



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO ANIMAL – UFERSA/UFRN

HERÁCLITO LIMA DE SOUZA COSTA

**DESENVOLVIMENTO E NODULAÇÃO DE LEGUMINOSAS ARBÓREAS  
FORRAGEIRAS EM SOLOS DO SEMIÁRIDO POTIGUAR**

MOSSORÓ  
2015

HERÁCLITO LIMA DE SOUZA COSTA

**DESENVOLVIMENTO E NODULAÇÃO DE LEGUMINOSAS ARBÓREAS  
FORRAGEIRAS EM SOLOS DO SEMIÁRIDO POTIGUAR**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural do Semiárido – UFRSA, Campus de Mossoró, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Produção Animal.

Linha de pesquisa: Produção, manejo e conservação de forragens.

Orientador: Prof. Dra. Liz Carolina da Silva  
Lagos Cortes Assis

Co-orientador: Dr. Luiz Januário Magalhães  
Aroeira

MOSSORÓ  
2015

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Biblioteca Central Orlando Teixeira (BCOT)  
Setor de Informação e Referência**

C837d Costa, Heráclito Lima de Souza.

Desenvolvimento e nodulação de leguminosas arbóreas  
forrageiras em solos do semiárido potiguar / Heráclito  
Lima de Souza Costa. - Mossoró, 2015.  
49f: il.

Orientador: Liz Carolina da Silva Lagos Cortes Assis

Dissertação (Mestrado em Produção Animal) –  
Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Pró-Reitoria  
de Pesquisa e Pós-Graduação.

1. Caatinga. 2. Jucá. 3. Sabiá. 4. Fertilidade do solo. I.  
Título

RN/UFERSA/BCOT/416

CDD 633.3

Bibliotecária: Vanessa Christiane Alves de Souza Borba  
CRB-15/452

HERÁCLITO LIMA DE SOUZA COSTA

DESENVOLVIMENTO E NODULAÇÃO DE LEGUMINOSAS  
ARBÓREAS FORRAGEIRAS EM SOLOS DO SEMIÁRIDO POTIGUAR

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural do Semiárido – UFERSA, Campus de Mossoró, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Produção Animal.


Linha de pesquisa: Produção, manejo e conservação de forragens.

APROVADA EM: 26/02/2015


BANCA EXAMINADORA:



Prof. Dra. Liz Carolina da Silva Lagos Cortes Assis - UFERSA  
Orientador



Prof. Dra. Jeane Cruz Portela - UFERSA  
Primeiro Membro



Prof. Dr. Alexandre Paula Braga - UFERSA  
Segundo Membro

Ao meu Avô Adonias Soares de Souza (*in memoriam*) por ter sido para mim um exemplo de coragem, determinação, e força para enfrentar todos os problemas e dificuldades da vida.

Dedico

Ao meu pai Francisco Costa, a minha mãe Maria Lima de Souza Costa e aos meus irmãos Helder, Hércules e Maria Taynnara por todo apoio, amor e carinho.

Ofereço

*“A mente que se abre a uma nova ideia jamais  
voltará ao seu tamanho original”.*

(Albert Einstein)

## AGRADECIMENTOS

À Deus pela força nos momentos mais difíceis ao longo da minha vida, pela proteção e amor.

Aos meus pais Francisco e Maria que acreditaram em mim e me apoiaram em tudo, incentivando sempre os meus estudos e a busca pelo conhecimento.

A Universidade Federal Rural do Semiárido e ao Programa de Pós-graduação em Produção Animal pela oportunidade no curso de mestrado.

Aos professores do PPGPA pelo conhecimento e por terem contribuído na minha formação acadêmica.

A CAPES pela concessão da bolsa de estudo.

A professora Liz Carolina pela orientação, conhecimento, pela confiança depositada em mim e por estar sempre à disposição para condução do trabalho.

Ao meu coorientador Luiz Aroeira pelo apoio, amizade e conhecimento transmitido.

A professora Jeane Cruz Portela pelo auxílio nas análises físicas e químicas de minhas amostras e pela amizade.

Ao laboratório LASAP e toda sua equipe técnica pelo empenho e ajuda nas análises de solo.

A Professora Elizangela Cabral pela amizade e solidariedade nas análises estatísticas.

Ao meu amigo Luiz Henrique pela ajuda nas coletas, análises e na condução do experimento.

A minha esposa Priscila Hilário Fonseca pelo amor, companheirismo, estímulo e ajuda nas minhas coletas.

A todos os meus amigos do curso de zootecnia: Andressa Souza, Gean Rafael, Italo Magalhães, Isis Souza, Josemário, Léo Junior, Otoniel, Raiza, Vitor que deram grande ajuda na coleta de dados do experimento.

A Alcilene Moraes pela amizade e determinação, que sempre se dispôs a ajudar durante as coletas de dados e análises laboratoriais.



## DESENVOLVIMENTO E NODULAÇÃO DE LEGUMINOSAS ARBÓREAS FORRAGEIRAS EM SOLOS DO SEMIÁRIDO POTIGUAR

COSTA, Heráclito Lima de Souza. DESENVOLVIMENTO E NODULAÇÃO DE LEGUMINOSAS ARBÓREAS FORRAGEIRAS EM SOLOS DO SEMIÁRIDO POTIGUAR. 2015. 49f . Dissertação (Mestrado em Produção Animal: Produção, manejo e conservação de forragens) - Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), Mossoró-RN, 2015.

RESUMO: O sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.) e o jucá (*Caesalpinia férrea* Mart. ex. Tul) são espécies da família leguminosae e fazem parte da vegetação nativa do semiárido nordestino a Caatinga. O objetivo desse trabalho foi avaliar o desenvolvimento da planta e nodulação de espécies arbóreas em diferentes usos do solo no Semiárido Potiguar. Para realização do experimento foram coletadas nove amostras de solos com diferentes usos: três amostras com cultivos agrícolas (AG), três amostras de mata nativa (MN) e três amostras com características de degradação (DE). Foram realizadas análises física e química dos solos, sendo processados e distribuídos em sacos de mudas com capacidade de 5L, com uma planta por saco. O experimento foi conduzido em casa de vegetação. A colheita do experimento foi realizada aos 90 dias após transplântio. As variáveis analisadas foram: altura da planta (AP), diâmetro do colo (DC), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raiz (MSR), massa seca da planta inteira (MSPI) e número de nódulos (NN). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 9 tratamento e 3 repetições. Foi observado menor DC, MSPA, MSR e MSPI nos solos MA2, DE1 e DE2 para o sabiá. Para o jucá o menor desenvolvimento das plantas foi nos solos MA2 e DE2. O sabiá apresentou nodulação em todos os solos, enquanto o jucá não formou nódulo nenhum. Os solos com características de degradação proporcionaram ao sabiá maior numero de nódulos que os solos agricultáveis e de mata nativa.

PALAVRAS CHAVE: Caatinga, jucá, sabiá, fertilidade do solo

## DEVELOPMENT AND NODULATION LEGUMES TREE FORAGE IN THE SOIL SEMIARID POTIGUAR

COSTA, Heráclito Lima de Souza Costa. DEVELOPMENT AND NODULATION LEGUMES TREE FORAGE IN THE SOIL SEMIARID POTIGUAR. 2015. 50f. Master Science Degree in Animal Science: Área: Produção Animal \_\_\_\_\_ - Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2015.

**ABSTRACT:** The sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.) and the jucá (*Caesalpinia férrea* Mart. ex. Tul) are species of the leguminosae family and are part of the native vegetation of the northeastern semiarid the Caatinga. The objective of this study was to evaluate the development of the plant and nodulation of arboreal species in different land uses in the Potiguar semiarid. To perform the experiment were collected nine soil samples with different uses: three samples with agricultural cultivation (AC), three samples of native forest (NF) and three samples with degradation characteristics (DE). Physical analysis and soil chemistry were made, and also processed and distributed in bags of seedlings with 5L capacity, with one plant per bag. The experiment was conducted in a greenhouse. The harvest of the experiment was performed 90 days after the transplanting. The variables analyzed were: plant height (PH), stem diameter (SD), dry matter of the aerial part (DMAP), root dry weight (RDW), dry matter of the whole plant (DMWP) and number of nodes (NN). The experimental design was completely randomized, with 9 treatment and 3 repetitions. We found a smaller SD, DMAP, RDW and DMWP in NF2 soils, DE1 and DE2 to the sabiá. For the jucá the lowest growth of plants was in NF2 and DE2 soils. The sabiá presented nodulation in all soils, while the jucá not formed any nodule. Soils with degradation characteristics provided the sabiá greater number of nodes than the agricultural soils and native vegetation.

**KEY WORDS:** Caatinga, jucá, sabiá, soil fertility,

## SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO GERAL .....	14
2.REFERENCIAL TEÓRICO .....	16
2.1 O BIOMA CAATINGA .....	16
2.2 ESPÉCIES DA CAATINGA COM POTENCIAL FORRAGEIRO .....	17
2.2.1 SABIÁ, JUCÁ .....	17
2.3 LEGUMINOSAS E FIXAÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO .....	18
2.4 FATORES ABIÓTICOS À FIXAÇÃO DE NITROGÊNIO .....	20
3.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	22
CAPITULO II – DESENVOLVIMENTO DA PLANTA E NODULAÇÃO DE DUAS LEGUMINOSAS FORRAGEIRAS EM DIFERENTES USOS DO SOLO NO SEMIARIDO POTIGUAR.....	27
RESUMO .....	29
ABSTRACT .....	30
INTRODUÇÃO .....	30
MATERIAL E MÉTODOS .....	31
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	35
CONCLUSÕES.....	40
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	40

## LISTA DE TABELAS

### CAPITULO II

Tabela 1- Localização e descrição das áreas de uso da terra nos municípios de Apodi, Angicos e Mossoró/RN.....	32
Tabela 2- Análise granulométrica e classificação textural de solos com diferentes usos. RN, 2015.....	33
Tabela 3 - pH, teores de nitrogênio, fósforo e de bases trocáveis de solos com diferentes usos. RN, 2015.....	33
Tabela 4 - Matéria orgânica, alumínio trocável ( $Al^{3+}$ ), acidez potencial ( $H+Al$ ), soma de bases (S), capacidade de troca catiônica (CTC), saturação por bases (V), saturação por alumínio (m) e porcentagem de sódio trocável (PST), em diferentes usos do solo. RN, 2015.....	34
Tabela 5 - Massa seca de mudas de sabiá e jucá aos 90 dias, em diferentes uso do solo no semiárido potiguar. ....	38

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO II

- Figura 1. Aumento médio no crescimento em altura da planta aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias, após transplântio em diferentes uso do solo no semiárido potiguar, para as especies arboreas sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.) e jucá (*Caesalpinia férrea* Mart. ex. Tul). A análise de variância e teste de médias foi aplicado para a avaliação de 90 dias. Médias com mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ( $P < 0,01$ ). ..... 36
- Figura 2. Aumento médio no crescimento em diâmetro do colo aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias, após transplântio em diferentes uso do solo no semiárido potiguar, para as especies arboreas sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.) e jucá (*Caesalpinia férrea* Mart. ex. Tul). A análise de variância e teste de médias foi aplicado para a avaliação de 90 dias. Médias com letras diferentes diferem estatisticamente ( $P > 0,05$ ) pelo teste de Scott-Knott. \*\*significativo a 1% de probabilidade, \* significativo a 5% de probabilidade. .... 37
- Figura 3. Valor médio do número de nódulos no sabiá por uso do solo no semiárido Potiguar. RN, 2015. AG= solos agricultáveis (1, 2 e 3); MN= solos de mata nativa (1, 2 e 3) e DE= solos degradados (1, 2 e 3). O jucá não apresentou nodulação em nenhum dos solos estudados..... 39

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

A Caatinga nordestina vem sendo explorada pelo homem desde antes da colonização e até hoje se fundamenta em processos extrativistas para obtenção de produtos de origem pastoril, agrícola e madeireiro. As consequências desse modelo predatório afetam diretamente os recursos naturais renováveis da Caatinga, com perdas na diversidade florística e faunística, com aumento dos processos de erosão e declínio da fertilidade do solo (ARAÚJO FILHO; CARVALHO, 1997).

A degradação do solo está geralmente associada às práticas inadequadas de manejo, pela perda da fertilidade, matéria orgânica e redução da disponibilidade de nutrientes. Em consequência disso, estima-se que entre 30 e 51% da área da Caatinga foi alterada por atividades antrópicas (CASTELLETTI, et al., 2004). Isso já pode ser observado em extensas áreas dos sertões, em que os solos já apresentam erosão laminar, caracterizados pelo crescente aparecimento de seixos rolados, pela compactação do solo e pela exposição do horizonte B. Com isso, o processo da desertificação avança pelo Semiárido Nordeste, resultante principalmente dos séculos de depredação dos recursos de solo e vegetação pelas explorações agrícola e pastoril (ARAÚJO FILHO, 2013).

No Rio Grande do Norte, áreas que representam quase 25% da superfície do estado apresentam elevado grau de devastação, tendo sido classificadas como zonas muito graves em relação à desertificação (IDEMA, 2002). Nesse contexto, o processo de regeneração da vegetação nativa depende do restabelecimento dos estoques iniciais de nutrientes perdidos juntamente com a biomassa vegetal cortada e queimada. Dentre os nutrientes, o nitrogênio (N) é o mais crítico para o crescimento da maioria das plantas (HOOPER; JOHNSON, 1999).

Os solos do semiárido apresentam pouco nitrogênio, acumulado na matéria orgânica e em baixas proporções nesses solos, por causa da produção vegetal limitada e da mineralização rápida na época de chuvas (SALCEDO; SAMPAIO, 2008). Na vegetação madura, a reciclagem é capaz de suprir as quantidades mínimas que as plantas requerem para seu crescimento limitado. Os distúrbios graves, como as queimadas ou as intensas erosões, eliminam boa parte da matéria orgânica e com ela o estoque de nitrogênio (FREITAS; SAMPAIO, 2008). Uma alternativa para minimizar esta situação, vem com a reposição de nutrientes, principalmente o nitrogênio (N), por meio da fixação biológica (FBN).

A FBN é realizada pela associação entre bactérias e leguminosas. A introdução de leguminosas fixadoras de N em pastagens contribui enriquecendo a forragem produzida, pois

essas espécies normalmente apresentam elevado teor de proteína e também promovem a melhoria da fertilidade dos solos (FREITAS et al., 2011).

O uso de leguminosas na recuperação de áreas degradadas é uma técnica com aplicação em diversos ambientes e objetiva criar condições para acelerar o processo de recuperação natural do ecossistema (RESENDE et al., 2013). Diante disso, espécies nativas adaptadas às condições de altas temperaturas e baixa disponibilidade de água do semiárido, podem ser capazes de crescer e, potencialmente, fixar nitrogênio com vantagem sobre outras espécies (FREITAS et al., 2011). Aliado a isto, a introdução do componente arbóreo possibilita ganhos para produção animal, proporcionando aos animais maior conforto térmico através da disponibilidade de áreas sombreadas, produção de forragem, principalmente no período de estiagem, além do benefício da função ecológica (FRANCO et al., 2003).

Dessa forma, faz-se necessário a identificação de leguminosas nativas da Caatinga com potencial de nodulação em solos com diferentes tipos de utilização pelo homem, identificando dessa forma, a mais promissora para a FBN ao solo e auxilie na recuperação de áreas degradadas e alimentação animal, permitindo assim, uma exploração sustentável e ambientalmente correta, a partir de sua utilização em sistemas silvipastoris que permitem a produção integrada de animais, pastagem e madeira, em uma mesma área.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 O BIOMA CAATINGA

A vegetação da Caatinga se estende por quase todos os estados do Nordeste brasileiro, exceto o estado do Maranhão e abrange parte do Norte de Minas Gerais, destacado como Bioma exclusivamente Brasileiro. Na cobertura vegetal das áreas da região nordeste, a Caatinga cobre cerca de 800.000 Km<sup>2</sup>, corresponde a 70% da região e 11% do território nacional (DRUMOND et al., 2000). É popularmente conhecida também como sertão, agreste, cariri, seridó, carrasco – denominações populares para as diferentes formações vegetais do Bioma (ARAÚJO FILHO, 2013).

A vegetação da Caatinga é rala e espinhosa, com a maioria das espécies caducifólias submetidas a deficiência hídrica na maior parte do ano, devido a baixa pluviosidade, má distribuição das chuvas, alta taxa de evapotranspiração e baixa capacidade de retenção de água dos solos, em geral rasos e pedregosos (ANDRADE-LIMA, 1989). Essa sazonalidade climática delimita duas estações distintas: uma estação chuvosa curta que compreende de três a cinco meses, e uma seca, que dura de sete a nove meses, podendo prolongar-se por anos (LIMA, 2011).

A diversidade em paisagens e tipos vegetacionais sobre o domínio da Caatinga ocorre devido às variações geomorfológicas, climáticas, topográficas, e à ação antrópica, que influenciam a distribuição, riqueza e diversidade de suas espécies vegetais. Já o crescimento e a densidade da comunidade vegetal desse ecossistema estão relacionados não somente com as precipitações pluviais, mas também com as características químicas e físicas do solo (ARAÚJO FILHO, 2013).

Não há uma lista completa para as espécies da Caatinga, encontradas em suas diferentes condições edafoclimáticas. As famílias mais frequentes são Caesalpinaceae, Mimosaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae e Cactaceae, sendo os gêneros *Senna*, *Mimosa* e *Pithecellobium* os com maior número de espécies (DRUMOND, et al., 2000). Essas famílias que compõe a vegetação típica da Caatinga participam como uma importante fonte de alimento para os animais. Em Estudo realizado por Santos et al., (2011) no Semiárido Sergipano, destacaram a representatividade e a diversidade de espécies com potencial forrageiro, com as famílias Anacardiaceae, Fabaceae e Caesalpinaceae as de maior ocorrência na presente área.



## 2.2 ESPÉCIES DA CAATINGA COM POTENCIAL FORRAGEIRO

A vegetação lenhosa da caatinga, em sua maioria formada por espécies caducifólias no período seco, adiciona ao solo cerca de quatro toneladas de matéria seca de folhas e galhos por ano, contribuindo, assim, com um papel fundamental na reciclagem de nutrientes. Contudo, cerca de 70% das espécies lenhosas de alguns sítios ecológicos participam da dieta de bovinos, caprinos e ovinos (ARAÚJO FILHO, 2013).

Entre as diversas espécies, destacam-se: o angico (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth)), o pau-ferro (*Caesalpinia ferrea* Mart. ex. Tul.), a catingueira, a catingueira-rasteira (*Caesalpinia microphylla* Mart.), a canafistula (*Senna spectabilis* var. *excelsa* (Sharad) H.S.Irwin & Barnely), o marizeiro (*Geoffraea spinosa* Jacq.), a jurema-preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poiret), o sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* (Benth.)), o rompe-gibão (*Pithecelobium avaremotemo* Mart.) e o juazeiro (*Zizyphus joazeiro* Mart.), entre as espécies arbóreas; o mororó (*Bauhinia* sp.), o engorda-magro (*Desmodium* sp.), a marmelada-de-cavalo (*Desmodium* sp.), o feijão-bravo (*Capparis flexuosa* L.), o matapasto (*Senna* sp.) e as urinárias (*Zornia* sp.), entre as espécies arbustivas e subarbustivas; as mucunãs (*Stylozobium* sp.) as cunhãs (*Centrosema* sp.), entre as lianas e rasteiras (DRUMOND, 2000).

Dentre as espécies de leguminosas arbóreas que são bem adaptadas à região semiárida que podem se beneficiar da fixação biológica de nitrogênio (FBN), e fornecer nutrientes para dieta animal foram escolhidas para o estudo o sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.) e o jucá (*Caesalpinia ferrea*).

### 2.2.1 SABIÁ, JUCÁ

O sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.) ocorre naturalmente nos estados do Rio Grande do Norte, Piauí e Ceará, na região nordeste do Brasil. Trata-se de uma árvore de pequeno porte, que pode atingir altura de 7 a 8 metros; o tronco apresenta acúleos que desaparecem com a idade, produzindo madeira muito valorizada e utilizada como estacas e mourões para confecção de cercas. Sua folhagem é considerada uma valiosa fonte de alimento para grandes e pequenos ruminantes, principalmente na época seca. As folhas possuem alto valor nutricional, contendo aproximadamente 17% de proteína bruta (PB) segundo Ribaski et al., (2003).

O jucá (*Caesalpinia férrea* Mart. ex. Tul) é encontrado do Ceará até a Bahia, caracteriza-se por ser uma árvore de pequeno porte, cresce em diferentes condições de solo, possui frutos tipo vagem que é muito procurada por animais silvestres e domésticos. Apresenta-se sempre verde renovando sua folhagem na época seca. Floresce na estação chuvosa e possui raízes profundas (CAMPANHA; ARAÚJO, 2010). É utilizada em programas de reflorestamento de áreas degradadas, principalmente na primeira fase de restauração florestal, para recuperação de solos e enriquecimento de capoeiras, matas empobrecidas e para reposição de matas ciliares (MAIA, 2004). As folhas apresentam em torno de 19% de proteína bruta (PB) (CARVALHO et al., 2006).

### **2.3 LEGUMINOSAS E FIXAÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO**

A Família botânica Leguminosae é uma das mais importantes nos trópicos, possuindo representantes herbáceos, arbustivos e arbóreos distribuídos em mais de 650 gêneros (POLHIL, et al., 1981), utilizadas com fins econômicos (madeira, celulose, forragem) e ambientais (adubação verde, recuperação de áreas degradadas e solos de baixa fertilidade natural) (FLORENTINO; MOREIRA, 2009). Algumas espécies dessa família possuem característica peculiar, que é a capacidade de associar-se a microrganismos diazotróficos e fixar biologicamente nitrogênio ao solo. A capacidade diazotrófica está restrita a Bactéria e Archaea, incluindo cianobactérias e bactérias Gram positivas e Gram negativas (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).

O nitrogênio é um importante componente de muitas moléculas biológicas, assim sua disponibilidade é fundamental para o crescimento das plantas. A atmosfera é rica em nitrogênio, mas esta indisponível para maioria dos organismos. Essa limitação é superada por grande número de leguminosas por meio da relação simbiótica com bactérias do solo, coletivamente chamados de rizóbios (REID et al., 2011). Esses microrganismos invadem as raízes de leguminosas compatíveis, conduzindo o desenvolvimento de estruturas especializadas chamadas nódulos (FERGUSON et al., 2010).

Com a invasão das raízes e formação dos nódulos, os rizóbios são capazes de fixar de forma biológica o nitrogênio atmosférico ( $N_2$ ), pelo complexo enzimático chamado de nitrogenase (REID et al., 2011). Essa enzima é capaz de promover a quebra da tripla ligação que une dois átomos de nitrogênio atmosférico ( $N_2$ ), transformando em amônia ( $NH_3$ ) que é assimilável pelas plantas.

A enzima nitrogenase que atua no processo de fixação do N é composta por duas unidades: a dinitrogenase redutase (também chamada de componente II ou Fe-proteína) e a dinitrogenase (componente I ou MoFe-proteína). Essa duas unidades interagem durante o processo de FBN, onde a dinitrogenase redutase é responsável pela transferência de elétrons para que ocorra a redução do N<sub>2</sub>, sendo mais sensível ao oxigênio que a dinitrogenase, e esta por sua vez, apresenta o sítio ativo da reação, onde são encontradas condições adequadas para a redução do N<sub>2</sub> (REIS; TEIXEIRA, 2005). Por ser muito sensível ao oxigênio a nitrogenase requer condições anaeróbias para purificação de seus dois componentes na forma ativa (EADY, 1980). Com isso, as bactérias diazotróficas necessitam de oxigênio para prover ATP e ao mesmo tempo precisam proteger a nitrogenase de seu efeito deletério. Desse modo, esses microrganismos criaram estratégias limitando o acesso de oxigênio à enzima como o crescimento microaerofílico e modificações morfológicas (nódulos) em leguminosas, como também uma barreira de difusão ao oxigênio nos nódulos (YATES et al., 1997).

Nas leguminosas, a nodulação e a eficiência da fixação estão relacionadas a fatores da planta, da bactéria, do clima e do solo. No entanto, na ausência de populações nativas de bactérias nodulíferas específicas à determinada espécie vegetal, a simbiose não se estabelece. Contudo, populações de rizóbios que nodulam leguminosas são abundantes em solos de regiões onde as espécies são nativas (SOUZA et al., 2007; BALA et al., 2003). Com isso, se a associação (bactéria + planta) for eficiente, o N fixado pode suprir quase todas as necessidades do vegetal, dispensando o uso de fertilizantes nitrogenados e oferecendo assim, vantagens econômicas e ecológicas (REIS JUNIOR et al., 2011).

Atualmente são conhecidos 12 gêneros e 62 espécies de rizóbios e há tendência à ampliação desses números considerando-se que a maioria das leguminosas, sobretudo nas regiões tropicais do planeta ainda não foi estudada (SANTOS, et al., 2008). Em estudos com leguminosas arbóreas nativas, foram isolados e classificados os seguintes gêneros: *Rhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Sinorhizobium* e *Mesorhizobium* (ZAHKAN, 2001). Contudo, à medida que novos estudos surgem são propostas reclassificações das estirpes, com novos gêneros, como *Burkholderia* (VANDAME et al., 2002) *Azorhizobium* e *Methylobacterium* (MENNA et al., 2006).

A capacidade de fixação biológica de nitrogênio (FBN) embora esteja presente em um grande número de espécies, não é comum a todas as leguminosas, variando entre subfamílias, gêneros e mesmo entre espécies de mesmo gênero (ALLEN; ALLEN, 1981). A maioria das espécies nodulantes pertence à subfamília Papilionoideae, em que 97% das espécies avaliadas são capazes de nodular. Para as Mimosoideae essa capacidade foi provada em 90% das

espécies examinadas e para as Caesalpinoideae foi observado que somente 23% são capazes de fixar nitrogênio (ALLEN; ALLEN, 1981; FARIA et al., 1989).

Na Caatinga foram identificados 86 gêneros e 320 espécies de leguminosas, distribuídas em: Mimosoideae com 23 gêneros e 99 espécies; Papilonoideae com 41 gêneros e 124 espécies; e Caesalpinoideae com 22 gêneros e 97 espécies (QUEIROZ, 2009).

No Brasil, os estudos sobre a identificação de espécies arbóreas capazes de fixar nitrogênio ainda são incipientes, apesar disso, alguns trabalhos foram realizados por Moreira et al., (1992); Souza et al.,(1994); Moreira, (1997); Faria et al., (2010) com espécies Amazônicas. Já estudos sobre a nodulação de leguminosas da Caatinga ainda é bastante incompleto quando levamos em consideração a importância quantitativa (ARAUJO et al., 2002) juntamente com alto grau de endemismo de suas espécies (QUEIROZ, 2002).

## **2.4 FATORES ABIÓTICOS À FIXAÇÃO DE NITROGÊNIO**

Os principais fatores abióticos que interferem na nodulação e na eficiência simbiótica são: pH, temperatura, salinidade.

O pH e a disponibilidade de alguns nutrientes no solo exercem grande influência sobre a eficiência da fixação de nitrogênio. Assim, o pH afeta a simbiose se for abaixo ou acima do valor ideal. Para uma boa eficiência das bactérias fixadoras o pH do solo deve ser em torno de 6,5. É observado, que altos teores de alumínio trocável ( $Al^{3+}$ ) e ions  $H^+$  prejudicam o desenvolvimento radicular, o crescimento do rizóbio e a infecção do sistema radicular (SILVA et al., 2002).

A acidez do solo afeta particularmente os aspectos nutricionais como menores teores de fósforo, cálcio e magnésio, bem como teores excessivos de alumínio e manganês. O efeito do alumínio com pH abaixo de 5,0 limita o crescimento das plantas. É observado que o alumínio trocável em níveis tóxicos prejudica o sistema radicular por inibir o alongamento da raiz principal e engrossamento das pontas das raízes, com isso ocorre uma menor exploração do volume de solo pelas plantas, reduzindo o a absorção de nutrientes e o aproveitamento da água do solo (GOMES et al., 2002).

O efeito relacionado com a condição de acidez é mais importante nas plantas dependentes da FBN do que naquelas que recebem fertilizantes nitrogenado ou orgânico sendo que a simbiose é mais afetada do que o desenvolvimento vegetal em si. Quanto à

bactéria, os efeitos relatados são redução da população rizobiana, combinada frequentemente com a redução da eficiência das bactérias remanescentes. (FIGUEIREDO et al., 2008).

Para que ocorra o processo de nodulação de forma efetiva é importante que a temperatura seja compatível à atividade da enzima nitrogenase. A temperatura ideal para o seu funcionamento é de 25°C, enquanto temperaturas por volta de 15°C diminuem ou inibem várias raças de bactérias fixadoras (ZHANG et al., 1996).

Na fixação biológica de nitrogênio (FBN) a salinidade afeta a simbiose leguminosa-Rhizobium impedindo passos iniciais da infecção do pêlo radicular pela bactéria (BOUHMOUCH et al., 2005), impedindo assim o início do processo de nodulação (ZAHARAN, 1992 ). Porém, a influência da salinidade no processo de FBN varia conforme a espécie, o nível de salinidade e a estirpe de rizóbio (FREIRE et al., 2010). Isso foi demonstrado por Freire et al., (2010) que trabalharam com fixação biológica de nitrogênio em *Leucaena* (*Leucaena leucocephala* (Lam.) De Wit.) com diferentes níveis de salinidade com e sem inoculação e concluíram a salinidade não afeta a nodulação das plantas de *Leucaena* nas condições em que foi realizado o estudo.

### 3. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, O.N.; ALLEN, E.K. **The Leguminosae: a source book of characteristics use and nodulation**. Wisconsin, University of Wisconsin Press, 812p. 1981.

ANDRADE-LIMA, D. **Plantas das caatingas**. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 1989.

ARAÚJO FILHO, J.A. **Manejo pastoril sustentável da caatinga** / João Ambrósio de Araújo Filho. – Recife, PE: Projeto Dom Helder Câmara, 2013.

ARAUJO, E.L.; SILVA, S.I.; FERRAZ, E.M.N. **Herbáceas da Caatinga de Pernambuco**. In: TABARELLI, M.; SILVA, J.M.C. (Orgs) Diagnostico da biodiversidade de Pernambuco. Recife: Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente, p.183-187, 2002.

ARAÚJO FILHO, J. A.; CARVALHO, F. C. **Desenvolvimento sustentado da caatinga**. Sobral: EMBRAPA-CNPC, 1997. 19p. EMBRAPA-CNPC. Circular Técnica, 13

BALA, A. et al. Nodulation of tree legumes and the ecology of their native rhizobial populations in tropical soils. **Applied Soil Ecology**, v. 22, 211-223 p. 2003.

BOUHMOUCH, I. et al. Influence of host cultivars and Rhizobium species on the growth and symbiotic performance of *Phaseolus vulgaris* under salt stress. **Journal of Plant Physiology**, v. 162, n. 10, p. 1103-1113, 2005.

CASTELLETTI, C. H. M. et al. Quanto ainda resta da Caatinga? Uma estimativa preliminar. In: SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M.; FONSECA, M. T.; LINS, L. V. (Orgs.) **Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação**. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 2004. p. 91-100.

CAMPANHA, M.M.; ARAÚJO. F.S. **Arvores e Arbustos do Sistema Agrossilvipastoril Caprinos e Ovinos**. Documentos, 96. Embrapa Caprinos e Ovinos. Sobral, CE, 2010.

CARVALHO, G.M.C.; ALMEIDA, M.J.O.; ARAÚJO NETO, R.B. **Produção de feno no Semi-Árido**. Teresina-PI : Embrapa Meio-Norte, (Documentos / Embrapa Meio-Norte, ISSN 0104-866X ; 149) 2006.

DRUMOND, M. A. et al. **Estratégias para o Uso Sustentável da Biodiversidade da Caatinga**. In: Avaliação e identificações de ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade do bioma caatinga. Seminário “Biodiversidade da Caatinga”, realizado em Petrolina; Pernambuco, na Embrapa Semiárido, no período de 21 a 26 de maio de 2000.

EADY, R. E. Methods for studying nitrogenase. In: BERGERSEN, F. J., (Ed.). **Methods for evaluating biological nitrogen fixation**. Chichester: John Wiley, 1980. p. 213-264.

FARIA, S.M. et al. Evaluating the nodulation status of leguminous species from the Amazonian forest of Brazil. **Journal of Experimental Botany**, Vol. 61, No. 11, pp. 3119–3127, 2010.

FARIA, S.M et al. Occurrence of nodulation in the leguminosae. **New phytologist**. V.111, p. 607-619, 1989.

FERGUSON, B.J. et al. Molecular Analysis of Legume Nodule Development and Autoregulation. **Journal of Integrative Plant Biology**, 52 (1): 61–76. 2010.

FIGUEIREDO, M. V. B. et al. **Fatores bióticos e abióticos à fixação do N<sub>2</sub>**. In: Figueiredo, M.V.B.; Burity, H.A.; Stamford, N.P.; Santos, C.E.R.S. (Org.). *Microrganismos e Agrobiodiversidade: O novo desafio para agricultura*. Guaíba-RS: AGROLIVROS- Edição e Comércio de Livros Ltda., v. 1, p. 39-64. 2008.

FLORENTINO, L.A.; MOREIRA, F.M.S. Características simbióticas e fenotípicas de *Azorhizobium doebereineriae*, microsimbiote de *Sesbania virgata*. **Revista. Árvore**, Viçosa-MG, v.33, n.2, p.215-226, 2009.

FRANCO, A.A.; RESENDE, A.S.; CAMPELO, E.F.C. **Importância das leguminosas arbóreas na recuperação de áreas degradadas e na sustentabilidade de sistemas agroflorestais**. EMBRAPA Agrobiológica. 2003.

FREIRE, A. L.O; RODRIGUES, T.J.D; MIRANDA, J.R.P. Fixação biológica do nitrogênio e crescimento de plantas de leucena (*Leucaena leucocephala* (lam.) de wit.) sob salinidade. **Revista Caatinga**, vol. 23, núm. 1, enero-marzo, pp. 90-96. 2010.

FREITAS, A.D.S. et al. Nodulação e fixação de nitrogênio por forrageiras da caatinga cultivadas em solos do semiárido paraibano. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.40, n.9, p.1856-1861, 2011.

FREITAS, A.D.S.; SAMPAIO, E.V.S.B. **Fixação biológica do N<sub>2</sub> em leguminosas arbóreas da Paraíba e de Pernambuco**. In: MENEZES, R.S.C.; SAMPAIO, E.V.S.B.; SALCEDO, I.H. (Eds.) Fertilidade do solo e produção de biomassa no semiárido. Recife: Editora UFPE, p.27-46. 2008.

GOMES, F.T. Nodulação, fixação de nitrogênio e produção de matéria seca de alfafa em resposta a doses de calcário, com diferentes relações cálcio : magnésio. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.32, n.6, p.925-930, 2002.

HOOVER, D.U.; JOHNSON, L. Nitrogen limitation in dryland ecosystems: Responses to geographical and temporal variation in precipitation. **Biogeochemistry** 46:247-293, 1999.

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E MEIO AMBIENTE (IDEMA). **Política de controle da desertificação no Rio Grande do Norte**. Natal, 34p, 2002.

LIMA, B.G.L. **Caatinga: espécies lenhosas e herbáceas**. Mossoró-RN: EdUfersa, 2011.

MAIA, G. N. **Caatinga: arvores e arbustos e suas utilidades**. Gerda Nickel Maia. 1. ed. São Paulo, D & Z Computação Gráfica e editora, 2004.

MENNA, P. et al. Molecular phylogeny base on the 16S rRNA gene of elite rhizobial strains used in Brazilian commercial inoculants. **Systematic and Applied Microbiology**, v.29, p.315-332, 2006.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: Ed.: UFLA, 726p. 2006.

MOREIRA, F.M.S. Nodulação e crescimento de 49 leguminosas arbóreas nativas da amazônia em viveiro. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, 21:581-590, 1997.

MOREIRA, F.M.S.; SILVA, M.F.; FARIA, S.M. Occurrence of nodulation in legume species in the Amazon region of Brazil. **New Phytol.**, 121, 563-570.1992.



POLHILL, R. M.; RAVEN P.H., STIRTON, C. H. Evolution and systematics of the Leguminosae. In: **Advances in Legume Systematics**, ed. Polhill L.M.& Raven, P.H. 1- 26p. 1981.

QUEIROZ, L.P. **Leguminosas da caatinga**. Feira de Santana: Universidade Estadual de Feira de Santana; Kew, Royal Botanic Gardens; Associação Plantas do Nordeste, 467p. 2009.

QUEIROZ, L.P. Distribuição das espécies de leguminosas na Caatinga. In: SAMPAIO, E. V.S. B.;GIULIETTI, A. M. VIRGINIO, J.; GAMARRA-ROJAS, C. Vegetação e flora da Caatinga.APNE/CNIP, Recife, PE, p.141-153, 2002.

REIS, V. M.; TEIXERA, K. Fixação Biológica de nitrogênio – Estado da Arte. P. 151-180, 2005. In: Aquino, A. M. e Linhares (Eds.) **Processos Biológicos no Sistema solo-planta**, Embrapa Agrobiologia, Brasília-DF, Embrapa Informação tecnológica, 368p. 2005.

REIS JUNIOR, F.B. et al. Fixação biológica de nitrogênio: uma revolução na agricultura. In: FALEIRO, F.G.; ANDRADE, S.R.M. Pag. 247. **Biotecnologia: estado da arte e aplicações na agropecuária**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2011.

REID, D.E. et al. Molecular mechanisms controlling legume autoregulation of nodulation. **Annals of Botany** 108: 789–795, 2011.

RESENDE, A. S. et al. Uso de leguminosas arbóreas na recuperação de áreas degradadas. In: **Tópicos em Ciências do Solo**, Viçosa: SBCS, v. 8, p. 71-92. 2013.

RIBASKI, J. et al. Sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia*) Árvore de Múltiplo uso no Brasil. **Comunicado técnico**. Colombo, PR, dezembro, 2003.

SALCEDO, I. H.; SAMPAIO, E. V. S. B. Matéria orgânica do solo no bioma caatinga. In: SANTOS, G. A.; SILVA, L. S.; CANELLAS, L. P.; CAMARGO, F. A. O. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Metrópole, p. 419-441. 2008.

SANTOS, M.J.C; SANTOS,F.R. Leguminosas arbustivas –arbóreas em sistema silvipastoril no semiárido sergipano para alimentação de ovinos. **ACSA - Agropecuária Científica no Semiárido**, v.07, n 03 abril/junho,p. 25 – 30. 2011.

SANTOS, L.A. REIS, V.M. A formação do nódulo em leguminosas. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 14 p. **Documentos / Embrapa Agrobiologia**, ISSN 1517-8498; 251. 2008.

SANTOS, C. E. R. S. et al. **Fixação Simbiótica do N<sub>2</sub> em leguminosas tropicais**. In: Figueiredo, M. V. B.; Burity, H. A.; Stamford, N. P.; Santos, C. E. R. S. *Microrganismos e agrobiodiversidade: O novo desafio para a agricultura*. Guaíba: Agrolivros, p.17-41, 2008.

SOUZA, L.A.G. et al. Desenvolvimento e nodulação natural de leguminosas arbóreas em solos de Pernambuco. **Pesq. Agropecuaria Brasileira**., Brasília, v.42, n.2, p.207-217, fev. 2007.

SOUZA, L.A.G.; SILVA, M.F.; MOREIRA, F.W. Capacidade de nodulação de cem leguminosas da Amazônia. **ACTA AMAZONICA** 24 (1/2):9-18. 1994.

SILVA, A. F.; et al. Efeito da inoculação da soja (Cultivar Tropical) com rizóbios de crescimento rápido e lento em solo ácido submetido à calagem. **Acta Scientiarum**, v. 24, n. 5, p.1327-1333, 2002.

VANDAME, P. et al. *Burkholderia tuberum* sp. nov. and *Burkholderia phymatum* sp.nov., nodulate of roots of tropical legumes. **Systematic and Applied Microbiology**, v.25, p.507-512, 2002.

YATES, M. G.; SOUZA, E. M. de; KAHINDI, J. H. Oxygen, hydrogen and nitrogen fixation in *Azotobacter*. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 29, p. 863-869, 1997.

ZAHRAN, H.H. Rhizobia from wild legumes: diversity, taxonomy, ecology, nitrogen fixation and biotechnology. **Journal of Biotechnology**, v.91, p.143-153, 2001.

ZAHRAN, H. H. Conditions for successful *Rhizobium*-legume symbiosis in saline environments. **Biology and Fertility of Soils**, v. 12, n. 1, p. 73-80, 1992.

ZHANG, F. et al. Plant growth promoting rhizobacteria and soybean [*Glycine max* (L.) Merr.] nodulation and nitrogen fixation at sub optimal root zone temperatures. **Annals of Botany**, v.77, p.453 - 459, 1996.

**CAPITULO II – DESENVOLVIMENTO DA PLANTA E NODULAÇÃO DE DUAS  
LEGUMINOSAS FORRAGEIRAS EM DIFERENTES USOS DO SOLO NO  
SEMIARIDO POTIGUAR**

**CAPITULO II - DESENVOLVIMENTO DA PLANTA E NODULAÇÃO DE DUAS  
LEGUMINOSAS FORRAGEIRAS EM DIFERENTES USOS DO SOLO NO  
SEMIÁRIDO POTIGUAR**

Trabalho submetido às normas da revista:

REVISTA CAATINGA

Página eletrônica:

<http://periodicos.ufersa.edu.br/revistas/index.php/sistema>

ISSN: 1983-2125

1 **DESENVOLVIMENTO DA PLANTA E NODULAÇÃO DE DUAS LEGUMINOSAS**  
2 **FORRAGEIRAS EM DIFERENTES USOS DE SOLO NO SEMIÁRIDO POTIGUAR**

3 Heráclito Lima de Souza Costa<sup>1</sup>

4 Luiz Henrique dos Santos Gomes<sup>1</sup>,

5 Liz Carolina da Silva Lagos Cortes Assis<sup>2</sup>,

6 Luiz Januário de Magalhães Aroeira<sup>3</sup>

7

8 <sup>1</sup> Zootecnista, mestrando do Programa de Pós-graduação em Produção Animal -  
9 UFRN/UFERSA, Universidade Federal Rural do Semiárido. Av. Francisco Mota, 572 –  
10 Bairro: Costa e Silva, CEP: 59.625-900, Mossoró – RN. E-mail: [heraclitolima@hotmail.com](mailto:heraclitolima@hotmail.com);  
11 [luizhzootecnista@hotmail.com](mailto:luizhzootecnista@hotmail.com)

12 <sup>2</sup> Zootecnista, Dra., Professora do Departamento de Ciências Animais, Universidade Federal  
13 Rural do Semiárido. Av. Francisco Mota, 572 – Bairro: Costa e Silva, CEP: 59.625-900,  
14 Mossoró – RN. E-mail: [liz@ufersa.edu.br](mailto:liz@ufersa.edu.br)

15 <sup>3</sup> Med. Veterinário, Dr. Professor visitante sênior, Universidade Federal Rural do Semiárido.  
16 Av. Francisco Mota, 572 – Bairro: Costa e Silva, CEP: 59.625-900, Mossoró – RN. E-mail:  
17 [ljmaroeira@yahoo.com.br](mailto:ljmaroeira@yahoo.com.br)

18

19 **RESUMO:** o objetivo do trabalho foi avaliar o desenvolvimento e nodulação de duas  
20 espécies arbóreas em diferentes usos do solo no Semiárido Potiguar. Para realização do  
21 experimento foram coletadas nove amostras de solos com diferentes usos: três amostras com  
22 cultivos agrícolas (AG), três amostras de mata nativa (MN) e três amostras com  
23 características de degradação (DE). Após coleta das amostras de solo, foram retiradas  
24 subamostras para análises físicas e químicas. Os solos após beneficiamento foram distribuídos  
25 em sacos de mudas de 5L, com uma planta por saco. A colheita do experimento foi realizada  
26 aos 90 dias após o transplântio, as variáveis analisadas foram: altura da planta (AP), diâmetro  
27 do colo (DC), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raiz (MSR), massa seca da  
28 planta inteira (MSPI) e número de nódulos (NN). O delineamento experimental foi  
29 inteiramente casualizado, com 9 tratamento e 3 repetições. Foi observado menor DC, MSPA,  
30 MSR e MSPI nos solos MN2, DE1 e DE2 para o sabiá. Para o jucá o menor desenvolvimento

31 das plantas foi nos solos MA2 e DE2. O sabiá apresentou nodulação em todos os solos,  
32 enquanto o jucá não formou nódulos. Os solos com características de degradação  
33 proporcionaram ao sabiá maior número de nódulos que os solos agricultáveis e de mata  
34 nativa.

35

36 **PALAVRAS-CHAVE:** Caatinga, jucá, sabiá, fertilidade do solo,

37

38

39 DEVELOPMENT PLAN AND TWO OF PULSES NODULATION FORAGE IN

40 DIFFERENT LAND USE IN SEMIARID POTIGUAR

41

42 **ABSTRACT:** The aim of this study was to evaluate the development of the plant and  
43 nodulation of arboreal species in different land uses in the Potiguar semiarid. To perform the  
44 experiment were collected nine soil samples with different uses: three samples with  
45 agricultural cultivation (AC), three samples of native forest (NF) and three samples with  
46 degradation characteristics (DE). Physical analysis and soil chemistry were made, and also  
47 processed and distributed in bags of seedlings with 5L capacity, with one plant per bag. The  
48 experiment was conducted in a greenhouse. The harvest of the experiment was performed 90  
49 days after the transplanting. The variables analyzed were: plant height (PH), stem diameter  
50 (SD), dry matter of the aerial part (DMAP), root dry weight (RDW), dry matter of the whole  
51 plant (DMWP) and number of nodes (NN). The experimental design was completely  
52 randomized, with 9 treatment and 3 repetitions. We found a smaller SD, DMPA, RDW and  
53 DMWP in NF2 soils, DE1 and DE2 to the sabiá. For the jucá the lowest growth of plants was  
54 in NF2 and DE2 soils. The sabiá presented nodulation in all soils, while the jucá not formed  
55 any nodule. Soils with degradation characteristics provided the sabiá greater number of nodes  
56 than the agricultural soils and native vegetation.

57 **KEYWORDS:** Caatinga, jucá, sabiá, soil fertility,

58

## INTRODUÇÃO

59

60 O sistema produtivo no semiárido nordestino vem modificando e reduzindo a vegetação  
61 nativa devido a práticas de desmatamento, exploração agrícola e superpastejo dos animais  
62 durante séculos, levando a perda da fertilidade, matéria orgânica do solo e consequentemente

63 a degradação do Bioma Caatinga (MENEZES; SAMPAIO, 2002). Neste contexto, há  
64 necessidade de buscar alternativas viáveis e aplica-las para mitigar esse processo de  
65 degradação.

66 Uma alternativa que vem sendo empregada com sucesso na recuperação de áreas  
67 degradadas é a utilização de leguminosas arbóreas (ARAUJO FILHO, 2007; BERTONI;  
68 LOMBARDI NETO, 2008; SOUZA et al, 2007). Dentre as espécies de leguminosas arbóreas  
69 com potencial de utilização para fins de recuperação de solos e repovoamento em áreas  
70 degradadas, algumas foram estudadas por Araújo Filho (2007) em Quixeramobim/CE, tais  
71 como *Albizia lebeck*, *Gliricidia sepium*, *Caesalpinia férrea*, *Mimosa hostilis*, *Leucaena*  
72 *leucocephala*, *Mimosa caesalpinifolia* e *Parkinsonia aculeata*. O autor concluiu que todas as  
73 espécies estudadas podem ser utilizadas em programas de recuperação florestal de áreas  
74 degradadas.

75 A utilização de leguminosas promove o sequestro de carbono (NOGUEIRA, et al.,  
76 2012), produção e deposição de matéria orgânica (serapilheira) no solo, favorece a ciclagem  
77 de nutrientes e conseqüentemente contribui na manutenção da fertilidade do solo. Além disso,  
78 uma característica peculiar de algumas espécies de leguminosas arbóreas é a capacidade de  
79 formar associação simbiótica com bactérias diazotróficas (fixadoras de nitrogênio) presentes  
80 no solo, e a formação de nódulos em suas raízes. Essas bactérias possuem a capacidade de  
81 transformam o nitrogênio (N<sub>2</sub>) atmosférico em compostos nitrogenados assimiláveis pela  
82 planta, tornando dispensável parcial ou totalmente o uso de adubação nitrogenada  
83 (NOGUEIRA, et al., 2012). Porém, a nodulação e a fixação biológica de nitrogênio são  
84 afetadas por fatores bióticos e abióticos. Dentre os fatores abióticos, os relacionados às  
85 propriedades do solo podem limitar a nodulação de espécies capazes de formar esta simbiose  
86 (FIGUEIREDO et al., 2008). Dessa forma, limitando o desenvolvimento e crescimento de  
87 espécies de leguminosas.

88 Neste contexto, objetivou-se com este trabalho avaliar o desenvolvimento e nodulação  
89 de duas espécies arbóreas em diferentes usos do solo no Semiárido Potiguar.

## 90 MATERIAL E MÉTODOS

91 O estudo foi desenvolvido em casa de vegetação na Universidade Federal Rural do  
92 Semiárido – UFERSA, Campus Mossoró-RN, no período de maio a agosto de 2014. Para  
93 realização do experimento foram coletadas amostras de solos na profundidade de 0-20 cm. No  
94 momento da coleta considerou-se o uso do solo, em que foram coletadas: três amostras de

95 solo de área agricultável ou com algum tipo de cultivo agrícola (AG); três amostras com mata  
 96 nativa (MN) e três amostras com característica de degradação (DE), coletadas em três  
 97 municípios do Rio Grande do Norte: Apodi, Angicos e Mossoró que foram descritos como  
 98 unidade I, II e III, respectivamente. Os solos de Apodi foram coletados no campi do Instituto  
 99 Federal do Rio Grande do Norte – IFRN. Em Angicos, foram coletados em uma propriedade  
 100 particular e os solos de Mossoró, foram provenientes da fazenda experimental Rodolfo  
 101 Fernandes (Alagoinha) da UFERSA. A descrição das áreas são apresentadas na Tabela 1.  
 102 Tabela 1- Descrição das áreas com diferentes usos do solo. RN, 2015.

Unidades	Uso do solo*	Descrição da área
I	AG1	Ao lado de uma área cultivada com Sorgo forrageiro ( <i>Sorghum bicolor</i> ).
	MN1	Caatinga em estágio secundário. Presença de espécies como: jurema preta ( <i>Mimosa hostilis</i> Benth) e marmeleiro ( <i>Croton</i> sp.) Presença de minhocas.
	DE1	Vegetação com presença de gramíneas.
II	AG2	Área de várzea, destinada ao cultivo de sorgo, feijão e milho. Em descanso há cerca de 4 anos. Próximo a açude e com presença de salsa ( <i>Ipomoea asarifolia</i> ).
	MN2	Presença de cactáceas como xique-xique ( <i>Pilosocereus gounellei</i> ). Presença de pereiro ( <i>Aspidosperma pyrifolium</i> ), jurema preta ( <i>Mimosa hostilis</i> Benth), catingueira ( <i>Caesalpinia pyramidalis</i> ).
	DE2	Área desmatada a mais de 30 anos. Presença de gramíneas.
III	AG3	Área cultivada com banana.
	MN2	Vegetação adensada. Presença de espécies como: catanduba ( <i>Piptadenia meniliformis</i> ), marmeleiro ( <i>Croton</i> ssp.) e jurema preta ( <i>Mimosa hostilis</i> Benth).
	DE3	Solo compacto, presença de cascalho. Espécies herbáceas como: malva branca ( <i>Malva sylvestris</i> ), bambural ( <i>Hyptis suaveolens</i> ).

103 \*AG= solos agricultáveis (1, 2 e 3); MN= solos de mata nativa (1, 2 e 3) e DE= solos  
 104 degradados (1, 2 e 3).  
 105

106 A coleta de solo foi realizada com a utilização de régua à profundidade de 20 cm, em  
 107 um quadrado de aproximadamente 1,5 x 2m de área, com a remoção do material superficial  
 108 do solo (vegetação, folhas, galhos, pedras). Os solos foram armazenados em sacos de rafia  
 109 com capacidade de aproximadamente 60L e transportados para o local do experimento.

110 Após coleta dos solos, foram devidamente identificadas e encaminhadas amostras para  
 111 o laboratório de Análise de Solo, Água e Planta, da Universidade Federal Rural do Semiárido-  
 112 UFERSA, posteriormente foram secas ao ar, destorroadas e passadas em peneiras de 2 mm  
 113 para obtenção da terra seca ao ar (TFSA) e submetidas as análises físicas e químicas (Tabela  
 114 2, 3 e 4).



115 Para caracterização física dos solos, foi realizada a análise granulométrica (Dispersão  
 116 total) pelo método da pipeta, conforme o Manual de Métodos de Análises de Solo  
 117 (DONAGEMA, 2011). A partir da análise granulométrica determinou-se a classificação  
 118 textural de cada amostra de solo.

119 Tabela 2- Análise granulométrica e classificação textural de solos com diferentes usos. RN,  
 120 2015.

Usos do Solo*	Análise granulométrica (g/kg <sup>-1</sup> )			Classificação textural
	Areia	Silte	Argila	
AG1	720	90	190	franco-arenoso
AG2	890	30	80	areia
AG3	880	40	80	areia franca
MN1	550	110	340	franco-argilo-arenoso
MN2	600	170	230	franco-argilo-arenoso
MN3	890	40	70	areia franca
DE1	720	80	200	franco-arenoso
DE2	880	100	20	areia
DE3	610	80	310	franco-argilo-arenoso

121 \*AG= solos agricultáveis (1, 2 e 3); MN= solos de mata nativa (1, 2 e 3) e DE= solos  
 122 degradados (1, 2 e 3).

123  
 124 Para as análises químicas foram determinados pH em água; o Ca, Mg e Al extraídos  
 125 com KCl 1N; K e o Na a partir de fotometria de chama; P com o extrator Mehlich 1 e  
 126 determinado por espectrofotometria. Na determinação do N, a amostra foi digerida com ácido  
 127 sulfúrico, peróxido de hidrogênio e mistura digestora em tubos de ensaio, colocados em bloco  
 128 digestor a 250°C durante 30 min e elevado a temperatura de 350°C durante 2 h, em seguida  
 129 quantificado por titulação com NaOH 0,025 mol/L<sup>-1</sup>, após destilação.

130 Tabela 3 – pH, teores de nitrogênio, fósforo e de bases trocáveis de solos com diferentes usos.  
 131 RN, 2015.

Uso do solo*	pH (H <sub>2</sub> O)	N	P	K	Na	Ca	Mg
		g/kg	----- (mg/ dm <sup>-3</sup> ) -----			-(cmol <sub>c</sub> /dm <sup>-3</sup> )-	
AG1	6,3	0,6	5,6	45,0	5,0	3,7	0,9
AG2	7,2	0,7	4,4	65,0	15,8	5,6	1,4
AG3	5,7	0,3	7,4	93,0	4,5	1,7	0,8
MN1	6,0	0,9	2,7	35,0	8,4	6,1	1,8
MN2	5,4	0,7	3,2	35,5	43,3	4,8	3,9
MN3	4,7	0,5	5,7	55,0	5,5	1,4	1,4
DE1	6,7	0,4	2,8	26,0	4,5	3,6	0,7
DE2	4,7	0,3	2,2	49,5	4,5	0,3	0,1
DE3	6,5	0,9	3,4	55,0	32,5	5,8	1,3

132 \*AG= solos agricultáveis (1, 2 e 3); MN= solos de mata nativa (1, 2 e 3) e DE= solos  
 133 degradados (1, 2 e 3).

134

135 Tabela 4 – Matéria orgânica, alumínio trocável ( $Al^{3+}$ ), acidez potencial (H+Al), soma de bases  
 136 (S), capacidade de troca catiônica (CTC), saturação por bases (V), saturação por  
 137 alumínio (m) e porcentagem de sódio trocável (PST), em diferentes usos do solo.  
 138 RN, 2015.

Uso do solo*	MO (g/kg <sup>1</sup> )	$Al^{3+}$ -----cmol/dm <sup>3</sup> -----	H+Al	S	CTC	V -----(%)------	m	PST
AG1	10,3	0,0	0,9	4,7	5,6	83,7 (E)	0,0	0,4
AG2	10,8	0,0	0,5	7,2	7,7	93,6 (E)	0,0	0,9
AG3	8,4	0,0	1,2	2,7	3,9	69,0 (E)	0,0	0,5
MN1	15,4	0,0	1,3	8,0	9,3	85,9 (E)	0,0	0,4
MN2	11,5	0,3	3,6	9,0	12,6	71,2 (E)	3,0	1,5
MN3	9,5	0,2	3,1	2,9	6,0	48,2 (D)	5,7	0,4
DE1	4,6	0,0	0,7	4,3	5,0	85,9 (E)	0,0	0,4
DE2	4,8	0,7	2,3	0,5	2,8	17,9 (D)	58,6	0,3
DE3	12,7	0,0	1,2	7,3	8,5	86,4 (E)	0,0	0,9

139 \*AG= solos agricultáveis (1, 2 e 3); MN= solos de mata nativa (1, 2 e 3) e DE= solos  
 140 degradados (1, 2 e 3). D: distrófico; E: eutrófico.  
 141

142 Para o beneficiamento dos solos antes do plantio, realizou-se do o destorroamento e  
 143 secagem ao ar, com posterior passagem em peneira com malha de 5 mm. Após passagem em  
 144 peneira, o solo foi usado para o preenchimento de sacos de polietileno com capacidade de 5L.

145 Para o estudo de espécies nativa da Caatinga semeadas nos diferentes tipos de uso do  
 146 solo, foi utilizado o sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth) e jucá (*Caesalpinia férrea* Mart.  
 147 Ex. Tul). Cada espécie consistiu em um experimento. As sementes passaram por tratamento  
 148 de quebra de dormência, onde inicialmente utilizou-se ácido sulfúrico, porém as plântulas  
 149 foram descartadas devido à falta de uniformidade na emergência, com isso, optou-se pelo  
 150 tratamento de desponte da semente, na região oposta ao eixo embrionário (BRUNO, et al.,  
 151 2001; COELHO et al., 2013). Esta metodologia possibilitou uma maior uniformidade na  
 152 germinação. As sementes foram semeadas após desponte em bandejas de isopor de 128  
 153 células e utilizou-se como substrato, o pó de coco. No 14º dia após semeadura, foi realizada o  
 154 transplântio de uma plântula por saco de 5L. A irrigação foi realizada manualmente com  
 155 regador, uma vez por dia.

156 As variáveis analisadas nas espécies estudadas foram: altura da planta (AP), diâmetro  
 157 do colo (DC), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), massa seca  
 158 planta inteira (MSPI) e número de nódulos (NN).

159 As avaliações de altura da planta e diâmetro do colo foram realizadas quinzenalmente,  
 160 de 30 aos 90 dias, após o transplântio. A altura e o diâmetro do colo das plantas foram  
 161 mensurados com régua e paquímetro analógico, respectivamente.

162 Aos 90 dias, realizou-se o corte das plantas na altura do colo, com tesoura de poda, onde  
163 a parte aérea foi acondicionada em saco de papel, pesada em balança de precisão e  
164 encaminhada para estufa de 65°C para obtenção da massa seca. O sistema radicular foi  
165 removido do solo em água corrente, até a completa exposição das raízes, posteriormente,  
166 foram destacados e quantificados manualmente os nódulos.

167 O delineamento foi inteiramente casualizado, com 9 tratamentos (usos do solo) e 3  
168 repetições. Para comparação de médias foi utilizado o teste de Skott-Knott para as variáveis  
169 AP, DC, MSPA, MSR e MSPI. Para NN foi utilizado análise descritiva dos dados. Para  
170 análise de dados foi empregado o pacote estatístico ASSISTAT 7.7 beta.

171

172

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

173

174 A partir do acompanhamento diário realizado nos experimentos, observou-se que as  
175 mudas de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.) e jucá (*Caesalpinia férrea* Mart. Ex. Tul)  
176 apresentaram 100% de sobrevivência nos diferentes usos do solo. Para altura da planta, não  
177 houve diferença significativa ( $P>0,05$ ) entre os tratamentos para a espécie sabiá, entretanto  
178 para o jucá, verificou-se diferença estatística ( $P<0,01$ ) entre os tratamentos (Figura 1).

179 Para avaliação de altura da planta no jucá, observou-se menor desenvolvimento nos  
180 solos MN2 e DE2, este resultado ocorreu provavelmente em função da maior acidez  
181 potencial ( $Al^{3+}$ ) e maior saturação por alumínio (m), para estes solos (Tabelas 3 e 4),  
182 respectivamente. Além disso, foram baixos os valores de pH, para ambos os solos. Contudo, o  
183 solo DE2 apresentou o menor percentual de saturação por bases de todos os solos estudados  
184 (Tabela 4), sendo classificado como distrófico (solo de baixa fertilidade), resultando  
185 negativamente no crescimento em altura da planta.

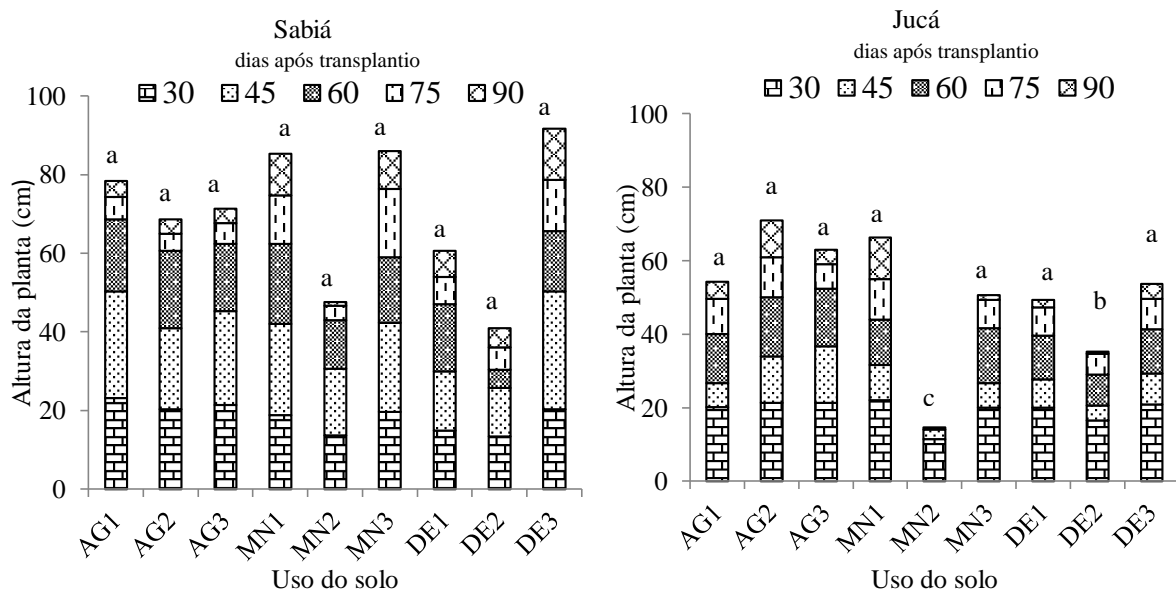
186 Notou-se que, o crescimento para as duas espécies no estágio inicial (30 dias após o  
187 transplântio), apresentaram um comportamento semelhante no desenvolvimento em altura da  
188 planta, possivelmente devido ao tecido de reserva de nutrientes presente na semente. No  
189 entanto, a partir do 45º dia a planta potencializou a utilização dos nutrientes presentes no solo  
190 para seu crescimento (Figura 1), desta forma, resultando para planta um maior ou menor  
191 crescimento, em função dos atributos químicos presente em cada solo.

192 O resultado para diâmetro do colo de mudas de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.)  
193 e jucá (*Caesalpinia férrea* Mart. Ex. Tul), encontra-se na Figura 2. Foi observada diferença  
194 significativa entre os tratamentos testados para as espécies sabiá ( $P>0,05$ ) e jucá ( $P>0,01$ ). Os  
195 resultados evidenciaram menor crescimento em diâmetro do colo para o sabiá, nos solos DE2,

196 MN2 e DE1 (4,7; 4,8 e 5,2, respectivamente). Para o jucá, os menores diâmetros de colo  
 197 foram nos solos MN2 e DE2 (2,3 e 3,0mm, respectivamente).

198 Souza et al., (2007) trabalhando com espécies arbóreas em solos da zona da mata em  
 199 Pernambuco, encontrou valor máximo em diâmetro de 5,9mm, para mudas de sabiá aos 62  
 200 dias, em solo de agricultura com cobertura de calopogônio (*Calopogonium mucunoides*). Para  
 201 este experimento, a média em termos absolutos que correspondeu ao maior diâmetro foi de  
 202 6,7mm, para o solo MN1, que ficou acima da encontrada por este autor e colaboradores.

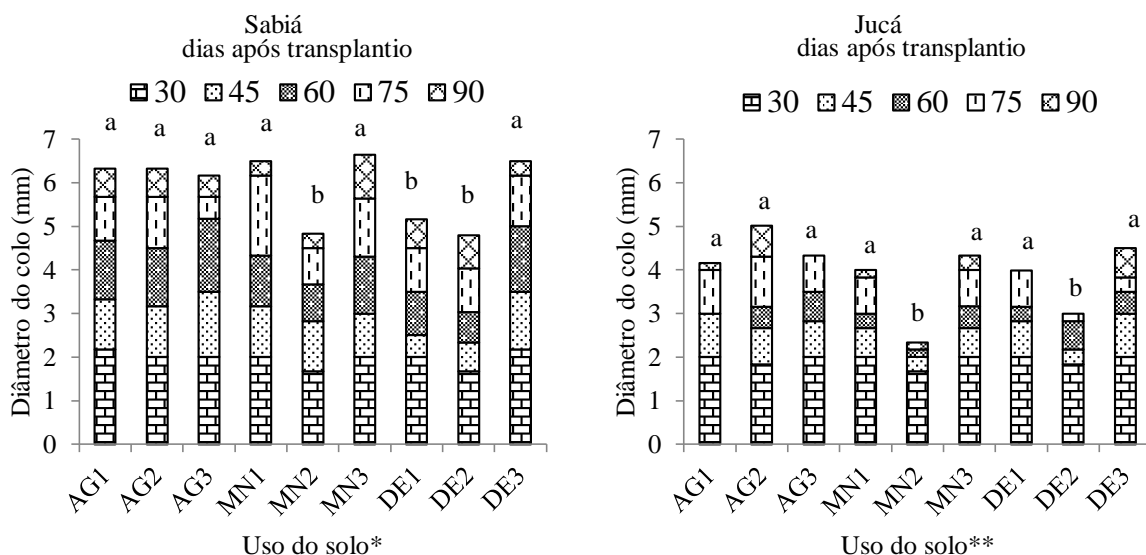
203 Observou-se para estas espécies, que as condições e atributos químicos do solo  
 204 interferem de forma significativa o crescimento em diâmetro, sendo este parâmetro mais  
 205 sensível, quando comparado ao crescimento em altura da planta. A partir desses resultados, é  
 206 possível destacar a importância do diâmetro do colo na avaliação do processo de crescimento  
 207 da planta. Para Gomes e Paiva (2004), o diâmetro do colo é um parâmetro de fácil  
 208 mensuração e considerado um dos mais importantes para estimar a sobrevivência de mudas  
 209 no campo, além disso, possui alta correlação com a qualidade de mudas.



210

211 Figura 1. Aumento médio no crescimento em altura da planta aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias,  
 212 após transplantio em diferentes uso do solo no semiárido potiguar, para as especies  
 213 arboreas sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.) e jucá (*Caesalpinia férrea* Mart.  
 214 Ex. Tul). A análise de variância e teste de médias foi aplicado para a avaliação de 90  
 215 dias. Médias com mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott  
 216 ( $P < 0,01$ ). AG= solos agricultáveis (1, 2 e 3); MN= solos de mata nativa (1, 2 e 3) e  
 217 DE= solos degradados (1, 2 e 3).

218



219

220 Figura 2. Aumento médio no crescimento em diâmetro do colo aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias,  
 221 após transplantio em diferentes uso do solo no semiárido potiguar, para as espécies  
 222 arbóreas sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.) e jucá (*Caesalpinia férrea* Mart.  
 223 Ex. Tul). A análise de variância e teste de médias foi aplicado para a avaliação de 90  
 224 dias. Médias com letras diferentes diferem estatisticamente ( $P > 0,05$ ) pelo teste de  
 225 Scott-Knott. \*\*significativo a 1% de probabilidade, \* significativo a 5% de  
 226 probabilidade. AG= solos agricultáveis (1, 2 e 3); MN= solos de mata nativa (1, 2 e  
 227 3) e DE= solos degradados (1, 2 e 3).  
 228

229 Os resultados para biomassa seca das leguminosas são apresentados na Tabela – 5. As  
 230 menores quantidades de biomassa seca da planta inteira foram nos solos DE2, MA2 e DE1  
 231 (6,02; 9,83 e 11,30g, respectivamente) para o sabiá, enquanto que o jucá obteve menor massa  
 232 no solo MA2 (2,14g) seguido pelo solo DE2 (6,65g). Ambas as espécies, apresentaram maior  
 233 biomassa (parte aérea e raiz) em solos com características favoráveis como, pH mais  
 234 elevado, menor acidez potencial (H+Al) e presença de nutrientes (N, P, K). Além disso, nota-  
 235 se que o sabiá priorizou o desenvolvimento da parte aérea, obtendo maior biomassa em todos  
 236 os solos, quando comparada com sua biomassa de raiz. No entanto, para o jucá aconteceu o  
 237 inverso, mostrando que esta espécie independente das condições ou uso do solo, favoreceu o  
 238 crescimento do sistema radicular.

239 Observando as médias de massa seca da planta inteira (Tabela 5) para as duas espécies,  
 240 notou-se que o sabiá apresentou desenvolvimento cerca de 60% maior que o jucá, indicando

241 dessa forma sua grande capacidade de adaptação aos diferentes usos e condições de solo, um  
 242 bom estabelecimento e rápido acúmulo de massa. Barbosa; Silva; Barroso (2008), afirmam  
 243 que o sabiá é uma espécie de rápido crescimento e com capacidade de desenvolver-se mesmo  
 244 em solos pobres em nutrientes.

245 As leguminosas arbóreas, além do benefício ecológico da fixação biológica de  
 246 nitrogênio, estas podem ser utilizadas em sistemas silvipastoril, podendo proporcionar aumento  
 247 no teor de proteína bruta da pastagem sombreada, redução de fibra em detergente neutro e  
 248 incremento da digestibilidade in vitro da matéria seca (PACIULLO et al., 2007).

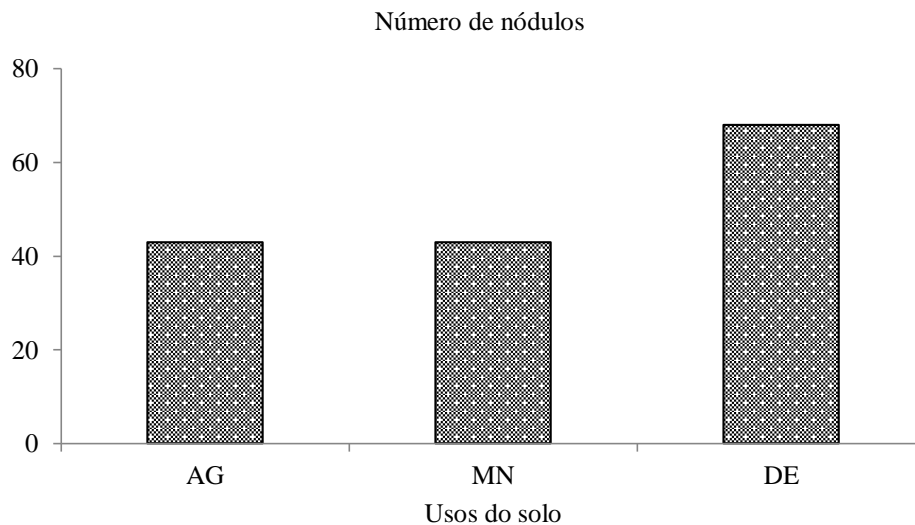
249 Tabela 5 – Massa seca de mudas de sabiá e jucá aos 90 dias, em diferentes usos do solo. RN,  
 250 2015.

Uso do solo <sup>1</sup>	-----sabiá-----			-----jucá-----		
	MSPA	MSR	MSPI	MSPA	MSR	MSPI
	------(g)-----					
AG1	12,05 <sup>a</sup>	7,02 <sup>a</sup>	19,06 <sup>a</sup>	4,06 <sup>a</sup>	7,36 <sup>a</sup>	11,41 <sup>a</sup>
AG2	12,73 <sup>a</sup>	7,55 <sup>a</sup>	20,28 <sup>a</sup>	6,61 <sup>a</sup>	7,73 <sup>a</sup>	14,34 <sup>a</sup>
AG3	11,81 <sup>a</sup>	8,59 <sup>a</sup>	20,40 <sup>a</sup>	5,36 <sup>a</sup>	8,50 <sup>a</sup>	13,86 <sup>a</sup>
MN1	12,16 <sup>a</sup>	7,40 <sup>a</sup>	19,56 <sup>a</sup>	4,79 <sup>a</sup>	6,41 <sup>a</sup>	11,20 <sup>a</sup>
MN2	5,79 <sup>b</sup>	4,04 <sup>b</sup>	9,83 <sup>b</sup>	0,51 <sup>b</sup>	1,63 <sup>c</sup>	2,14 <sup>c</sup>
MN3	14,60 <sup>a</sup>	9,59 <sup>a</sup>	24,19 <sup>a</sup>	4,16 <sup>a</sup>	9,26 <sup>a</sup>	13,43 <sup>a</sup>
DE1	6,59 <sup>b</sup>	4,71 <sup>b</sup>	11,30 <sup>b</sup>	3,83 <sup>a</sup>	6,70 <sup>a</sup>	10,53 <sup>a</sup>
DE2	3,48 <sup>b</sup>	2,54 <sup>b</sup>	6,02 <sup>b</sup>	1,96 <sup>b</sup>	4,69 <sup>b</sup>	6,65 <sup>b</sup>
DE3	15,69 <sup>a</sup>	7,78 <sup>a</sup>	23,47 <sup>a</sup>	3,62 <sup>a</sup>	5,38 <sup>b</sup>	9,0 <sup>a</sup>
Média	10,55	6,58	17,13	3,88	6,41	10,28
Teste F	2,84 <sup>*</sup>	4,72 <sup>**</sup>	5,38 <sup>**</sup>	6,79 <sup>**</sup>	7,20 <sup>**</sup>	8,21 <sup>**</sup>
CV(%)	41,13	27,95	28,04	30,70	23,11	23,0

251 <sup>1</sup>AG= solos agricultáveis (1, 2 e 3); MN= solos de mata nativa (1, 2 e 3) e DE= solos  
 252 degradados (1, 2 e 3). MSPA: massa seca da parte aérea; MSR: massa seca da raiz; MSPI:  
 253 massa seca da planta inteira. Médias com letras minúsculas distintas na coluna diferem  
 254 estatisticamente (P<0,05) pelo teste de Scott-Knott. \*\*significativo a 1% de probabilidade, \*  
 255 significativo a 5% de probabilidade e ns-não significativo.

256  
 257 Para variável número de nódulos, os resultados descritivos são apresentados na Figura  
 258 3. O sabiá apresentou nodulação em todos os solos avaliados até os 90 dias, com maior  
 259 número de nódulos no uso do solo provenientes de áreas degradadas. Com isso, observou-se a  
 260 grande capacidade de adaptação da espécie aos diferentes usos do solo e a grande  
 261 compatibilidade com rizóbios nativos, presentes em cada solo. Segundo Moreira e Siqueira

262 (2002), a relação simbiótica entre rizóbios e algumas espécies leguminosas pode variar,  
263 apresentando-se de forma altamente específica até altamente promíscua, sendo capazes de  
264 estabelecer associação com poucos ou vários parceiros, respectivamente.



265  
266 Figura 3. Valor médio do número de nódulos no sabiá por uso do solo no semiárido Potiguar.  
267 RN, 2015. AG= solos agricultáveis (1, 2 e 3); MN= solos de mata nativa (1, 2 e 3) e DE=  
268 solos degradados (1, 2 e 3). O jucá não apresentou nodulação em nenhum dos solos  
269 estudados.

270  
271  
272 O jucá não foi capaz de nodular nos solos estudados, possivelmente pela falta de  
273 bactérias nativas específicas capazes de nodular esta espécie nos diferentes solos desta  
274 pesquisa. Além disso, possivelmente a ausência de nodulação do jucá pode estar relacionada  
275 com a característica de leguminosas pertencentes à subfamília Caesalpinioideae apresentar  
276 baixa ocorrência de nodulação nos solos (BARBERI, et al., 1998; SILVA, et al., 2009). A  
277 capacidade de fixação biológica de nitrogênio (FBN), embora seja presente em um grande  
278 número de espécies, não é comum a todas as leguminosas, variando entre subfamílias,  
279 gêneros e mesmo entre espécies de mesmo gênero (ALLEN; ALLEN, 1981). Com isso, foi  
280 observado que mesmo as espécies apresentando um bom desenvolvimento na maioria dos  
281 usos do solo, a ocorrência de nodulação não foi fator limitante para o seu desenvolvimento.

## CONCLUSÕES

282  
283  
284 O sabiá apresentou um bom crescimento em altura, acúmulo de massa e grande  
285 compatibilidade com rizóbios nativos por formar nódulos em todos os solos avaliados.

286 O jucá apresentou bom desenvolvimento, mas não formou nódulos em nenhum dos  
287 solos avaliados nesse estudo.

288 Os solos com características de degradação apresentaram maior quantidade de nódulos  
289 que os solos agricultáveis e de mata nativa.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 290  
291 ASSISTAT 7.7 Beta. Disponível em: <http://www.assistat.com> .Acesso em: 09 out. 2014.  
292  
293 ALLEN, O.N.; ALLEN, E.K. **The Leguminosae: a source book of characteristics use and**  
294 **nodulation**. Wisconsin, University of Wisconsin Press, 812p. 1981.  
295  
296 ARAUJO FILHO, J.A. Avaliação de leguminosas arbóreas, para recuperação de solos e  
297 repovoamento em áreas degradadas, Quixeramobim-CE. **Revista Brasileira de**  
298 **Agroecologia**/out. Vol.2 No. 2. 2007.  
299  
300 BARBERI, A. et al.. Nodulação em leguminosas florestais em viveiros no sul de Minas  
301 Gerais. *Cerne*, v.4, n.1, p.145-153, 1998.  
302  
303 BERTONI, J; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo**, 7ª Edição, Editora Ícone. São  
304 Paulo, SP. 2008, 355p.  
305  
306 BRUNO, R.L.A; ALVES,E.U.; OLIVEIRA, A.P. et al. Tratamentos pré-germinativos para  
307 superar a dormência de sementes de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. **Revista Brasileira de**  
308 **Sementes**, vol. 23, nº 2, p.136-143, 2001.  
309  
310



311 COELHO, M. F.B.; CAVALCANTE NETO, M.H.; BARBOSA, M.K.R. Superação da  
312 dormência em sementes de *Caesalpinia férrea* Mart. Ex Tul. Var. 41érrea de duas populações.  
313 **Revista Verde** (Mossoró – RN – BRASIL), v. 8, n.4, p.179 – 182, out-dez, 2013.

314  
315 DONAGEMA, G. K. Manual de métodos de análise de solos / organizadores, Guilherme  
316 Kangussú Donagema... [et al.]. — Dados eletrônicos. — Rio de Janeiro : Embrapa Solos,  
317 2011. 230 p. – **Documentos** / Embrapa Solos, ISSN 1517-2627 ; 132.

318  
319 GOMES, J.M.; PAIVA, H.N. Viveiros florestais – propagação sexuada. 3. Ed. Viçosa: UFV,  
320 116 p. 2004.

321 MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. Microbiologia e bioquímica do solo. Cap.3 Editora  
322 UFLA. 2002.

323  
324 NOGUEIRA, N.O. et al. **Utilização de leguminosas para recuperação de áreas**  
325 **degradadas**. ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer – Goiânia, v.8,  
326 N.14; p. – 2012.

327  
328 PACIULLO, D.S.C et al. Morfofisiologia e valor nutritivo do capim-braquiária sob  
329 sombreamento natural e a sol pleno. **Pesquisa agropecuária brasileira.**, Brasília, v.42, n.4,  
330 p.573-579, abr. 2007.

331  
332 SEPLAN, Secretaria de Estado do Planejamento e das Finanças do RN. Perfil do Rio Grande  
333 do Norte. 2013.

334  
335 SOUZA, L.A.G. et al. Desenvolvimento e nodulação natural de leguminosas arbóreas em  
336 solos de Pernambuco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira.**, Brasília, v.42, n.2, p.207-217, fev.  
337 2007.

338

## INSTRUÇÕES AOS AUTORES

## ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO CIENTÍFICO

• **Digitação:** o texto deve ser composto em programa Word (DOC ou RTF) 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 de 20 páginas, A4, digitado em espaço 1,5, fonte Times New Roman, estilo normal, tamanho doze 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 ou consulte o último número da Revista Caatinga. As notas devem apresentar até 12 páginas, incluindo tabelas e figuras. As revisões são publicadas a convite da Revista. O manuscrito não deverá ultrapassar 2,0 MB.

• **Estrutura:** 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. Com a chamada de rodapé numérica, extraída do título, devem constar informações sobre a natureza do trabalho (se extraído de tese/dissertação) e referências às instituições colaboradoras. 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 na linha. Como nota de rodapé na primeira página, indicar, para cada autor, afiliação completa (departamento, centro, instituição, cidade, país), endereço completo e e-mail do autor correspondente. Este deve ser indicado por um

373 “\*”. Só serão aceitos, no máximo, cinco autores. Caso ultrapasse esse limite, os autores  
374 precisam comprovar que a pesquisa foi desenvolvida em regiões diferentes.

375 **Na primeira versão do artigo submetido, os nomes dos autores e a nota de rodapé com os**  
376 **endereços deverão ser omitidos.** Para a inserção do(s) nome(s) do(s) autor(es) e do(s)  
377 endereço(s) na **versão final do artigo** deve observar o padrão no último número da Revista  
378 Caatinga (<http://caatinga.ufersa.edu.br/index.php/sistema>).

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

380

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

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

387

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

390

391 • **Citações de autores no texto:** devem ser observadas as normas da ABNT, NBR  
392 10520 de agosto/2002.

393

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

398

399 • **Tabelas:** Sempre com orientação em “retrato”. Serão numeradas consecutivamente  
400 com algarismos arábicos na parte superior. **Não usar linhas verticais.** As linhas horizontais  
401 devem ser usadas para separar o título do cabeçalho e este do conteúdo, além de uma no final  
402 da tabela. Cada dado deve ocupar uma célula distinta. Não usar negrito ou letra maiúscula no  
403 cabeçalho. Recomenda-se que as tabelas apresentem 8,2 cm de largura, não sendo superior a  
404 17 cm (consulte o modelo de artigo), acessando a página da Revista Caatinga  
405 <http://periodicos.ufersa.edu.br/revistas/index.php/sistema>.

406

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

417

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

421 Inteiro = 12 pt

422 Subscrito/sobrescrito = 8 pt

423 Sub-subscrito/sobrescrito = 5 pt

424 Símbolo = 18 pt

425 Subsímbolo = 14 pt

426 Estas definições são encontradas no editor de equação no Word.

427

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

430 • **Referências:** devem ser digitadas em espaço 1,5 cm e separadas entre si pelo mesmo  
431 espaço (1,5 cm). Precisam ser apresentadas em ordem alfabética de autores, Justificar (Ctrl +  
432 J) - NBR 6023 de agosto/2002 da ABNT. **UM PERCENTUAL DE 60% DO TOTAL DAS**  
433 **REFERÊNCIAS DEVERÁ SER ORIUNDO DE PERIÓDICOS CIENTÍFICOS**  
434 **INDEXADOS COM DATA DE PUBLICAÇÃO INFERIOR A 10 ANOS.**

435

436 O título do periódico não deve ser abreviado e recomenda-se um total de 20 a 30 referências.

437 **EVITE CITAR RESUMOS E TRABALHOS APRESENTADOS E PUBLICADOS EM**  
438 **CONGRESSOS E SIMILARES.**

439  
440  
441  
442  
443  
444  
445  
446  
447  
448  
449  
450  
451  
452  
453  
454  
455  
456  
457  
458  
459  
460  
461  
462  
463  
464  
465  
466  
467  
468  
469  
470  
471

## **REGRAS DE ENTRADA DE AUTOR**

### **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, mês (abreviado), ano.

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

474

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

476

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

479

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

482

483 OLIVEIRA, A. I.; LEONARDOS, O. H. **Geologia do Brasil.** 3. ed. Mossoró: ESAM, 1978.  
484 813 p. (Coleção mossoroense, 72).

485

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

487

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

491

492 Ex: BALMER, E.; PEREIRA, O. A. P. Doenças do milho. In: PATERNIANI, E.; VIEGAS, G.  
493 P. (Ed.). **Melhoramento e produção do milho.** Campinas: Fundação Cargill, 1987. v. 2, cap.  
494 14, p. 595-634.

495

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

499

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

502

503 Ex: OLIVEIRA, F. N. **Avaliação do potencial fisiológico de sementes de girassol**  
504 **(*Helianthus annuus* L.).** 2011. 81 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia: Área de

505 Concentração em Tecnologia de Sementes) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido,  
506 Mossoró, 2011.

507

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

509

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

512

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

516

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

518

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

521

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

523

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

526

527 **h) Literatura sem autoria expressa:**

528

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

531

532 **i) Documento cartográfico:**

533

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

536

537 **J) Em meio eletrônico (CD e Internet):** Os documentos /informações de acesso exclusivo  
538 por computador (on line) compõem-se dos seguintes elementos essenciais para sua referência:

539  
540 AUTOR. Denominação ou título e subtítulo (se houver) do serviço ou produto, indicação de  
541 responsabilidade, endereço eletrônico entre os sinais < > precedido da expressão – Disponível  
542 em: – e a data de acesso precedida da expressão – Acesso em:.  
543  
544 Ex: BRASIL. Ministério da Agricultura e do abastecimento. **SNPC – Lista de Cultivares**  
545 **protegidas**. Disponível em: . Acesso em: 08 set. 2008.  
546  
547 GUNCHO, M. R. A educação à distância e a biblioteca universitária. In: SEMINÁRIO DE  
548 BIBLIOTECAS UNIVERSITÁRIAS, 10., 1998, Fortaleza. Anais... Fortaleza: Tec Treina,  
549 1998. 1 CD-ROM.  
550  
551  
552  
553  
554  
555  
556  
557  
558  
559  
560  
561  
562  
563  
564  
565  
566  
567  
568  
569  
570  
571  
572  
573  
574  
575  
576  
577  
578  
579  
580  
581  
582  
583



**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	---	$J (kg ^\circ C)^{-1}$	$4186 J (kg ^\circ C)^{-1}$
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	$\Omega$	29 $\Omega$
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/metro	$dS m^{-1}$	$5 dS m^{-1}$
Temperatura	Grau Celsius	$^\circ C$	$25 ^\circ C$
Ângulo	Grau	$^\circ$	$30^\circ$
Porcentagem	---	%	45%

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