento de biofertilizante com

324 substituição de 50% de esterco bovino por frutos de noni (BIOF. 50N:50E), provavelmente
 325 por apresentar a menor quantidade de nitrogênio em sua composição comparado aos demais
 326 tratamentos (Tabela 2), conseqüentemente disponibilizar a menor quantidade de N aplicado, e
 327 mesmo assim obteve produtividade semelhante aos demais tratamentos. Isso implica em
 328 menores perdas de N no solo. As médias dos tratamentos de biofertilizantes com adição de
 329 bactéria não diferiram entre si (Figura 2B).

330 A planta possui capacidade limitada de utilização do nitrogênio em determinado período
 331 de tempo. Como o N é um elemento que é facilmente perdido, quanto mais tempo permanece
 332 livre no solo, maiores são as perdas e estará mais suscetível à lixiviação, escoamento
 333 superficial ou volatilização, com alto potencial contaminante, portanto é recomendável uso
 334 racional da adubação nitrogenada e seu o parcelamento. A eficiência de uso de N é a
 335 capacidade da planta em adquirir esse nutriente para incorporá-lo e utilizá-lo na produção de
 336 biomassa ou material vegetal de rendimento econômico (MENEZES et al., 2013). Dessa
 337 forma, a alta produção das culturas é, geralmente, correlacionada à altas taxas de assimilação
 338 primária de nitrogênio e de remobilização deste nutriente para os grãos, com alta eficiência no
 339 uso do nitrogênio (BORGES et al., 2006).

340



341

342 **Figura 2.** Nitrogênio remobilizado (A) e eficiência de uso de nitrogênio (B) em plantas de
 343 milho submetidas à aplicação de diferentes formulações de biofertilizantes com frutos de
 344 noni, sem e com adição de bactérias *Azospirillum brasilense* (As médias seguidas da mesma
 345 letra, minúsculas entre a adição de bactérias e maiúsculas entre os biofertilizantes, não
 346 diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey)

347

348 O nitrogênio é absorvido pelas raízes das plantas, nas formas de nitrato e amônia. Na
 349 assimilação de nitrogênio na planta, o nitrato é reduzido a nitrito, através da enzima nitrato
 350 redutase e, logo, convertido a amônio, através da enzima nitrito redutase. O amônio é, então,

351 incorporado em aminoácidos pelas enzimas glutamina sintetase e glutamato sintetase, e estes
352 são distribuídos para a planta. (BREDEMEIER; MUNDSTOCK, 2000).

353 De forma geral, os valores de NO_3^- foram menores na fase de antese do que na
354 maturação (Figura 3A). Isso pode ser explicado em razão da diminuição da absorção e da taxa
355 de redução de nitrato durante a fase reprodutiva. Provavelmente, em função da remobilização
356 do N foliar para o desenvolvimento das inflorescências e para o enchimento dos grãos, ocorre
357 o aumento de exportação de aminoácidos das folhas para os órgãos reprodutivos, que causa
358 uma melhora da composição da seiva do floema, que por sua vez, entra nas raízes. Assim, os
359 altos níveis de aminoácidos nas raízes inibem a ação dos transportadores de NO_3^- na
360 membrana e provoca uma redução na taxa de absorção de nitrato (BREDEMEIER;
361 MUNDSTOCK, 2000).

362 Também, a absorção e a redução de nitrato pela planta dependem da disponibilidade
363 energética. Como no estágio de antese a energia disponibilizada pelos carboidratos é
364 direcionada para o enchimento dos grãos, então, há uma diminuição de energia voltada para
365 absorção de nitrogênio (BREDEMEIER; MUNDSTOCK, 2000).

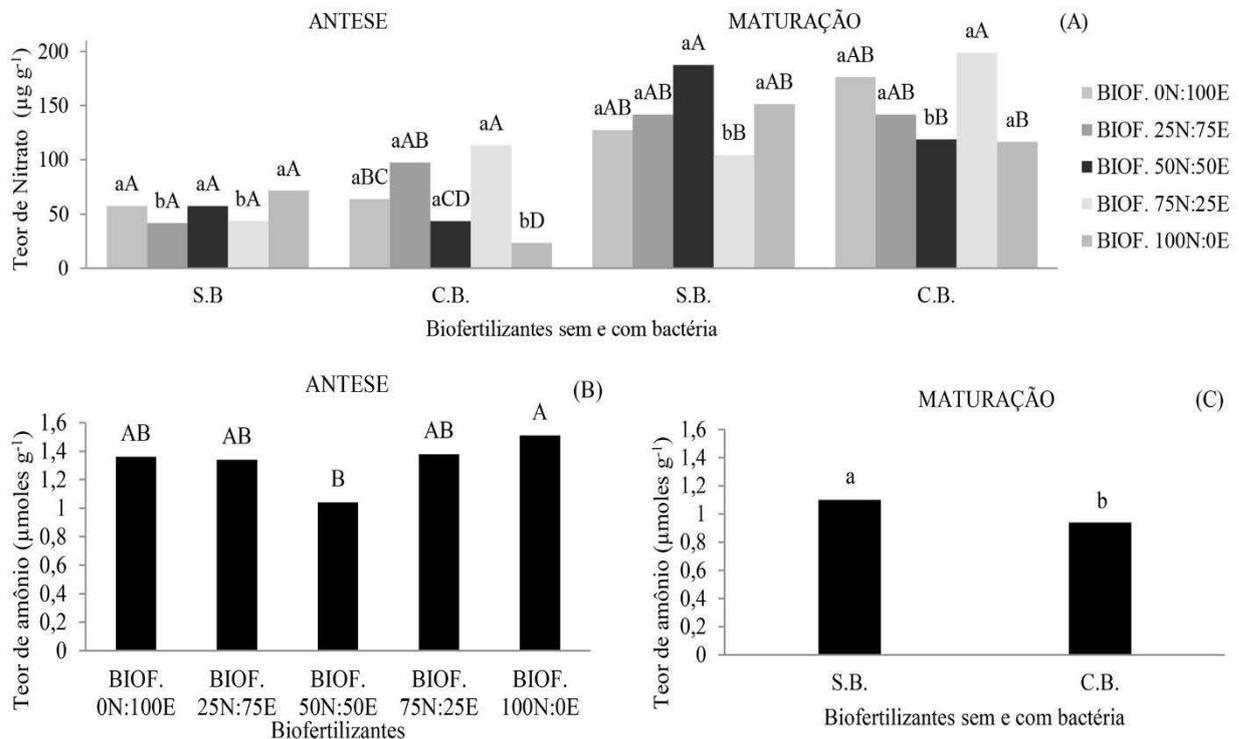
366 Já, o acúmulo de NO_3^- na maturação sinaliza uma condição de estresse fisiológico
367 caracterizado pelo esgotamento de poder redutor e ATP necessários para redução de NO_3^- ,
368 isso indica uma menor atividade metabólica de redução do nitrato absorvido, pois nessa fase a
369 planta já remobilizou todo nitrogênio necessário para a produção de grãos (BORGES et al.,
370 2006).

371 No estágio de antese, as médias de NO_3^- nas folhas de milho dos tratamentos de
372 biofertilizantes sem adição de bactéria não diferiram entre si. Contudo, dentre os tratamentos
373 de biofertilizantes com adição de bactéria, o que apresentou maior média foi o com
374 substituição de 75% de esterco bovino por frutos de noni (BIOF. 75N:25E C.B.), mas não
375 diferiu do tratamento BIOF. 25N:75E C.B.. Já na maturação das plantas, dentre os
376 biofertilizantes sem adição de bactéria, o que apresentou maior média de NO_3^- foi o com
377 substituição de 50% de esterco bovino por frutos de noni (BIOF. 50N:50E S.B.), mas não
378 diferiu dos tratamentos BIOF. 0N:100E S.B., BIOF. 25N:75E S.B. e BIOF. 100N:0E S.B.. E,
379 dentre os tratamentos de biofertilizantes com adição de bactéria, o que apresentou maior
380 média de NO_3^- foi o com substituição de 75% de esterco bovino por frutos de noni (BIOF.
381 75N:25E C.B.), mas não diferiu dos tratamentos BIOF. 0N:100E C.B. e BIOF. 25N:75E C.B..
382 Tanto no estágio de antese, quanto na maturação, a adição de bactéria causou aumento nas
383 médias de NO_3^- do tratamento BIOF. 75N:25E (Figura 3A).

384 Um dos fatores que causam alta produtividade de milho é a sua habilidade de acumular
 385 nitrato durante o crescimento vegetativo e a eficiência na remobilização do nitrato das folhas
 386 e armazenado nos vacúolos durante o enchimento dos grãos (BORGES et al., 2006).

387 O estágio de antese apresentou valores do teor de NH_4^+ nas folhas das plantas de milho,
 388 maiores do que o estágio de maturação. Isso indica, que houve alta atividade metabólica de
 389 redução do nitrato absorvido e iminente formação de aminoácidos para serem direcionados
 390 para o enchimento de grãos. Na antese, o tratamento de biofertilizante que apresentou maior
 391 média de NH_4^+ nas plantas de milho, foi o BIOF. 100N:0E, com substituição total do esterco
 392 por frutos de noni no biofertilizante, no entanto, não diferiu dos tratamentos BIOF. 0N:100E,
 393 BIOF. 25N:75E e BIOF. 75N:25E (Figura 3B). E na maturação, a aplicação de biofertilizantes
 394 sem bactérias *Azospirillum brasilense* aumentou em 17% o teor de NH_4^+ nas plantas de milho,
 395 em comparação a aplicação de biofertilizantes com a bactéria. Nesse caso, como na maturação
 396 já houve a produção de grãos, o alto teor de amônio que vai ficar livre nos tecidos pode ser
 397 tóxico (Figura 3C).

398



399

400 **Figura 3.** Teor de nitrato (A) e de amônio (B) e (C), na antese e maturação, em plantas de
 401 milho submetidas à aplicação de diferentes formulações de biofertilizantes com frutos de
 402 noni, sem e com adição de bactérias *Azospirillum brasilense* (As médias seguidas da mesma
 403 letra, minúsculas entre a adição de bactérias e maiúsculas entre os biofertilizantes, não
 404 diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey)

405

406 Os resultados apresentados sugerem que o biofertilizante é adequado como adubação de
407 cobertura para a cultura do milho. Observa-se que o esterco bovino pode ser substituído por
408 frutos de noni na formulação de biofertilizantes, sem perdas no rendimento da cultura, uma
409 vez que os resultados das variáveis de produção não diferiram entre as formulações de
410 biofertilizantes utilizadas, e houve incremento de altura, de eficiência de uso de nitrogênio e
411 do teor de amônio na antese.

412 No entanto, a inoculação da bactéria *Azospirillum brasilense* somente favoreceu a
413 remobilização de nitrogênio. Diante disso, não é recomendado a inoculação dessa bactéria em
414 biofertilizantes.

415 Baseado nos resultados apresentados, entendemos que são necessários mais estudos
416 para que se possa atender a hipótese proposta. Inclusive, com análises da microflora do solo e
417 quantificação das bactérias após a fermentação dos biofertilizantes, para uma melhor
418 compreensão dos efeitos de *Azospirillum* no solo e no biofertilizante. Assim como, realização
419 de testes: com diferentes quantidades de nitrogênio aplicadas na adubação de cobertura,
420 através de diversas concentrações de biofertilizante; e com diferentes concentrações da
421 bactéria.

422 A vantagem de adição das bactérias no biofertilizante seria quanto à praticidade no
423 campo, com apenas uma aplicação para ambos, dispensando o tratamento de sementes; e à
424 redução de incompatibilidade da bactéria aos produtos geralmente presentes nas sementes
425 tratadas, que pode causar toxicidade nas bactérias no contato direto, aumentando assim o
426 número de células viáveis. Além disso, a diluição do inoculante no biofertilizante melhora a
427 distribuição das bactérias no solo.

428

429

430 **CONCLUSÃO**

431

432 A aplicação dos biofertilizantes aumentou os componentes de produção de plantas de
433 milho, em relação a testemunha. A adição de bactéria *Azospirillum brasilense* em
434 biofertilizante aumentou a remobilização de nitrogênio da planta para os grãos. A substituição
435 de esterco bovino por frutos de noni no biofertilizante obteve maior eficiência de uso de
436 nitrogênio e maior teor de amônio na antese das plantas de milho.

437 Portanto, com os resultados apresentados demonstra-se a importância do uso de
438 biofertilizantes e a viabilidade da substituição de esterco bovino por frutos de noni.

439

440

441 **AGRADECIMENTOS**

442

443 À CAPES pela concessão da bolsa de estudos. À FAPEMA pelo financiamento do
444 projeto. E, à empresa Alimentum Ltda. pela disponibilização da área para implantação do
445 experimento.

446

447

448 **REFERÊNCIAS**

449

450 BARTCHECHEN, A. et al. Efeito da inoculação de *Azospirillum brasilense* na produtividade
451 da cultura do milho (*Zea mays* L.) - **Campo Digit@I**, Campo Mourão, v. 5, n. 1, p. 56-59,
452 2010.

453

454 BASTOS, E. A. et al. Doses e formas de parcelamento de nitrogênio para a produção de
455 milho sob plantio direto. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 39, n. 2, p. 275-280,
456 2008.

457

458 BEZERRA, L. L. et al. Avaliação da aplicação de biofertilizante na cultura do milho:
459 Crescimento e Produção. **Revista Verde**, Mossoró, v.3, n.3, p, 131-139, 2008.

460

461 BORGES E de A. et al. Acúmulo e remobilização de nitrogênio em variedades de milho.
462 **Caatinga**, Mossoró, v. 19, n. 3, p. 278-286, 2006.

463

464 BREDEMEIER, C.; MUNDSTOCK, C. M. Regulação da absorção e assimilação do
465 nitrogênio nas plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 2, p. 365-372, 2000.

466

467 CATALDO, D. A. et al. Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by
468 nitration of salicylic acid. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, n. 6, p. 71-
469 80, 1975.

470

471 EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Sistema**
472 **brasileiro de classificação de solos**. 3 ed. Brasília: Embrapa, 2013. 353p.

- 473
474 FARINELLI, R.; LEMOS, L. B. Nitrogênio em cobertura na cultura do milho em preparo
475 convencional e plantio direto consolidados. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.
476 42, n. 1, p. 63-70, 2012.
- 477
478 FERNANDES, M. S. N-carriers, light and temperature influences on the free amino acid pool
479 composition of rice plants. **Turrialba**, v. 33, p. 297-301, 1983.
- 480
481 FERREIRA, A. S. et al. Implications of *Azospirillum brasilense* inoculation and nutriente
482 addition on maize in soils of the Brazilian Cerrado under greenhouse and field conditions.
483 **Applied Soil Ecology**, v. 72, p. 103-108, 2013.
- 484
485 HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M. A.; ARAÚJO, R. S. Inoculation of *Brachiaria* spp. with the
486 plant growth-promoting bacterium *Azospirillum brasilense*: An environment-friendly
487 component in the reclamation of degraded pastures in the tropics. **Agriculture Ecosystems &**
488 **Environment**, v. 221, p. 125-131, 2016.
- 489
490 LIMA, J. G. A. et al. Crescimento inicial do milho fertirrigado com biofertilizante.
491 **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v. 8, n. 1, p. 39-44, 2012.
- 492
493 MARROCOS, S. T. P. et al. Composição química e microbiológica de biofertilizantes em
494 diferentes tempos de decomposição. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 25, n. 4, p. 34-43, 2012.
- 495
496 MEHNAZ, S.; LAZAROVITS, G. Inoculation effects of *Pseudomonasputida*,
497 *Ghiconacetobacter azotocaptans*, and *Azospirillum lipoferum* on com plant growth iinder
498 greenhouse conditions. **Microbial Ecology**. New York. v. 51, n. 3, p. 326-335, 2006.
- 499
500 MENEZES L. F. G. de et al. Produção, valor nutricional e eficiências de recuperação e
501 utilização do nitrogênio de silagens de milho sob diferentes doses de adubação nitrogenada.
502 **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 3, p. 1353-1362, 2013.
- 503
504 MITCHELL, H. T. Microdetermination of nitrogen in plant tissue. **Journal of Association**
505 **Official Agriculture**, Gaithersburg, v. 55, p. 1-3, 1972.
- 506

- 507 MOLL, R. H.; KAMPRATH, E. J.; JACKSON, W. A. Analysis and interpretation of factors
508 which contribute to efficiency of nitrogen utilization. **Agronomy Journal**, Madison, v. 74, n.
509 3, p. 562-564, 1982.
- 510
- 511 MORAIS, T. P. et al. Inoculation of maize with *Azospirillum brasilense* in the seed furrow.
512 **Revista Ciência Agronômica**, v. 47, n. 2, p. 290-298, 2016.
- 513
- 514 OLIVEIRA, L. R. de et al. Eficiência na absorção e utilização de nitrogênio e atividade
515 enzimática em genótipos de milho. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 44, n. 3, p.
516 614-621, 2013.
- 517
- 518 REPKE, R. A. et al. Eficiência da *Azospirillum brasilense* combinada com doses de
519 nitrogênio no desenvolvimento de plantas de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.
520 12, n. 3, p. 214-226, 2013.
- 521
- 522 RISSO, W. E. et al. Milho orgânico: impacto da adubação com lixo de aterro sanitário na
523 composição química, produtividade e concentração de metais em grãos. **Semina: Ciências**
524 **Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 5, p. 3101-3112, 2015.
- 525
- 526 RIVERA-CRUZ, M. del C. et al. Poultry manure and banana waste are effective biofertilizer
527 carriers for promoting plant growth and soil sustainability in banana crops. **Soil Biology &**
528 **Biochemistry**, v. 40, p. 3092–3095, 2008.
- 529
- 530 SANTOS, J. O. dos et al. A evolução da agricultura orgânica. **Revista Brasileira de Gestão**
531 **Ambiental**, Pombal, v. 6, n.1, p. 35-41, 2012.
- 532
- 533 SANTOS, J. W. G. et al. Respostas da bananeira (*Musa* sp.), cultivar Pacovan em sistemas de
534 manejo com aplicação de fertilizante mineral e biofertilizante. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.
535 27, n. 4, p. 142-152, 2014.
- 536
- 537 SODEK, L. Metabolismo do nitrogênio. In: KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal**. 2.ed. Rio
538 de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. cap. 4, p. 65-81.
- 539

- 540 SOUSA, G. G. de et al. Crescimento inicial do milho sob diferentes concentrações de
541 biofertilizante bovino irrigado com águas salinas. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 2,
542 p. 237-245, 2012.
- 543
- 544 SOUTO, A. G. de L. et al. Comportamento do noni à salinidade da água de irrigação em solo
545 com biofertilizante bovino. **Irriga**, Botucatu, v. 18, n. 3, p. 442-453, 2013.
- 546
- 547 STICKLER, F. C.; WEARDEN, S.; PAULI, A. W. Leaf area determination in Grain
548 Sorghum. **Agronomy Journal**, Madison, v. 53, p. 187-188, 1961.
- 549
- 550 TEDESCO, M. J. **Extração simultânea de N, P, K, Ca e Mg em tecido de planta por**
551 **digestão por H₂O₂ – H₂SO₄**. Porto Alegre UFRGS, 1995.
- 552
- 553 VAN RAIJ, B. et al. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo.**
554 2 ed. rev. atual. Campinas: Instituto Agronômico/Fundação IAC, 1997. 285p. (Boletim
555 Técnico, 100).

ANEXO

APRESENTAÇÃO E PREPARO DOS MANUSCRITOS

Os artigos submetidos à Revista Caatinga devem ser originais, ainda não relatados ou submetidos à publicação em outro periódico ou veículo de divulgação. A Revista Caatinga publica ARTIGO, NOTA TÉCNICA E REVISÃO DE LITERATURA.

FORMAS DE ENVIO

Os artigos são submetidos, apenas eletronicamente, na página da Revista Caatinga. Podem ser ENVIADOS em Português, Inglês ou Espanhol. Porém, após a aprovação do manuscrito pelo Comitê Editorial, o autor será contactado para traduzir o artigo para a língua inglesa. Caso o trabalho seja submetido em inglês, após a aprovação esse pelo comitê editorial, o autor será comunicado para que realize a revisão do idioma inglês. A publicação será exclusivamente em Inglês. Fica a critério do autor a escolha da empresa ou pessoa física que irá realizar a tradução do manuscrito. Porém, é obrigatória a realização da REVISÃO do idioma inglês por umas das empresas indicadas pela Revista Caatinga. Abaixo seguem as indicações:

<http://www.proof-reading-service.com>

<http://www.academic-editing-services.com/>

<http://www.publicase.com.br/formulario.asp>

<http://www.editage.com.br/manuscriptediting/index.html>

<http://www.journalexerts.com>

<http://www.webshop.elsevier.com/languageservices>

<http://wsr-ops.com>

<http://www.journaleditorsusa.com>

<http://www.queensenglishediting.com/>

<http://www.canalpage.com>

<http://www.stta.com.br/servicos.php>

<http://americanmanuscripteditors.com/>

PREPARO DO MANUSCRITO

· Digitação: o texto deve ser composto em programa Word (DOC) ou compatível e os gráficos em programas compatíveis com o Windows, como Excel, e formato de imagens: Figuras (GIF) e Fotos (JPEG). Deve ter no máximo 20 páginas, tamanho A4, digitado com espaçamento 1,5, fonte Times New Roman, estilo normal, tamanho 12 e parágrafo recuado por 1 cm. Todas as margens deverão ter 2,5 cm. Páginas e linhas devem ser numeradas; os

números de páginas devem ser colocados na margem inferior, à direita e as linhas numeradas de forma contínua. Se forem necessárias outras orientações, entre em contato com o Comitê Editorial. As Notas Técnicas devem apresentar até 12 páginas, incluindo tabelas e figuras.

- Tamanho: o manuscrito não deverá ultrapassar 2,0 MB.

- Organização: o artigo científico deverá ser organizado em título, nome do(s) autor(es), resumo, palavras-chave, título em inglês, abstract, keywords, introdução, material e métodos, resultados e discussão, conclusão, agradecimentos (opcional), e referências.

Título: deve ser escrito em maiúsculo, negrito, centralizado na página, no máximo com 15 palavras, não deve ter subtítulo e abreviações. O nome científico deve ser indicado no título apenas se a espécie for desconhecida. Os títulos das demais seções da estrutura (resumo, abstract, introdução, material e métodos, resultados e discussão, conclusão, agradecimentos e referências) deverão ser escritos em letra maiúscula, negrito e justificado à esquerda.

Autores(es): nomes completos, sem abreviaturas, em letra maiúscula, um após o outro, separados por vírgula e centralizados. Essas informações deverão constar apenas na versão final do artigo. Na primeira versão do artigo submetido, os nomes dos autores e a nota de rodapé com os endereços deverão ser omitidos. Para a inclusão do(s) nome(s) do(s) autor(es) e do(s) endereço(s) na versão final do artigo deve-se, como nota de rodapé na primeira página, indicar, para cada autor, afiliação completa (Unidade/Setor, Instituição, Cidade, Estado, País), endereço completo e e-mail de todos os autores. O autor correspondente deverá ser indicado por um “*”. No rodapé devem constar informações sobre a natureza do trabalho (se extraído de tese/dissertação) e referências às instituições colaboradoras. Exemplo:

*Autor para correspondência

1Recebido para publicação em xx/xx/xxxx ; aceito em xx/xx/xxxx.

Especificação (natureza) do trabalho (ex.: Pesquisa apoiada pela FAPESP e pelo CNPq; Trabalho de Mestrado,...)

2Unidade/Setor (por extenso), Instituição (por extenso e sem siglas), Cidade, Estado (sigla), País; E-mail (s).

OBS.: Caso dois ou mais autores tenham as mesmas especificações, não precisa repetir as informações, basta acrescentar, apenas, o e-mail ao final.

Só serão aceitos, no máximo, 5(cinco) autores por artigo submetido: ressaltamos que, salvo algumas condições especiais, poderá ser incluído um sexto autor (não mais que isso) mediante apresentação de justificativas. A justificativa deverá ser anexada, no ato da submissão, em “Documentos Suplementares”, para que o Comitê Editorial proceda com a

devida análise. Caso isso não ocorra, a submissão de artigo com número superior a 5 (cinco) autores não será aceita.

** Não serão permitidas mudanças nos nomes de autores a posteriori.

** Todos os autores deverão, **OBRIGATORIAMENTE**, cadastrarem-se no sistema.

Resumo e Abstract: no mínimo 100 e no máximo 250 palavras.

Palavras-chave e Keywords: a primeira letra maiúscula. Devem ter, no mínimo, três e, no máximo, cinco palavras, não constantes no Título/Title e separadas por ponto (consultar modelo de artigo).

Obs.: Em se tratando de artigo escrito em idioma estrangeiro (Inglês ou Espanhol), o título, resumo e palavras-chave deverão, também, constar em Português, mas com a sequência alterada, vindo primeiro no idioma estrangeiro.

Introdução: no máximo, 550 palavras, contendo citações atuais que apresentem relação com o assunto abordado na pesquisa.

Conclusão: deve ser em texto corrido, sem tópicos.

Agradecimentos: logo após as conclusões, poderão vir os agradecimentos a pessoas ou instituições, indicando, de forma clara, as razões pelas quais os faz.

· Tabelas: sempre com orientação em ‘retrato’. Serão numeradas consecutivamente com algarismos arábicos na parte superior. Não usar linhas verticais. As linhas horizontais devem ser usadas para separar o título do cabeçalho e este do conteúdo, além de uma no final da tabela. Cada dado deve ocupar uma célula distinta. Não usar negrito ou letra maiúscula no cabeçalho. Recomenda-se que as tabelas apresentem 8,2 cm de largura, não ultrapassando 17 cm.

· Figuras: sempre com orientação em ‘retrato’. Gráficos, fotografias ou desenhos levarão a denominação geral de Figura sucedida de numeração arábica crescente e legenda na parte inferior. Para a preparação dos gráficos deve-se utilizar “softwares” compatíveis com “Microsoft Windows”. A resolução deve ter qualidade máxima com pelo menos 300 dpi. As figuras devem apresentar 8,5 cm de largura, não ultrapassando 17 cm. A fonte empregada deve ser a Times New Roman, corpo 10 e não usar negrito na identificação dos eixos. As linhas dos eixos devem apresentar uma espessura de 1,5 mm de cor preta. A Revista Caatinga reserva-se ao direito de não aceitar tabelas e/ou figuras com **ORIENTAÇÃO** na forma “paisagem” ou que apresentem mais de 17 cm de largura. Tabelas e Figuras devem ser inseridas logo após a sua primeira citação.

· Equações: devem ser digitadas usando o editor de equações do Word, com a fonte Times New Roman. As equações devem receber uma numeração arábica crescente. As equações devem apresentar o seguinte padrão de tamanho:

Inteiro = 12 pt

Subscrito/sobrescrito = 8 pt

Sub-subscrito/sobrescrito = 5 pt

Símbolo = 18 pt

Subsímbolo = 14 pt

Estas definições são encontradas no editor de equação no Word.

REFERÊNCIAS

Devem ser digitadas em espaço 1,5 cm e separadas entre si pelo mesmo espaço (1,5 cm). Precisam ser apresentadas em ordem alfabética de autores; justificar (Ctrl + J). Este periódico utiliza a NBR 6023 de agosto/2002 da ABNT. UM PERCENTUAL DE 60% DO TOTAL DAS REFERÊNCIAS DEVERÁ SER ORIUNDO DE PERIÓDICOS CIENTÍFICOS INDEXADOS COM DATA DE PUBLICAÇÃO INFERIOR A 10 ANOS.

O título do periódico não deve ser abreviado e recomenda-se um total de 20 a 30 referências. EVITE CITAR RESUMOS E TRABALHOS APRESENTADOS E PUBLICADOS EM CONGRESSOS E SIMILARES.

Citações de autores no texto: devem ser observadas as normas da ABNT, NBR 10520 de agosto/2002.

Ex: Com 1(um) autor, usar Torres (2008) ou (TORRES, 2008); com 2 (dois) autores, usar Torres e Marcos Filho (2002) ou (TORRES; MARCOS FILHO, 2002); com 3 (três) autores, usar França, Del Grossi e Marques (2009) ou (FRANÇA; DEL GROSSI; MARQUES, 2009); com mais de três, usar Torres et al. (2002) ou (TORRES et al., 2002).

REGRAS DE CITAÇÕES DE AUTORES

** Até 3 (três) autores

Mencionam-se todos os nomes, na ordem em que aparecem na publicação, separados por ponto e vírgula.

Ex: TORRES, S. B.; PAIVA, E. P. PEDRO, A. R. Teste de deterioração controlada para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de jiló. Revista Caatinga, Mossoró, v. 0, n. 0, p. 00-00, 2010.

** Acima de 3 (três) autores

Menciona-se apenas o primeiro nome, acrescentando-se a expressão et al.

Ex: BAKKE, I. A. et al. Water and sodium chloride effects on Mimosa tenuiflora(Willd.) poiret seed germination. Revista Caatinga, Mossoró, v. 19, n. 3, p. 261-267, 2006.

** Grau de parentesco

HOLANDA NETO, J. P. Método de enxertia em cajueiro-anão-precoce sob condições de campo em Mossoró-RN. 1995. 26 f. Monografia (Graduação em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura de Mossoró, Mossoró, 1995.

COSTA SOBRINHO, João da Silva. Cultura do melão. Cuiabá: Prefeitura de Cuiabá, 2005.

MODELOS DE REFERÊNCIAS

a) Artigos de Periódicos: Elementos essenciais:

AUTOR. Título do artigo. Título do periódico, Local de publicação (cidade), n.º do volume, n.º do fascículo, páginas inicial-final, ano.

Ex: BAKKE, I. A. et al. Water and sodium chloride effects on Mimosa tenuiflora(Willd.) poiret seed germination. Revista Caatinga, Mossoró, v. 19, n. 3, p. 261-267, 2006.

b) Livros ou Folhetos, no todo: Devem ser referenciados da seguinte forma:

AUTOR. Título: subtítulo. Edição. Local (cidade) de publicação: Editora, data. Número de páginas ou volumes.(nome e número da série)

Ex: RESENDE, M. et al. Pedologia: base para distinção de ambientes. 2. ed. Viçosa, MG: NEPUT, 1997. 367 p.

OLIVEIRA, A. I.; LEONARDOS, O. H. Geologia do Brasil. 3. ed. Mossoró: ESAM, 1978. 813 p. (Coleção mossoroense, 72).

c) Livros ou Folhetos, em parte (Capítulo de Livro):

AUTOR DO CAPÍTULO. Título do capítulo. In: AUTOR DO LIVRO. Título: subtítulo do livro. Número de edição. Local de publicação (cidade): Editora, data. Indicação de volume, capítulo ou páginas inicial-final da parte.

Ex: BALMER, E.; PEREIRA, O. A. P. Doenças do milho. In: PATERNIANI, E.; VIEGAS, G. P. (Ed.). Melhoramento e produção do milho. Campinas: Fundação Cargill, 1987. v. 2, cap. 14, p. 595-634.

d) Dissertações e Teses: (somente serão permitidas citações recentes, PUBLICADAS NOS ÚLTIMOS TRÊS ANOS QUE ANTECEDEM A REDAÇÃO DO ARTIGO). Referenciam-se da seguinte maneira:

AUTOR. Título: subtítulo. Ano de apresentação. Número de folhas ou volumes. Categoria (grau e área de concentração) - Instituição, local.

Ex: OLIVEIRA, F. N. Avaliação do potencial fisiológico de sementes de girassol (*Helianthus annuus* L.).2011. 81 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia: Área de Concentração em Tecnologia de Sementes) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2011.

e) Artigos de Anais ou Resumos: (DEVEM SER EVITADOS)

NOME DO CONGRESSO, n.º., ano, local de realização (cidade). Título... subtítulo. Local de publicação (cidade): Editora, data de publicação. Número de páginas ou volumes.

Ex: BALLONI, A. E.; KAGEYAMA, P. Y.; CORRADINI, I. Efeito do tamanho da semente de *Eucalyptus grandis* sobre o vigor das mudas no viveiro e no campo. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 3., 1978, Manaus. Anais... Manaus: UFAM, 1978. p. 41-43.

f) Literatura não publicada, mimeografada, datilografada etc.:

Ex: GURGEL, J. J. S. Relatório anual de pesca e piscicultura do DNOCS. Fortaleza: DNOCS, 1989. 27 p. Datilografado.

g) Literatura cuja autoria é uma ou mais pessoas jurídicas:

Ex: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6023: informação e documentação – referências – elaboração. Rio de Janeiro, 2002. 24 p.

h) Literatura sem autoria expressa:

Ex: NOVAS Técnicas – Revestimento de sementes facilita o plantio. Globo Rural, São Paulo, v. 9, n. 107, p. 7-9, jun. 1994.

i) Documento cartográfico:

Ex: INSTITUTO GEOGRÁFICO E CARTOGRÁFICO (São Paulo, SP). Regiões de governo do Estado de São Paulo. São Paulo, 1994. 1 atlas. Escala 1:2.000.

j) Em meio eletrônico (CD e Internet): Os documentos /informações de acesso exclusivo por computador (online) compõem-se dos seguintes elementos essenciais para sua referência:

AUTOR. Denominação ou título e subtítulo (se houver) do serviço ou produto, indicação de responsabilidade, endereço eletrônico entre os sinais <> precedido da expressão – Disponível em: – e a data de acesso precedida da expressão – Acesso em:.

Ex: BRASIL. Ministério da Agricultura e do abastecimento. SNPC – Lista de Cultivares protegidas. Disponível em: <<http://agricultura.gov.br/scpn/list/200.htm>>. Acesso em: 08 set. 2008.

GUNCHO, M. R. A educação à distância e a biblioteca universitária. In: SEMINÁRIO DE BIBLIOTECAS UNIVERSITÁRIAS, 10., 1998, Fortaleza. Anais... Fortaleza: Tec Treina, 1998. 1 CD-ROM.

UNIDADES E SÍMBOLOS DO SISTEMA INTERNACIONAL ADOTADOS PELA
REVISTA CAATINGA

Grandezas básicas	Unidades	Símbolos	Exemplos
Comprimento	metro	m	
Massa quilograma	quilograma	kg	
Tempo	segundo	s	
Corrente elétrica	amper	A	
Temperatura termodinâmica	Kelvin	K	
Quantidade de substância	mol	mol	
Unidades derivadas			
Velocidade	---	$m s^{-1}$	$343 m s^{-1}$
Aceleração	---	$m s^{-2}$	$9,8 m s^{-2}$
Volume	Metro cúbico, litro	M^3, L^*	$1 m^3, 1\ 000 L^*$
Frequência	Hertz	Hz	10 Hz
Massa específica	---	$Kg m^{-3}$	$1.000 kg m^{-3}$
Força	newton	N	15 N
Pressão	pascal	pa	$1,013 \cdot 10^5 Pa$
Energia	joule	J	4 J
Potência	watt	W	500 W
Calor específico	---	$J (kg ^0C)^{-1}$	$4186 J (kg ^0C)^{-1}$
Calor latente	---	$J kg^{-1}$	$2,26 \cdot 10^6 J kg^{-1}$
Carga elétrica	coulomb	C	1 C
Potencial elétrico	volt	V	25 V
Resistência elétrica	ohm	Ω	29Ω
Intensidade de energia	Watts/metros quadrado	$W m^{-2}$	$1.372 W m^{-2}$
Concentração	Mol/metro cúbico	$Mol m^{-3}$	$500 mol m^{-3}$
Condutância elétrica	siemens	S	300 S
Condutividade elétrica	desiemens/metr o	$dS m^{-1}$	$5 dS m^{-1}$
Temperatura	Grau Celsius	0C	$25 ^0C$
Ângulo	Grau	0	30^0
Porcentagem	---	%	45%

Números mencionados em sequência devem ser separados por ponto e vírgula (;). Ex: 2,5;
4,8; 5,3