



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS**

**SHIRLEY TAVARES NUNES**

**RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS DA CAATINGA COM AS ESPÉCIES  
NATIVAS JUREMA PRETA (*Mimosa tenuiflora*) COM E SEM ACÚLEOS E FAVELA  
(*Cnidoscolus quercifolius*) COM E SEM ESPINHOS**

**Patos, Paraíba, Brasil**

**2012**

**SHIRLEY TAVARES NUNES**

**RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS DA CAATINGA COM AS ESPÉCIES  
NATIVAS JUREMA PRETA (*Mimosa tenuiflora*) COM E SEM ACÚLEOS E FAVELA  
(*Cnidoscolus quercifolius*) COM E SEM ESPINHOS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Campina Grande, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, Área de Concentração Ecologia e Manejo dos Recursos Florestais, para a obtenção do Título de Mestre.

**ORIENTADOR:**

Prof. Ph.D. Olaf Andreas Bakke

Patos – Paraíba – Brasil

2012

FICHA CATALOGRÁFICA  
Dados de Acordo com AACR2, CDU e CUTTER  
Biblioteca Central

N972r Nunes, Shirley Tavares.  
Recuperação de áreas degradadas da Caatinga com as espécies nativas jurema preta (*Mimosa tenuiflora*) com e sem acúleos e favela (*Cnidoscolus quercifolius*) com e sem espinhos. / Shirley Tavares Nunes. – Patos - PB, 2012.

74 f.: il. Color.

Orientador: Prof. Ph.D. Olaf Andreas Bakke  
Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais)  
Centro de Saúde e Tecnologia Rural,  
Universidade Federal de Campina grande

1. Recuperação de áreas degradadas -Dissertação.  
2. Cobertura vegetal. 3. Quantidade e qualidade de foragem. 4. Atributos do solo. 5. Semiárido.I.Título.  
II. Universidade Federal de Campina grande

BC

CDU: 630

Francisco das Chagas Leite, Bibliotecário. CRB -15/0076

**SHIRLEY TAVARES NUNES**

**RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS DA CAATINGA COM AS ESPÉCIES  
NATIVAS JUREMA PRETA (*Mimosa tenuiflora*) COM E SEM ACÚLEOS E FAVELA  
(*Cnidoscolus quercifolius*) COM E SEM ESPINHOS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Campina Grande, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, Área de Concentração Ecologia e Manejo dos Recursos Florestais, para obtenção do Título de Mestre.

**APROVADA em 03 de julho de 2012**

Prof. Ph.D. OLAF ANDREAS BAKKE (UAEF/UFCG)  
Orientador

Prof. Dr. RIVALDO VITAL DOS SANTOS (UAEF/UFCG)  
1º Examinador

Prof. Dr. PAULO ROBERTO DE LIMA MEIRELLES (FMVZ/UNESP)  
2º Examinador

*A toda a minha família, especialmente aos meus pais:  
Cláudiovan Nunes Dias e M<sup>a</sup> de Lourdes Tavares Nunes;*

*À minha filha,  
Allycia Nunes de Moraes,*

*Dedico.*

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida e por me guiar na busca de meus ideais.

A toda minha família, pelo apoio e força, principalmente, a meus pais, pela contribuição na minha formação e constante apoio nesta longa caminhada. Aos meus amores: Alycia, pelo seu carinho e confiança, e Ailton, pelo companheirismo e atenção, e pela compreensão, incentivo e amor. Aos meus irmãos, Sidney e Sanderson, pela ajuda constante.

À Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural (CSTR), em especial, ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, pela oportunidade concedida.

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

Ao CNPq, pelo financiamento desta pesquisa.

Ao Professor Olaf Andreas Bakke, pela orientação e por todo o ensinamento.

Ao Professor Diércules Rodrigues dos Santos, pela coorientação, e a todos os Professores do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, pela contribuição aos meus conhecimentos.

Ao LCTV da EMEPA-PB, em especial, a Ailton Melo de Moraes, pelo apoio nas análises biológicas.

Aos funcionários dos Laboratórios da UFCG: de Solos e Água (Aminthas e Walter); de Nutrição Animal (Otávio, Alexandre e Carine); de Tecnologia da Madeira (Iara) e de Microbiologia (Eduardo), pelo subsídio nas análises.

Aos meus amigos de curso de graduação em Engenharia Florestal: Jaily, Joab, Alessandro, Jessily e Yathan, e da Pós-Graduação em Ciências Florestais: Osilene, Juliana, Bruna, Roberta, Pierri, Eliane e Cleomária, e aos meus pais, Claudivan e Lourdes, e ao meu irmão, Sanderson, pelo auxílio no desenvolvimento desta pesquisa, sem os quais tanto trabalho não poderia ter sido realizado em tempo.

A Dona Toinhia e a sua família, pela constante recepção e auxílio durante o período de coleta de dados no NUPEÁRIDO.

A todos os colegas, especialmente, Osilene, Roberta, Bruna, Edinalva Eliane, Pierri, Cleomária, Alexandre e Daniel, pelo carinho e amizade.

A todos os amigos e colegas que, eventualmente, não foram citados, pelo companheirismo.

A todos aqueles que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização deste trabalho, pelo apoio e companhia.

## RESUMO

NUNES, Shirley Tavares Nunes. **Recuperação de áreas degradadas da Caatinga com as espécies nativas jurema preta (*Mimosa tenuiflora*) com e sem acúleos e favela (*Cnidoscolus quercifolius*) com e sem espinhos.** Patos-PB: UFCG, 2012. 74 f. (Dissertação – Mestrado em Ciências Florestais). 2012.

Entre as atividades desenvolvidas na região semiárida do Nordeste do Brasil, a agricultura e a pecuária são as que provocam maiores danos ao ambiente em geral e à vegetação, em particular. A regeneração natural da vegetação em áreas degradadas da Caatinga é muito lenta e, portanto, a intervenção humana faz-se necessária. O presente trabalho comparou as variedades de jurema preta com e sem acúleos, bem como as variedades de favela com e sem espinhos, duas espécies arbóreas nativas, na recuperação de áreas degradadas de Caatinga, acompanhando, durante três estações úmidas anuais consecutivas, o crescimento (comprimento e diâmetro basal) das variedades plantadas, a cobertura do solo e a produção e qualidade da forragem das espécies herbáceas e arbóreas, bem como os atributos químicos e físicos do solo. Parcelas controle, sem o plantio de árvores e submetidas ou não a pastejo, localizadas próximo às parcelas experimentais, foram estabelecidas para comparação. Consta-se que a cobertura herbácea se restabelece naturalmente no primeiro ano de pousio, enquanto a regeneração arbórea natural é inexistente ou incipiente em áreas com ou sem pastejo e é constituída apenas de juremas pretas com acúleos. A regeneração da cobertura arbórea pode ser acelerada pelo plantio de espécies arbóreas nativas, principalmente de jurema preta. As ramas finas desta espécie podem ser podadas na terceira estação de crescimento após o plantio para a coleta da forragem e redução do sombreamento que se mostrou prejudicial à produção do estrato herbáceo. Os fenótipos de jurema preta com e sem acúleos não apresentaram diferença significativa. A favela interagiu positivamente com as espécies herbáceas, propiciando condições favoráveis ao seu crescimento e produção de forragem, porém o corte de suas ramas não ocorreu pelo pouco desenvolvimento de sua copa que não prejudicou o estrato herbáceo. O fenótipo com espinhos apresentou maior sobrevivência e crescimento do que a variedade inerme, de modo que a utilização do fenótipo inerme merece melhoramento genético prévio para a característica de rusticidade e de produção antes que possa ser usado vantajosamente. O pousio da área e o plantio de espécies arbóreas proporcionaram melhorias nas condições do solo, especialmente na capacidade de campo e densidade. Estudos adicionais devem ser realizados para confirmar algumas tendências observadas, tais como as de aumento dos teores de P disponível e da MO, e a de diminuição de K para subsidiar a escolha do manejo apropriado da vegetação e do solo e reinserir efetivamente a área degradada ao sistema produtivo. A introdução da jurema preta sem acúleos e da favela com espinhos em áreas protegidas do pastejo é um meio eficiente de promover a revegetação de áreas degradadas da Caatinga, proporcionando altos níveis de cobertura do solo e melhoria na qualidade e quantidade da forragem, bem como beneficiando a recuperação de alguns atributos do solo, tais como a densidade e a capacidade de retenção de água. Isto certamente promove a sustentabilidade da atividade pecuária na Caatinga.

**Palavras-chave:** Cobertura vegetal. Quantidade e qualidade de forragem. Atributos do solo. Semiárido.

## ABSTRACT

NUNES, Shirley Tavares Nunes. **Recovery of degraded Caatinga sites by planting thorny and thornless varieties of the native tree species *Mimosa tenuiflora* and *Cnidocolus quercifolius***. Patos-PB: UFCG, 2012. 74 sheets. (Dissertation – M.Sc. in Forest Sciences). 2012.

Among the activities carried out in the semiarid region of northeast Brazil, agriculture and cattle raising cause most of the environmental impacts, especially on the vegetation. Natural regeneration of the vegetation in degraded Caatinga sites is very slow, and human intervention is necessary. This study compared the effects of the thorny and thornless varieties of two native trees (*Mimosa tenuiflora* and *Cnidocolus quercifolius*) on the recovery of degraded Caatinga sites during three consecutive growing seasons, by collecting data on length and basal diameter of the two planted trees, soil cover by herbs and tree canopy, production and quality of herb and tree forage, and chemical and physical soil attributes. Control plots (no tree planting and browsing, although browsing was allowed in some control plots) were established close to the experiment for comparisons purposes. Natural reestablishment of herb cover is observed in the first year when browsing is not allowed, while natural reestablishment of tree cover on browsed or non-browsed plots showed to be inexistent or incipient and results from thorny *M. tenuiflora* individuals only. Recovery of tree cover can be accelerated by planting native trees, especially *M. tenuiflora*. Its fine branches can be pruned in the third growing season after planting to collect forage and to reduce shadowing that turned to be detrimental to production of herb forage. Thorny and thornless varieties of *M. tenuiflora* showed no significant differences. Positive effects from *C. quercifolius* were observed on herb growth and production, although no fine branches were pruned as its canopy growth was not enough to affect negatively herb species. Thorny *C. quercifolius* showed higher survival and growth than its thornless counterpart, and genetic improvement should be carried out on these characters before this variety can be advantageously used. Animal deferment and tree planting resulted in improvements on soil attributes, especially on soil field capacity and density. Further researches should be carried out to check some observed trends, such as the increase in soil OM and available P, and the decrease in soil K to choose the appropriate management soil and vegetation practices to effectively reinsert the degraded area into the productive system. Planting of thornless *M. tenuiflora* and thorny *C. quercifolius* in areas where no browsing is allowed is an effective way to recover degraded Caatinga sites, and result in high levels of soil cover, increase in forage quantity and quality, and amelioration in some soil attributes such as density and water storage capacity. These improvements certainly help in the sustainability of the cattle raising activity in the Caatinga.

**Keywords:** Plant cover. Forage quantity and quality. Soil attributes. Semiarid.



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> –	Imagem de satélite das áreas experimentais.....	22
<b>Figura 2</b> –	Esquema da disposição das parcelas experimentais em um bloco.....	23
<b>Figura 3</b> –	Curvas e modelos de regressão do crescimento da jurema preta.....	28
<b>Figura 4</b> –	Cobertura herbácea e arbórea nas parcelas com plantio de jurema preta.....	31
<b>Figura 5</b> –	Curvas e modelos de regressão do crescimento da favela.....	48
<b>Figura 6</b> –	Cobertura herbácea e arbórea em parcelas com plantio de favela .....	50

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b>	– Precipitação mensal entre janeiro de 2009 e dezembro de 2011.....	21
<b>Tabela 2</b>	– Biomassa forrageira herbácea presente nas parcelas com jurema preta.....	34
<b>Tabela 3</b>	– Bromatologia da biomassa herbácea das parcelas com jurema preta.....	38
<b>Tabela 4</b>	– Atributos químicos e físicos do solo nas parcelas testemunhas.....	42
<b>Tabela 5</b>	– Atributos químicos e físicos do solo nas parcelas com jurema preta.....	44
<b>Tabela 6</b>	– Biomassa forrageira herbácea presente nas parcelas com favela.....	52
<b>Tabela 7</b>	– Bromatologia da biomassa herbácea nas parcelas com favela.....	54
<b>Tabela 8</b>	– Atributos químicos e físicos do solo nas parcelas com favela.....	56

## SUMÁRIO

1	Introdução.....	12
2	Referencial teórico.....	14
2.1	Áreas degradadas: conceitos e processos de recuperação.....	14
2.2	Caracterização de duas espécies da Caatinga para utilização na recuperação de áreas degradadas.....	14
2.2.1	Jurema preta ( <i>Mimosa tenuiflora</i> Willd. Poiret).....	15
2.2.2	Favela ( <i>Cnidocolus quercifolius</i> Pohl.).....	16
2.3	Cobertura vegetal do solo.....	17
2.4	Biomassa forrageira da Caatinga.....	18
2.5	Caracterização do solo e sua relação com o grau de degradação ambiental.....	19
3	Metodologia.....	21
3.1	Localização e caracterização da área de estudo.....	21
3.2	Produção de mudas.....	22
3.3	Preparação das áreas dos experimentos I (jurema preta) e II (favela).....	23
3.4	Condução do experimento.....	24
3.5	Parâmetros avaliados.....	24
3.5.1	Sobrevivência.....	25
3.5.2	Comprimento e diâmetro basal das mudas.....	25
3.5.3	Cobertura vegetal do solo.....	25
3.5.4	Biomassa forrageira.....	26
3.5.5	Atributos químicos e físicos do solo.....	27
3.6	Delineamento experimental.....	27
4	Resultados e Discussão.....	28
4.1	Experimento I – Jurema preta.....	28
4.1.1	Sobrevivência.....	28
4.1.2	Comprimento e diâmetro basal.....	28
4.1.3	Cobertura vegetal do solo.....	31
4.1.4	Produção de biomassa forrageira herbácea.....	34
4.1.5	Produção de biomassa forrageira da arbórea.....	36
4.1.6	Composição bromatológica da biomassa forrageira herbácea.....	38
4.1.7	Composição bromatológica da biomassa forrageira arbórea.....	41

4.1.8 Atributos químicos e físicos do solo.....	41
4.2 Experimento II – Favela.....	47
4.2.1 Sobrevivência.....	47
4.2.2 Comprimento e diâmetro basal.....	47
4.2.3 Cobertura vegetal do solo.....	50
4.2.4 Produção de biomassa forrageira herbácea.....	52
4.2.5 Composição bromatológica da biomassa forrageira herbácea.....	53
4.2.6 Atributos químicos e físicos do solo.....	56
5 Conclusões.....	60
6 Sugestões para futuros estudos.....	61
Referências.....	62

## 1 Introdução

O Bioma Caatinga apresenta alto nível de degradação ambiental em 15% de sua área, especialmente no Ceará e na Paraíba, que têm mais de 30% e 50%, respectivamente, desse bioma com níveis acentuados de degradação (SÁ et al., 2003). Nessas áreas, a flora e a fauna encontram-se prejudicadas, e os solos estão sujeitos à erosão e com potencial de produção reduzido (ALVES et al., 2009).

O processo de degradação ambiental inicia-se geralmente com a remoção da vegetação para retirada de seus produtos florestais e/ou abertura de novas áreas agrícolas. Seguem-se a exaustão do solo, pelo mau uso agrícola e pecuário, e o abandono da área pela diminuição do seu potencial produtivo, com efeitos negativos de ordem econômica e social. Porém, ao serem isoladas do fator ou fatores degradantes e dependendo do grau da degradação, estas áreas podem regenerar naturalmente sua vegetação arbórea, através do seu banco de sementes e de plântulas e da chuva de sementes de áreas circunvizinhas, dentre outros mecanismos. Em áreas degradadas, este processo é lento e de resultado incerto (REIS et al., 1999; LIMA, 2004).

Nos ambientes em que as condições de autorrecuperação não mais existem ou encontram-se muito prejudicadas, a intervenção humana pode acelerar esse processo (LIMA, 2004), geralmente relacionada à cessação da ação do agente degradante, restauração das condições do solo via fertilização e enriquecimento vegetal (FRANCO et al., 1992).

O enriquecimento de uma área degradada geralmente apresenta custos elevados e pode ser feito via semeadura direta ou plantio de mudas de espécies nativas ou exóticas, adaptadas às condições do local (KAGEYAMA; GANDARA, 2004). Além do conhecimento das causas da degradação e das técnicas de recuperação, os aspectos sociais, culturais e econômicos da região devem ser considerados, pois o proprietário da área degradada precisa ter predisposição e meios para executar as ações de recuperação (VALCARCEL; D'ALTERIO, 1998).

Muitas vezes, o produtor adota modelos baseados em espécies exóticas de rápido crescimento, testados em determinadas regiões, e que podem apresentar restrições em outras condições ambientais. Alguns autores aconselham a exploração de espécies nativas adaptadas às condições ambientais locais, que servem à restauração ambiental, protegendo o solo, recuperando o potencial produtivo e propiciando abrigo e alimento à fauna e à flora (CARPANEZZI et al., 1990; LIMA, 2004; FERREIRA et al., 2007).

Há várias espécies arbóreas nativas da Caatinga que podem ser utilizadas na recuperação de áreas degradadas. Dentre elas, destaca-se a pioneira jurema preta (*Mimosa tenuiflora*), uma leguminosa arbórea aculeada comum na Caatinga, produtora de lenha de alto poder calorífico e de folhas, ramos finos e frutos consumidos pelos animais de criação. Populações nativas desta espécie apresentam, em média, 17% de indivíduos sem acúleos, e as sementes dessas plantas inermes nativas geram até 50% de progênie com este fenótipo, as quais, plantadas em plantios puros proporcionam até 90% de progênie inermes (ARRIEL et al., 1995; BAKKE et al., 1995; ARRIEL et al., 2000). Outra espécie nativa que se destaca é a favela (*Cnidoscolus quercifolius*), uma euforbiácea lenhosa colonizadora de sítios inóspitos da Caatinga, cujas folhas secas, ricas em proteína e sementes constituem forragem muito apreciada pelos animais. O caráter inermes na favela está presente em raros indivíduos adultos. Já foram identificadas matrizes nativas com e sem espinhos capazes de produzir até 20% de progênie inermes (CANDEIA, 2005). À semelhança do que foi feito com a jurema preta, o aumento da frequência gênica para o caráter inermes está em curso através da formação de bosques puros de favelas sem espinhos para a produção de sementes melhoradas para este caráter.

Plantas sem acúleos ou espinhos facilitam o manejo produtivo das espécies, evitam ferimentos e facilitam a circulação de homens e animais. Porém, a recessividade do caráter inermes pode diminuir o crescimento e a produção dos indivíduos com esse fenótipo (CANDEIA, 2005), provavelmente resultante de depressão endogâmica (CLEMENT, 1997). Isto deve ser averiguado para se decidir sobre a recomendação de uso de indivíduos inermes nos sistemas de produção e na recuperação de áreas degradadas da Caatinga.

Este trabalho comparou o plantio das variedades de jurema preta com e sem acúleos, bem como das variedades de favela com e sem espinhos, ambas espécies arbóreas nativas, na recuperação de áreas degradadas de Caatinga, acompanhando o crescimento das variedades plantadas, a cobertura do solo e a forragem produzida pelas espécies herbáceas e arbóreas, bem como os atributos químicos e físicos do solo.

## **2 Referencial teórico**

### **2.1 Áreas degradadas: conceitos e processos de recuperação**

Há séculos o meio ambiente é afetado pelas atividades humanas, resultando em extensas áreas degradadas, caracterizadas por níveis reduzidos de resiliência (VALCARCEL; SILVA, 1997) ou de alguma propriedade ecológica, tais como a produtividade primária ou a diversidade de espécies (BRASIL, 1981; IBAMA, 1990; KOBİYAMA et al., 2001; ALVES et al., 2009).

O processo de degradação ambiental inicia-se, muitas vezes, com a remoção parcial da vegetação lenhosa, podendo atingir um ponto máximo com a formação de extensas áreas desertificadas. Na Caatinga, a coleta de lenha e madeira, para suprir a crescente demanda por produtos florestais, e a queima da galhada, com a finalidade de limpar a área para a formação de campos agrícolas e pastagens, provocam desmatamento, fragmentam o ecossistema florestal, reduzem a biodiversidade e exaurem o solo, podendo provocar altos níveis de degradação ao ambiente (BRASIL, 1981; SOUZA, 2006; GALINDO et al., 2008).

A regeneração natural da vegetação é um processo lento, direcional e contínuo de colonização e substituição de espécies. Pode ser acelerada pela remoção dos fatores degradantes e pela semeadura ou plantio de espécies facilitadoras da sucessão vegetal, porém os resultados dessas ações podem ser incertos, especialmente em áreas com níveis altos de degradação. A escolha de espécies adaptadas às condições locais é muito importante para o sucesso da recuperação da área degradada, as quais deverão ser de rápido crescimento, fornecer abrigo à fauna, produzir serapilheira em quantidade significativa e apresentar adaptação às restrições locais do solo, o qual, geralmente, encontra-se química e fisicamente depauperados (REIS et al., 1999; RODRIGUES, 1999; CHADA et al., 2004; FERREIRA et al., 2010).

### **2.2 Caracterização de duas espécies da Caatinga para utilização na recuperação de áreas degradadas**

O Bioma Caatinga estende-se por 844.453 km<sup>2</sup>, que equivalem a 54% da região nordeste do Brasil e aproximadamente 11% do território nacional. Alguns autores indicam que é o terceiro bioma mais antropizado, após os biomas Mata Atlântica e Cerrado, e outros indicam como o segundo, à frente do Cerrado, com 30,4% (na primeira hipótese) e 51,7% (na

segunda hipótese) de áreas antropizadas (CASTELLETTI, 2003; IBGE, 2004; ANDRADE et al., 2005; LEAL et al., 2005; ARAÚJO, 2007).

Resultados de pesquisas apontam várias espécies lenhosas nativas da Caatinga promissoras para a produção de forragem, tais como a catingueira (*Poincianella pyramidalis* (Tul) L.P.), o mororó (*Bauhinia cheilantha*), a jurema preta, a favela, o feijão bravo (*Capparis flexuosa*), e o umbuzeiro (*Spondias tuberosa*) (GONZAGA NETO, 2001; DRUMOND et al., 2002; DAMASCENO, 2007; ANDRADE et al., 2010). Dentre estas, a jurema preta e a favela destacam-se na ocupação inicial e secundária de áreas degradadas. Descrições detalhadas são encontradas na literatura (LORENZI, 1998; MAIA, 2004), porém algumas características principais são apresentadas a seguir.

### **2.2.1 Jurema preta (*Mimosa tenuiflora* Willd. Poiret)**

A jurema preta é uma Fabacea arbórea nativa da Caatinga, rústica e adaptada às condições de semiaridez do Bioma Caatinga, abundante e frequente no Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe (LIMA, 1996; VIEIRA, 1997). É uma espécie pioneira de áreas com solos férteis, úmidos, profundos e alcalinos, porém também inicia a sucessão em solos pedregosos, erodidos, secos e com afloramentos rochosos (SAMPAIO et al., 1998; MAIA, 2004).

Segundo Lorenzi (1998), a jurema preta é uma árvore de crescimento rápido, que atinge 6 metros de altura e 30 cm de diâmetro, dotada de copa irregular e folhas compostas, bipinadas, de 1 a 3 cm de comprimento. Possui tronco revestido por uma casca que se desprende em placas exibindo a madeira avermelhada. As inflorescências subterminais são em espigas isoladas ou geminadas, de 4 a 8 cm de comprimento, com flores brancas. O fruto é do tipo vagem de 2,5 a 5,0 cm de comprimento, contendo até 6 sementes.

Suas sementes germinam no início da estação chuvosa, chegando ao valor de 17 a 58 mil plântulas por hectare na estação úmida do ano, restando 3,7 a 7,5 mil plântulas por hectare no final da estação seca (BAKKE, et al., 2006).

A jurema preta fornece forragem, protege o solo e os animais e produz lenha de alto poder calorífico (ARAÚJO FILHO; CARVALHO, 1996). Sua capacidade de fixar o N atmosférico (DINIZ, 2006) a torna autossuficiente neste nutriente tão escasso nos solos da região e, segundo Sampaio (2010), isso explica sua presença em extensas áreas antropizadas de Caatinga e a formação de bosques monoespecíficos. Usada em reflorestamento para fins energéticos, apresenta sobrevivência de 75%, aos cinco anos, e altura média de 4,5 metros,



porém seu plantio é recomendado especialmente para a recuperação de áreas degradadas em que a regeneração arbórea esteja seriamente comprometida (APNE, 2008).

Sales (2008) utilizou a jurema preta na revegetação de áreas degradadas da Caatinga e observou médias de 177,5 cm/planta no comprimento e 24,8 mm/planta no diâmetro basal, aos 39 meses de crescimento no campo, em área semelhante às do presente estudo, plantadas em covas de dimensões 30 cm x 30 cm x 30 cm, e com 5 L de esterco em cada cova, sem aplicação de fertilizantes químicos, e, assim, constatou sua superioridade frente à catingueira quanto à sobrevivência e crescimento inicial.

A presença de acúleos na jurema preta, uma característica marcante em muitas espécies da Caatinga, é um empecilho à sua utilização, pois dificulta o seu manejo na retirada de lenha e a produção de forragem. Povoamentos nativos de jurema preta em Patos (PB) apresentam, em média, 17% de indivíduos sem acúleos, cujas sementes resultam em 50% de progênie inerme (BAKKE et al., 1995). Com o aumento da frequência gênica para o caráter inerme, via formação de bosques puros de plantas inermes, já é possível obter 90% de mudas de jurema preta sem acúleos (ARRIEL et al., 1995; ARRIEL et al., 2000).

Em plantios em que a jurema preta foi submetida à poda anual de seus ramos finos, os fenótipos com e sem acúleos apresentaram comprimento médio de 127 e 107 cm e diâmetros médios de 33 e 29 mm, respectivamente. Até os dois anos de idade, a variedade sem acúleos produz cerca de 30% a menos de forragem do que a variedade aculeada, porém a qualidade da sua forragem não difere significativamente entre os fenótipos, com níveis de FDN (59,1 e 59,6%, respectivamente), FDA (44,6 e 44,2%, respectivamente), e proteína bruta (> 9,9%) (BAKKE, 2005; BAKKE et al., 2006; BAKKE et al., 2007) compatíveis com o caráter ruminante dos rebanhos da região (REIS et al., 2004).

### **2.2.2 Favela (*Cnidoscolus quercifolius* Pohl.)**

A favela é uma Euforbiaceae arbórea xerófila endêmica do semiárido do nordeste do Brasil, presente no Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia. É uma espécie pioneira, lactescente, que atinge 4 m de altura e apresenta espinhos urticantes nas folhas, ramos finos e frutos. Perde as folhas ao final do período chuvoso e assim permanece até a próxima estação úmida. Possui tronco curto, ramificado desde a base, mais ou menos cilíndrico e com casca fina. Suas folhas são longas, grossas, lanceoladas, com número variável de pelos urticantes que chegam a alcançar mais de 1 cm de comprimento. As flores são alvas e se apresentam em pequenos cachos axilares e terminais. O

fruto é do tipo cápsula, tricoca esquizocárpica, coberto por espinhos urticantes. As sementes apresentam testa dura e lisa e albúmen rico em óleo comestível (BRAGA, 1960; LORENZI, 1998; DUQUE, 2004).

A favela é importante no ecossistema Caatinga por ser resistente à seca e prosperar em terrenos inóspitos. Pode ser usada como fonte de alimentação animal, de medicamentos, de madeira para serraria e na recuperação de áreas degradadas (NÓBREGA, 2001). No entanto, a abundância de espinhos causticantes tem constituído um empecilho para sua melhor exploração.

Favelas sem espinhos foram encontradas no Ceará (VIANA; CARNEIRO, 1991) e na Paraíba (CANDEIA, 2005). Normalmente, a propagação sexuada da favela resulta em pequena proporção de progênie inerme (NOBRE et al., 2001), porém algumas matrizes de uma população de Patos-PB geram até 20% de descendentes com este fenótipo (CANDEIA, 2005). A frequência gênica para este caráter poder ser aumentada utilizando-se técnicas de melhoramento genético à semelhança do que foi realizado com a jurema preta (ARRIEL et al., 1995) e o sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth) (CARVALHO, 1986). Alternativamente, a favela inerme pode ser reproduzida assexuadamente (MARQUES, 2007), obtendo-se 85% de sucesso na enxertia por garfagem (SALES et al., 2008).

Mudas de favela com e sem espinhos, plantadas em covas de 30 x 30 x 30 cm, adubadas com 5 litros de esterco bovino, dos 90 aos 630 dias, apresentaram incremento médio de 39,5 e 33,4 cm/planta no comprimento e de 4,7 e 2,7 mm/planta no diâmetro basal, para os fenótipos com e sem espinho, respectivamente, na mesma fazenda do presente estudo e em sítios com menor nível de degradação (CANDEIA, 2005). Embora o crescimento e produção do fenótipo sem espinho seja menor, possivelmente devido à poligenia e à recessividade (CARVALHO et al., 1999) do caráter inerme e ao seu maior grau de homozigose e depressão endogâmica (CLEMENT, 1997), o manejo do fenótipo inerme é muito mais fácil e justifica o aprofundamento de estudos e a execução de programas de melhoramento genético para o caráter crescimento e produção de forragem dos indivíduos.

### **2.3 Cobertura vegetal do solo**

A cobertura vegetal do solo, especialmente com indivíduos arbóreos, é importante, pois aumenta a capacidade de infiltração da água no solo, reduz o poder erosivo da água e do vento e propicia a deposição e o acúmulo de serapilheira. Em contraste, o desmatamento e o uso inadequado do solo reduzem a biodiversidade local (vegetal, animal e organismos

edáficos) e expõem as camadas superficiais do solo a processos erosivos (desagregação, remoção e deposição das partículas em áreas mais baixas), resultando em degradação ambiental (CARDOSO et al., 2003).

A recuperação da vegetação é um processo lento, e o seu custo pode ser elevado caso sejam necessárias muitas ações para restaurar as funções ecológicas e econômicas da área degradada a um patamar mínimo aceitável (COSTA et al., 2009). Geralmente, este processo inicia-se com a cessação da ação dos agentes degradantes, seguido do enriquecimento com espécies vegetais lenhosas adaptadas à região, que propiciam uma cobertura permanente do solo (REIS et al., 1999), especialmente as leguminosas fixadoras de nitrogênio, que se estabelecem rapidamente e propiciam uma oferta contínua desse nutriente (DINIZ, 2006). A presença destas espécies aumenta a deposição de serapilheira e a população microbiana, proporciona sombra aos animais, aumenta a capacidade de retenção de água pelo solo, reduz a temperatura das camadas superficiais do solo e, em última análise, proporciona as condições para o surgimento de espécies mais exigentes (EIRA 1997; LIMA, 2004; BIANCHI, 2009).

Assim, o reflorestamento com jurema preta, uma espécie fixadora de nitrogênio atmosférico (DINIZ, 2006), pode resultar em rápida cobertura arbórea e herbácea do solo, aumento da biodiversidade, reposição de matéria orgânica e ciclagem de nutrientes (MAIA, 2005; PEREIRA, 1998). A favela, apesar de não ser uma leguminosa, é uma espécie rústica e adaptada às condições de semiaridez da região e também possui potencial para reflorestamento (DUQUE, 2004; RIBEIRO FILHO et al., 2011).

## **2.4 Biomassa forrageira da Caatinga**

A produção anual média de biomassa na Caatinga é de 4000 kg . ha<sup>-1</sup>, podendo variar bastante, dependendo da precipitação, do nível de cobertura e da fertilidade do solo (ARAÚJO FILHO et al., 1987; SCHACHT, 1987 *apud* ARAÚJO FILHO, 2002; ARAÚJO FILHO; CRISPIM, 2002; PEREIRA FILHO et al., 2007; MENDES; OLIVEIRA, 2011).

Geralmente, as áreas do Bioma Caatinga apresentam maior quantidade e qualidade de biomassa forrageira no período chuvoso, enquanto a forragem é reduzida e de qualidade inferior no período seco, quando as plantas paralisam o crescimento. Neste período, grande parte da forragem disponível corresponde às folhas e ramos senescentes das espécies arbóreas (OLIVEIRA, 1996).

Considera-se que, mesmo no período seco, e quando convenientemente manejada, a vegetação da Caatinga pode manter níveis adequados de produção de biomassa, sem perdas

significativas da qualidade e do potencial produtivo (ARAÚJO FILHO, 1985; ARAÚJO FILHO; CARVALHO, 1997). Porém, a maior parte da Caatinga encontra-se em estágios sucessionais, em que predominam espécies lenhosas arbustivas sem valor forrageiro, como consequência do manejo agrícola e pastoril extrativista inadequado. A reversão deste quadro passa pela adoção de práticas sustentáveis de manipulação da vegetação (OLIVEIRA, 1996; ARAÚJO FILHO; CARVALHO, 1997).

Em geral, mais de 80% da dieta dos ruminantes é constituída por espécies herbáceas, durante o período chuvoso. Porém, com a chegada da época seca e com a maior disponibilidade de folhas secas das árvores, o componente arbóreo pode constituir até 90% da dieta dos ruminantes (GONZAGA NETO et al., 2001; DAMASCENA, 2007).

A manipulação de espécies arbóreas nativas da Caatinga para atender à demanda nutricional dos animais, principalmente no período seco, pode ocorrer pela implantação de áreas de produção de biomassa herbácea (e.g.: capineira) e arbórea (e.g.: banco de proteína) (HEADY; CHILD, 1994), porém Araújo Filho e Carvalho (1997) descrevem técnicas de manipulação da Caatinga (raleamento, rebaixamento e enriquecimento) que podem aumentar em até 80% o potencial de produção da forragem da Caatinga.

## **2.5 Caracterização do solo e sua relação com o grau de degradação ambiental**

A diminuição da cobertura vegetal acarreta mudanças químicas, físicas e bióticas no solo, em longo prazo, diminuindo o seu potencial produtivo e a sua resiliência (DUARTE; CASAGRANDE, 2006).

Análises dos atributos físicos e químicos do solo fornecem informações sobre o grau de perturbação da área e servem de base para o planejamento, o monitoramento e a avaliação das práticas de manejo e conservação aplicadas na área (PARR et al., 1992 *apud* EIRA, 1997).

A melhoria da qualidade do solo geralmente é indicada pelo aumento da velocidade de infiltração da água, da aeração, da formação de macroporos, do tamanho e da estabilidade dos agregados do solo, da resistência à erosão, do teor de matéria orgânica, e pela diminuição da densidade e da perda de nutrientes nas águas superficiais (EIRA, 1997).

A caracterização química (níveis de acidificação, fertilidade e salinização) permite analisar a produtividade esperada para a área (LUGÃO et al., 2003; MACEDO et al., 2009). A densidade e a porosidade do solo são os atributos mais utilizados na caracterização da

qualidade física do solo, e são mais afetados nos primeiros 150 mm de profundidade (LANZANOVA et al., 2007).

Estes autores mostraram que a densidade do solo aumentou com a intensidade de pastejo em estudo realizado no Rio Grande do Sul: 1,00, 1,16 e 1,20 Mg . m<sup>-3</sup> para áreas sem pastejo e pastejadas a cada 28 e 14 dias, respectivamente. Segundo estes autores, este aumento na densidade do solo resulta da ação direta dos cascos dos animais e da diminuição da cobertura vegetal do solo.

Galindo et al. (2008) relacionaram os atributos do solo com a vegetação de Caatinga em Jataúba – PE, com diferentes históricos de uso: conservada, moderadamente degradada e degradada. Estes autores observaram em áreas degradadas, na profundidade 0-20, em solo de textura franco argilosa (710 g/kg de areia, 170 g/kg de silte e 120 g/kg de argila), e densidades global e de partículas de 1,38 e 2,75 g . dm<sup>-3</sup>, respectivamente. Os valores de densidade nas áreas degradadas tenderam a ser maiores do que em áreas moderadamente degradadas e conservadas, no entanto estes valores não apresentaram diferenças estatísticas. Estes autores não constataram, também, diferenças significativas nos atributos químicos do solo entre as áreas estudadas.

Por esta razão, a utilização dos atributos do solo no monitoramento da recuperação de áreas degradadas não é uma tarefa fácil, pois seus valores não se recuperam claramente em curto período, nem em intensidade suficiente à caracterização da recuperação ambiental e do solo. Segundo Chaer (2008), sua utilização é dificultada, também, pela falta de metodologias e de valores de referência em condições específicas.

Por isso, o grau de degradação de uma área é, muitas vezes, determinado indiretamente pelo grau de diminuição dos níveis da produtividade primária ou da diversidade biológica (BRASIL, 1981; IBAMA, 1990; KOBAYAMA et al., 2001; ALVES et al., 2009).

### 3 Metodologia

#### 3.1 Localização e caracterização da área de estudo

Os experimentos foram implantados na Fazenda Experimental NUPEÁRIDO, do Centro de Saúde e Tecnologia Rural (CSTR) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), 6 km ao sul da sede do município de Patos - PB, na mesorregião do Sertão paraibano.

Apesar de Bezerra et al. (2004) classificarem o clima da região central da Paraíba, de Patos até a divisa com o Ceará, como Aw' (quente e úmido com distribuição irregular de chuvas), de acordo com a classificação de Köppen, muitos autores (e.g.: SAMPAIO, 2010) classificam o clima da região central da Paraíba como Bsh (semiárido quente). As temperaturas médias anuais são altas e pouco variáveis, entre 25°C e 30°C. As chuvas são irregulares e concentradas e iniciam-se em meses distintos, prolongando-se por períodos incertos e encerram-se em meses diferenciados de um ano para o outro. As médias oscilam entre pouco menos de 300 mm até pouco mais de 1000 mm.

De acordo com dados obtidos do INMET (2012), a precipitação anual do local do ensaio foi de 1595 mm, 350 mm, e 849 mm em 2009, 2010 e 2011, respectivamente, notadamente entre janeiro e maio de cada ano (Tabela 1).

**Tabela 1** – Precipitação mensal (mm) entre janeiro de 2009 e dezembro de 2011

ANO	MÊS												TOTAL
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	
<b>2009</b>	96	177	304	620	273	35	14	31	0	15	11	19	<b>1595</b>
<b>2010</b>	73	44	25	26	0	43	1	0	0	44	1	93	<b>350</b>
<b>2011</b>	272	119	119	113	137	8	32	3	0	19	27	0	<b>849</b>

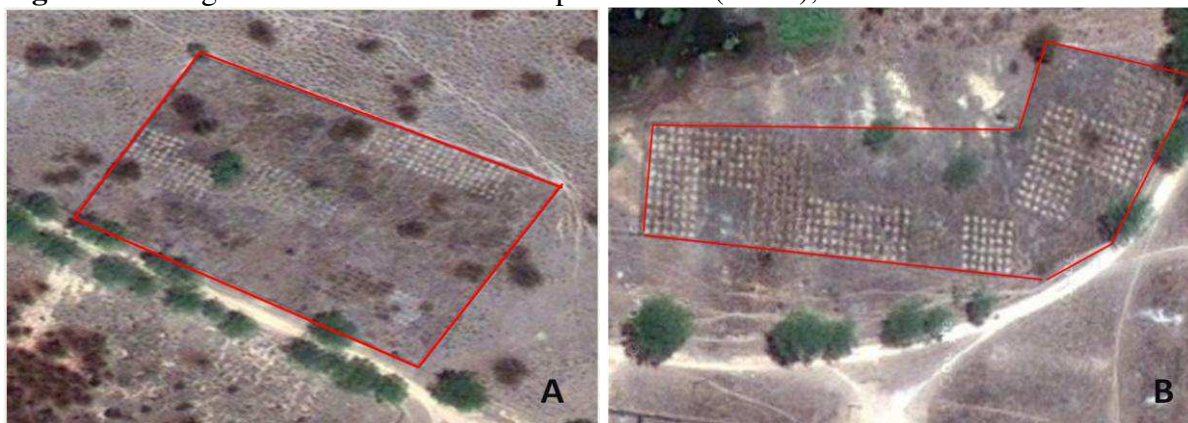
Fonte – INMET (2012)

O histórico de uso da área consta da retirada da vegetação arbórea há 30 anos para formação de pasto, restando alguns exemplares adultos de jurema preta e a ausência de regeneração natural de espécies arbóreas. Desde então, a área está submetida a superpastejo bovino, caprino e ovino, em regime extensivo de criação, resultando em degradação da vegetação e do solo, especialmente em alguns pontos, dois dos quais serviram para a implantação dos experimentos. Esses pontos caracterizavam-se, no início do estudo, por uma

vegetação em que predominavam duas espécies de malva (*Sida* spp.) e capim panasco (*Aristida adscensionis*), indicadores de áreas degradadas com sucessão regressiva (ARAÚJO FILHO; CARVALHO, 1996; SILVA et al., 2000) e solos erodidos (laminar e pequenos sulcos), com afloramentos rochosos e incipiente cobertura herbácea (entre 5 e 14%) e arbórea (~0%) em setembro de 2008.

A área experimental 1 encontra-se nas coordenadas 07°04'53" Sul e 37°16'11" Oeste, a 254 m de altitude, não é pastejada desde março de 2005 e recebeu os blocos 1 e 2 de cada experimento (Figura 1A). A Área 2 apresenta as coordenadas 07°04'45" Sul e 37°16'26" Oeste, a 262 m de altitude, e está protegida do pastejo desde agosto de 2008, e contém os blocos 3, 4 e 5 de cada experimento (Figura 1B).

**Figura 1** – Imagem de satélite das áreas experimentais (A e B), Fazenda NUPEÁRIDO



Fonte – Google (2012), modificado

### 3.2 Produção de mudas

As mudas de jurema preta com e sem acúleos e de favela com e sem espinhos foram produzidas no viveiro da Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Patos/PB. Antes da semeadura, as sementes de jurema preta foram imersas em água quente por 30 segundos e, logo após, em água à temperatura ambiente durante 60 segundos. As de favela foram desinfetadas, durante 20 minutos, com hipoclorito de sódio a 5%, lavadas em água corrente por um minuto, e escarificadas com lixa Norton 60 K 240 lateralmente à carúncula (SALES et al., 2001; BAKKE et al., 2006; TEIXEIRA et al., 2007).

As sementes de jurema preta foram semeadas no dia 10 de setembro de 2008, diretamente em tubetes de 300 cm<sup>3</sup>, contendo substrato composto de 3/4 de material de subsolo e 1/4 de esterco caprino peneirados. Na mesma data, as sementes de favela foram

semeadas em bandejas de plástico dispostas sobre bancada em laboratório, com areia lavada e esterilizada, umedecida com água destilada. Estas foram repicadas após a emergência (3 mm) da radícula, para os tubetes contendo o substrato mencionado anteriormente.

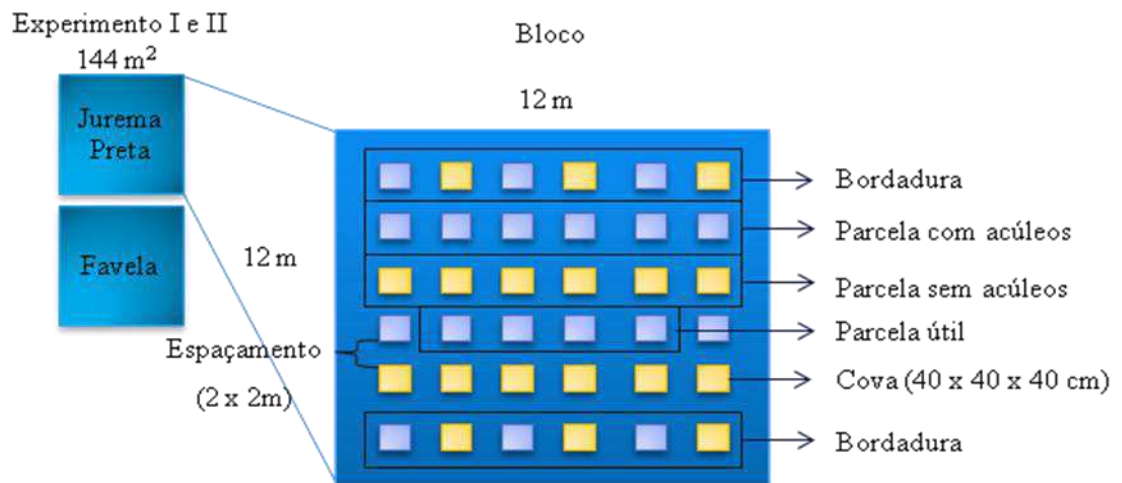
Após três meses (dezembro de 2008) de desenvolvimento nos tubetes, as mudas foram transferidas para sacos plásticos de 4L, contendo o mesmo substrato dos tubetes, enriquecidos de 5 g de superfosfato simples (0,9 g de  $P_2O_5$ ) e 2,8 g de KCl (1,68 g de  $K_2O$ ). Após 15 dias da repicagem, foram adicionados a cada saco 40 ml de uma solução preparada com 1 kg de sulfato de amônia ( $NH_4$ ) $_2$ SO $_4$  e 0,3 kg de KCl em 100 L de água. Os 40 mL adicionados a cada saco corresponderam a 0,08 g de N e 0,072 g de  $K_2O$ . As mudas permaneceram nos sacos até 29 de janeiro de 2009.

### 3.3 Preparação das áreas dos experimentos I (jurema preta) e II (favela)

Os blocos, de dimensões 12 m x 12 m, e as 36 covas, dispostas no espaçamento de 2 m x 2 m, foram demarcados no campo em novembro de 2008. As covas foram abertas parcialmente com trado mecânico de 30 cm de diâmetro acoplado à tomada de força de um trator Massey Ferguson 275. As dimensões finais de cada cova (40 cm x 40 cm de abertura, e 40 cm de profundidade, quando as condições do solo assim o permitiram) foram completadas manualmente.

Cada experimento (I = jurema preta e II = favela) compreendeu cinco blocos, e cada bloco abrangeu seis linhas de seis mudas, num espaçamento de 2 m x 2 m (Figura 2).

**Figura 2** – Esquema da disposição das bordaduras, parcelas, parcelas úteis, espaçamento e dimensões das covas de plantio em um bloco do experimento de revegetação arbórea com jurema preta em área degradada da Caatinga





As parcelas corresponderam às quatro linhas centrais de cada bloco, e a parcela útil correspondeu às quatro plantas centrais de cada parcela. Duas das quatro linhas centrais de cada bloco, escolhidas aleatoriamente, eram compostas por mudas do fenótipo inerme, e as duas restantes receberam mudas do fenótipo com acúleos ou espinhos. Nas duas linhas externas de cada bloco, foram alternadas mudas com e sem acúleos ou espinhos.

Parcelas testemunhas protegidas do pastejo ( $T_0$ : sem a abertura de covas e sem o plantio de espécie arbórea) e parcelas adjacentes semelhantes às de  $T_0$ , exceto que o pastejo foi mantido, acompanharam os experimentos e serviram para a coleta de dados comparativos.

Foram misturados 20 litros (aproximadamente 5,8 kg de matéria seca ao sol) de esterco caprino ao solo revolvido de cada cova, além de 16 g de superfosfato simples (2,88g de  $P_2O_5$ ) e 4,3 g de KCl (2,58 g de  $K_2O$ ), dois meses antes do plantio. Considerando que o sulfato de amônia contém 20% de N, o superfosfato simples contém 18% de  $P_2O_5$ , e o cloreto de potássio, 60% de  $K_2O$ , a quantidade de esterco e fertilizantes químicos aplicados nos sacos e nas covas totalizam 15225 kg de esterco, 0,20 kg de N, 9,45 kg de  $P_2O_5$  e 10,83 kg de  $K_2O$  concentrados no ambiente das 2500 covas .  $ha^{-1}$ .

Em janeiro de 2009, foram escolhidas as mudas mais vigorosas de jurema preta com e sem acúleos (Experimento I) e favela com e sem espinhos (Experimento II) para plantio no campo.

### **3.4 Condução do experimento**

O replantio ocorreu à medida que foi observada mortalidade das mudas nos três meses após o plantio, utilizando-se de plantas que ficaram se desenvolvendo no viveiro florestal.

O coroamento de 50 cm de diâmetro ao redor das mudas ocorreu em março de 2009 e maio de 2010. Em março de 2011, o coroamento foi feito apenas no experimento II. Os indivíduos maiores de duas espécies de malva (*Sida spp.*) foram arrancados manualmente em junho de 2009. A biomassa herbácea proveniente dos coroamentos e das malvas permaneceu nas respectivas parcelas como cobertura morta.

### **3.5 Parâmetros avaliados**

Foram analisados os dados de sobrevivência, comprimento e diâmetro basal dos indivíduos arbóreos introduzidos, cobertura vegetal herbácea e arbórea do solo, atributos

químicos, físicos e microbiológicos do solo e quantidade e qualidade da biomassa forrageira herbácea e arbórea presente no momento da coleta.

### **3.5.1 Sobrevivência**

A sobrevivência resultou do quociente entre o total de plantas vivas em julho de 2011 e o total de mudas plantadas e replantadas para cada fenótipo nas 10 parcelas úteis de cada experimento.

### **3.5.2 Comprimento e diâmetro basal das mudas**

Em janeiro, fevereiro, março, maio, junho, julho e outubro de 2009, mensalmente entre janeiro e julho, em outubro de 2010 e em janeiro e julho de 2011, foram realizadas medições de comprimento (cm) do ramo mais longo, utilizando vara graduada com divisão de um centímetro e, de diâmetro basal (mm), cinco centímetros acima do solo, medido com paquímetro digital. A estimação dos parâmetros dos modelos de regressão relacionando a idade no campo (fevereiro de 2009 = 1 mês de idade <  $X$  < 30 meses = julho de 2011) e o comprimento ou o diâmetro basal/planta ( $Y_s$ ), bem como a análise do crescimento das plantas, entre fevereiro de 2009 e julho de 2011, baseou-se nas médias das plantas sobreviventes por parcela útil observadas em cada data.

### **3.5.3 Cobertura vegetal do solo**

A cobertura vegetal herbácea e arbórea do solo foi estimada em setembro de 2008, antes do plantio das mudas, e em março de 2009, 2010 e 2011, pela amostragem aleatória em dois locais por parcela útil, correspondentes a dois círculos de 1 m de raio (3,1416 m<sup>2</sup>), localizados aleatoriamente na linha imaginária interligando as quatro plantas de cada parcela útil. Nestes círculos, foi realizada avaliação visual da cobertura herbácea do solo em porcentagem (0 a 100%) por três pessoas e a média considerada para cada parcela útil.

No mesmo momento, a cobertura arbórea do solo proporcionada pela copa da jurema preta ou da favela sobrevivente mais próxima de cada círculo na parcela útil foi estimada visualmente por três pessoas e a média considerada nas análises. Nas parcelas testemunhas, foi realizado procedimento semelhante, bem como nas seis parcelas adjacentes expostas ao pastejo.

### 3.5.4 Biomassa forrageira

A biomassa forrageira do estrato herbáceo foi coletada em maio de 2009, 2010 e 2011 nas parcelas testemunhas e nas parcelas úteis dos Experimentos I e II. A biomassa do componente arbóreo foi coletada em maio de 2011 apenas nas parcelas plantadas com jurema preta, pois o crescimento de sua copa justificou a poda de seus ramos, enquanto isto não aconteceu para as parcelas plantadas com favela.

A biomassa herbácea (extrapolada para  $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ), presente em cada momento de coleta, foi obtida pelo corte (cinco cm acima do solo) do material herbáceo encontrado no interior de uma moldura de ferro de 1 m x 0,25 m, posicionada aleatoriamente entre duas juremas pretas ou favelas de cada parcela útil.

Do material herbáceo coletado, foram separadas as espécies monocotiledôneas e dicotiledôneas, as quais tiveram o peso fresco determinado separadamente por parcela. Para as análises bromatológicas, o material das herbáceas monocotiledôneas coletado nas duas repetições dos tratamentos em cada bloco foi agrupado, amostrado e analisado. Procedeu-se de maneira similar para a análise bromatológica da forragem das dicotiledôneas. As amostras (~100 g, ou menos, dependendo do material herbáceo presente no interior da moldura) foram pesadas e secas (65 °C) em estufa de circulação forçada de ar por 72 horas. Após a secagem, cada amostra foi pesada, processada em moinho de facas tipo Willey, com peneira de 1 mm, acondicionada em frascos identificados, e analisada quanto aos teores de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), proteína bruta (PB) e cinzas no Laboratório de Nutrição Animal do Centro de Saúde e Tecnologia Rural da UFCG, Patos – PB, de acordo com os procedimentos propostos por *van Soest*, descritos por Silva e Queiroz (2002). Estes teores foram expressos em porcentagem da MS a 105 °C.

A biomassa forrageira da jurema preta correspondeu aos ramos de até 1 cm de diâmetro. Estes ramos finos foram podados de todas as plantas de cada bloco, na terceira estação de crescimento após, o plantio no campo, para provocar estresse uniforme e reduzir em 50% a cobertura do solo pela copa das plantas lenhosas, porém apenas a biomassa proveniente das plantas das parcelas úteis foi considerada. O peso seco de forragem coletada em cada parcela útil foi estimado através da coleta e secagem de uma amostra. O total do material arbóreo amostrado e seco proveniente das 10 repetições de cada tratamento foi agrupado, de forma a compor duas amostras compostas de cada tratamento, por experimento. As duas amostras obtidas foram analisadas quanto aos componentes bromatológicos, de maneira similar à descrita para as monocotiledôneas e dicotiledôneas herbáceas.

### 3.5.5 Atributos químicos e físicos do solo

Foram feitas análises químicas e físicas em amostras de terra coletadas em três pontos em cada bloco, resultando em uma amostra composta por bloco, em outubro de 2008. Em maio de 2009, 2010 e 2011, foram coletadas amostras em duas posições intermediárias entre as plantas de cada parcela útil, as quais foram agrupadas de modo a resultar em uma amostra composta para cada tratamento em cada bloco. Coletas similares à de 2008 foram realizadas nas parcelas testemunhas nas quatro datas citadas. A profundidade de coleta do solo foi de 0 a 20 cm, exceto em 2009, que se restringiu aos primeiros 10 cm de profundidade. O solo das amostras compostas foi destorroado, seco ao ar, peneirado e encaminhado para o Laboratório de Solo e Água/UFMG/CSTR, Patos-PB, para análises químicas e físicas de rotina.

### 3.6 Delineamento experimental

O delineamento utilizado nos dois experimentos foi o em blocos casualizados, com dois tratamentos e 10 repetições (5 blocos com duas repetições de tratamentos). Os tratamentos do Experimento I foram  $T_1$  = variedade de jurema preta com acúleos e  $T_2$  = variedade de jurema preta sem acúleos, e os do Experimento II foram  $T'_1$  = variedade de favela com espinhos e  $T'_2$  = variedade de favela sem espinhos. O fator data foi incluído em três níveis: março de 2009, 2010 e 2011, para a variável cobertura vegetal do solo, ou maio de 2009, 2010 e 2011, para as variáveis produção e bromatologia da biomassa forrageira e atributos do solo. As médias dos fenótipos com e sem acúleos ou espinhos foram comparadas pelo teste F da ANOVA, enquanto o teste F foi aplicado para o fator datas para indicar se a variação observada era significativa (PIMENTEL GOMES, 1981; SAMPAIO, 1998), sem se preocupar com a construção de um modelo de regressão. Foi realizada análise de regressão linear, para escolha do modelo de regressão do comprimento e o diâmetro basal da jurema preta ou da favela (Y, em cm ou mm, por planta sobrevivente) com a idade (X, em meses) das mudas no campo, para cada fenótipo. O nível de significância adotado foi o de 5%.

## **4 Resultados e Discussão**

### **4.1 Experimento I – Jurema preta**

#### **4.1.1 Sobrevivência**

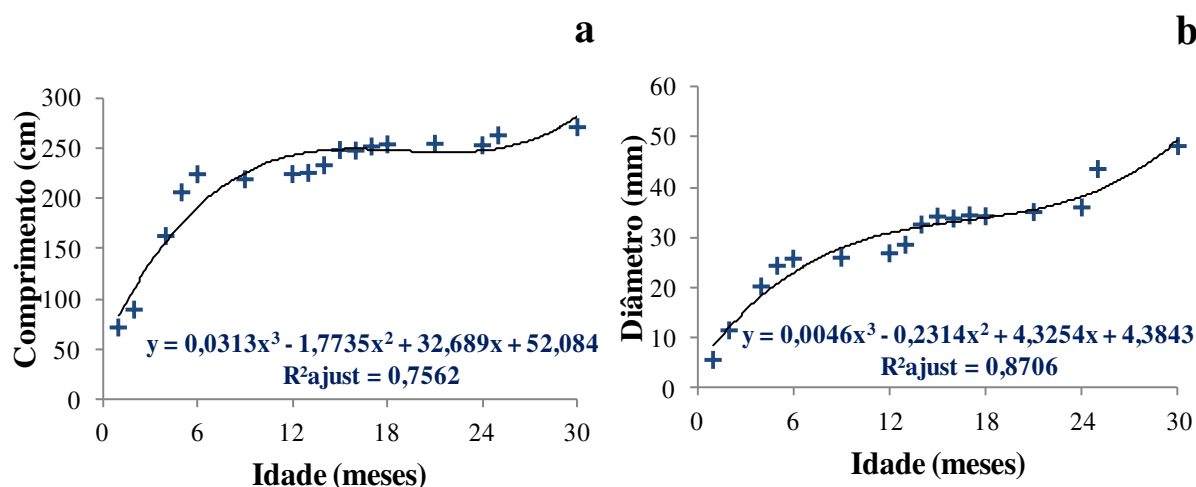
Em julho de 2011, a sobrevivência diferiu entre os fenótipos da jurema preta: 88% e 95% para os fenótipos com acúleos e sem acúleos, respectivamente. Estes valores superam os relatados por Sales (2008) (36,2%) para jurema preta plantada em área semelhante à do presente estudo. Superam, também, os valores observados para a sobrevivência (<22%) das plântulas de regeneração natural desta espécie (BAKKE et al., 2006), bem como o total insucesso (0%) proveniente da semeadura do equivalente a 8 milhões de sementes . ha<sup>-1</sup>, em substrato melhorado física e organicamente (SALES, 2008). Isto mostra que a jurema preta beneficia-se do tamanho do recipiente das mudas (saco de 4 L vs. tubete de 0,3 L), das dimensões da cova de plantio (0,4 m x 0,4 m x 0,4 m vs. 0,3 m x 0,3 m x 0,3 m) e da quantidade de esterco nas covas (20 L vs. 5 L), adaptando-se a anos de precipitação acima ou abaixo da média da região (Tabela 1). Porém, esta diferença na sobrevivência dos dois fenótipos não se refletiu em crescimento diferenciado para a jurema preta com e sem acúleos, como será visto adiante.

#### **4.1.2 Comprimento e diâmetro basal**

O comprimento médio inicial (fevereiro de 2009) das mudas de jurema preta, no campo, foi semelhante para os fenótipos (com e sem acúleos), que apresentaram médias de 72,1 e 71,2 cm/planta, respectivamente. Para o diâmetro basal, os valores médios foram 5,6 mm/planta para os dois fenótipos.

De fevereiro de 2009 (X = 1 mês de desenvolvimento no campo) a julho de 2011 (X = 30 meses de desenvolvimento no campo), as juremas pretas apresentaram aumentos significativos de comprimento e diâmetro basal, semelhantes para os dois fenótipos, que foram expressos por meio de modelos de regressão polinomial de 3º grau, com coeficientes de determinação ( $R^2_{ajust}$ ) entre  $0,7562 \leq R^2_{ajust} \leq 0,8706$  (Figura 3).

**Figura 3** – Curvas e modelos de regressão relacionando o comprimento (a) e o diâmetro basal (b) da jurema preta, entre fevereiro de 2009 e julho de 2012, plantadas em área degradada de Caatinga, na fazenda NUPEÁRIDO, Patos (PB), Brasil



Fonte – Nunes (2012)

Observa-se que o crescimento (comprimento e diâmetro basal) foi mais intenso nos primeiros seis meses, devido à maior disponibilidade de umidade e nutrientes no solo, seguido de uma estabilidade durante o período de menor precipitação (Tabela 1). A retomada do crescimento ocorreu na estação úmida seguinte (12 meses  $\leq X \leq$  18 meses), seguida de nova interrupção no período seco de 2010. Em 2011, verificou-se a retomada de crescimento entre 24 meses  $\leq x \leq$  30 meses, acreditando-se que o comportamento de estabilização e retomada de crescimento se repita por mais alguns anos, até que as plantas atinjam o potencial de crescimento da jurema preta naquele sítio. Deve-se considerar também a possibilidade de adubação suplementar, pois a intensidade de crescimento diminuiu entre a primeira estação de crescimento (2009) e as seguintes. Esta diminuição pode resultar não só de diferenças na precipitação, mas também de diminuição de nutrientes no solo, pois o esterco e fertilizantes adicionados às covas certamente já tiveram grande parte de seus constituintes absorvidos pelas plantas.

Os dois fenótipos da jurema preta apresentaram comprimento e diâmetro basal semelhantes. Aos 30 meses (julho de 2011), as médias conjuntas dos indivíduos dos dois fenótipos foram 271,04 cm/planta e 48,20 mm/planta, respectivamente. O incremento médio (diferença entre os valores observados no 1º e no 30º mês) foi de 199,37 cm/planta e 42,57 mm/planta, para o comprimento e diâmetro basal. Estes valores são superiores aos relatados por Bakke (2005) para jurema preta aos 36 meses após o plantio. Além disto, este autor observou diferenças no comprimento (127 vs. 107 cm/planta) e no diâmetro basal (33 vs. 29

mm/planta) médios, respectivamente entre os fenótipos com e sem acúleos, em plantios adensados (1 m x 1 m) localizados em três áreas não degradadas, duas delas próximas às do presente estudo. Certamente, os valores inferiores ocorreram devido à poda anual das ramas da jurema preta, conforme relatado por Bakke (2005). Além disto, estas juremas pretas foram submetidas experimentalmente a intenso pastejo caprino por alguns dias anteriormente, como foi citado pelo autor. Isto deve explicar, também, a aparente inferioridade do fenótipo sem acúleos, relatada por este autor, pois a maior pressão de pastejo ocorreu certamente nas plantas inermes, devido à ausência da proteção física proporcionada pelos acúleos.

Resultados inferiores também constam em Sales (2008), que obteve média de 177,5 cm/planta de comprimento e 24,8 mm/planta de diâmetro basal para a jurema preta, aos 39 meses de crescimento no campo, testada na revegetação de áreas degradadas da Caatinga, em área semelhante às do presente estudo. No entanto, este autor utilizou recipientes menores para a produção de mudas (0,3 L), covas de dimensões mais modestas (30 cm x 30 cm x 30 cm) e apenas 5 L de esterco em cada cova, sem aplicação de fertilizantes químicos. Isto comprova que a jurema preta responde positivamente às práticas silviculturais empregadas.

Reflorestamentos com jurema preta com acúleos em Limoeiro do Norte-CE, em solos cambissolos (APNE, 2008), apresentaram alturas de 3,6, 3,2 e 4,2 m, aos 36, 48 e 60 meses de idade, respectivamente, em espaçamentos variando de 1,5 m x 3 m a 3 m x 3 m. Pode-se supor que o comprimento das juremas pretas do presente estudo podem alcançar ou se aproximar destes valores na próxima estação de crescimento e, apesar das diferenças entre os graus de degradação das áreas e os espaçamentos utilizados, bem como na metodologia utilizada na medição das árvores (comprimento do ramo mais longo vs. altura da planta), isto indica que a jurema preta pode crescer bem em solos degradados, recebendo apenas tratamentos silviculturais quando da abertura e preparo da cova.

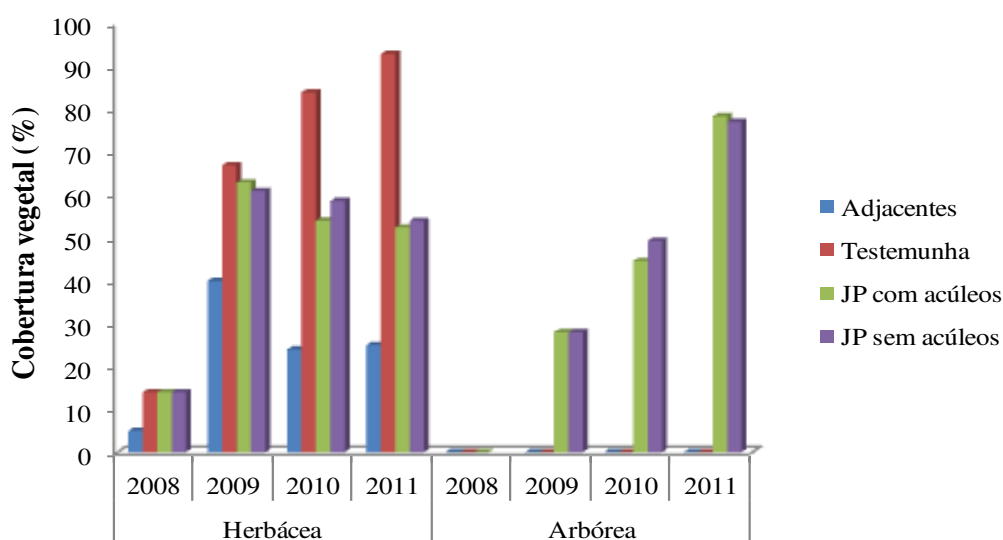
Os valores de comprimento das plantas, para ambos os tratamentos, não apresentaram distinção aos observados na recuperação de áreas degradadas em outras regiões (SOUZA, 2000; ARAÚJO FILHO et al., 2007), ou mostraram-se superiores, em alguns casos (DIAS et al., 1995; MUNDIM 2004; JOSÉ et al., 2005; DIAS et al., 2007), em condições climáticas consideradas melhores do que a do trópico semiárido. Riegelhaupt et al. (2010) também observaram crescimento em volume de madeira após corte raso na regeneração do volume em áreas manejadas da Caatinga superiores ao observado em florestas de outros biomas considerados mais favoráveis ao crescimento de plantas. Além disto, a revegetação com jurema preta, por meio do plantio de mudas, acelerou o processo de recomposição da

cobertura arbórea do solo quando comparado ao lento processo de regeneração natural observada em áreas de Caatinga degradada (SALES, 2008) ou não (SOUZA, 2000).

#### 4.1.3 Cobertura vegetal do solo

Em setembro de 2008, a cobertura vegetal observada em seis parcelas adjacentes aos experimentos recobria 5% da superfície do solo e era constituída por remanescentes de plantas herbáceas, principalmente de duas espécies de malva (Figura 4). Em março de 2009, 2010 e 2011, a cobertura herbácea nestas parcelas, que continuaram sendo pastejadas, passou para 40%, 24% e 25%, respectivamente, provavelmente provocada pela estação do ano (setembro, época seca do ano vs. março, quando já havia ocorrido precipitação significativa no mês anterior) (Tabela 1). A cobertura arbórea durante todo período experimental foi nula nestas parcelas.

**Figura 4** – Cobertura herbácea e arbórea em setembro de 2008, e março de 2009, 2010 e 2011, nas parcelas adjacentes, testemunha e com plantio de jurema preta (JP) com e sem acúleos, em área degradada de Caatinga, na Fazenda NUPEÁRIDO, Patos (PB), Brasil



Fonte – Nunes (2012)

As parcelas testemunhas, que acompanhavam os experimentos dentro das áreas cercadas, apresentavam, em setembro de 2008, cobertura herbácea de 14%. Após a retirada dos animais, aumentou para 67%, 84% e 93%, em março de 2009, 2010 e 2011, respectivamente (Figura 4). Porém, a cobertura arbórea nessas parcelas permaneceu nula, mostrando que a regeneração natural de espécies arbóreas, nestas áreas degradadas, está



prejudicada mesmo sem a presença de animais. Porém, foi observada a presença de algumas mudas de jurema preta provenientes de regeneração natural fora das parcelas, nos limites internos das áreas cercadas, as quais, até julho de 2011, apresentaram desenvolvimento modesto e contribuíram pouco para a cobertura do solo. Nenhuma outra espécie arbórea nativa encontrou condições ambientais para se estabelecer naturalmente entre 2008 e 2011. Assim, espera-se apenas regeneração natural de jurema preta nas parcelas experimentais num futuro próximo, porém a sua participação na cobertura do solo permanecerá modesta ainda por vários anos.

Cobertura semelhante à das parcelas testemunhas até 2010 (67%) foi registrada em área de Caatinga sucessional (ARAÚJO FILHO et al., 1982) e em pastagem de gramíneas forrageiras no sul de Minas Gerais (BOTREL et al., 1999), enquanto a média de cobertura observada em 2011 (93%) superou as médias encontradas por estes autores, evidenciando que o isolamento da área teve um efeito positivo na recuperação da cobertura herbácea a curto prazo. Até certo ponto, esta rápida recuperação da cobertura vegetal do solo não era esperada devido ao nível de degradação que, a princípio, era considerado nestas áreas.

As parcelas com jurema preta protegidas do pastejo apresentaram cobertura herbácea de 14% em setembro de 2008 (Figura 4). Em março de 2009, era de 63% e 61% sob a copa das juremas pretas com e sem acúleos, respectivamente, um aumento significativo similar para os dois fenótipos em 2009 (nas parcelas testemunhas, a cobertura herbácea era de 67%). Em março de 2010 e de 2011, tendeu a reduzir e estabilizar entre 52% e 59% sob a copa das juremas pretas, mas continuou a aumentar nas parcelas testemunhas: 84% e 93% em março de 2010 e 2011, respectivamente.

Apesar da cobertura herbácea nas parcelas plantadas com jurema preta e protegidas do pastejo superar a das parcelas adjacentes sob pastejo contínuo (sempre  $\leq 40\%$ ), observa-se que a jurema preta prejudica a cobertura herbácea já no segundo ano após o plantio, se plantada no espaçamento 2 m x 2 m. Houve redução da cobertura herbácea (Figura 4) à medida que as copas das juremas pretas se desenvolviam, enquanto a cobertura herbácea nas parcelas testemunhas era igual ou superior à das parcelas plantadas com jurema preta, numa tendência de diferenças crescentes entre 2008 e 2011.

Este efeito negativo sobre o estrato herbáceo pode advir do sombreamento dos ramos inclinados, formadores de uma copa ampla da jurema preta. Comportamento semelhante foi constatado por Araújo Filho (1985), que verificou decréscimo da cobertura herbácea em áreas de Caatinga não raleada, quando comparada aos valores observados em Caatinga raleada. Outro fator negativo oriundo do componente arbóreo sobre o estrato herbáceo refere-se à

liberação de substâncias alelopáticas pelas raízes ou serapilheira. Silva (2007) relata processos alelopáticos para extratos do cumaru (*Amburana cearensis* A.C. Smith) e da jurema preta. Porém, estudos adicionais são necessários para afirmar com segurança qual o fator ou fatores responsáveis pela redução da cobertura herbácea relatada no presente estudo sob a copa de jurema preta.

A presença de indivíduos arbóreos em área de pastagem não prejudica obrigatoriamente o estrato herbáceo. Schacht (1987) *apud* Araújo Filho et al. (2002) observou que o estrato herbáceo não é prejudicado quando a cobertura arbórea varia de 0 a 50%. Araújo Filho (1992) e Araújo Filho et al. (1982) defendem a presença do componente arbóreo em área de pastagens recobrando 30 a 40% do solo, quando, segundo estes autores, a produção do estrato herbáceo não é prejudicada e os animais beneficiam-se da sombra e da forragem das árvores. Além disto, o processo de ciclagem de nutrientes é beneficiado e outros produtos florestais, como a lenha, ficam disponíveis para o produtor rural.

A cobertura arbórea na área degradada era inexistente em outubro de 2008, exceto pela presença de 2 exemplares adultos de algaroba e três de jurema preta, todos fora das parcelas experimentais. Em março de 2009, 2010 e 2011, a cobertura arbórea proporcionada pelo plantio das juremas pretas com e sem acúleos foi de 28% e 28%, 44% e 49%, e 78% e 77%, respectivamente, considerados semelhantes para os dois fenótipos em cada ano, porém aumentando de um ano para outro. Os valores da cobertura arbórea para 2011 foram semelhantes aos encontrados em áreas de Caatinga nativa (SCHACHT, 1987 *apud* ARAÚJO FILHO et al., 2002; ARAÚJO FILHO et al., 2002; PALÁCIO, 2011). Apesar da baixa diversidade de espécies arbóreas, a jurema preta pode proporcionar, no início do terceiro ano, após o plantio no campo, proteção do solo similar ao de uma Caatinga nativa, justificando o seu papel no enriquecimento da pastagem, como leguminosa arbórea fixadora de nitrogênio (COSTA et al., 2004; CÂNDIDO et al., 2005).

Em 2011, foi realizada a poda das ramas finas da jurema preta para reduzir a cobertura do solo pelas suas copas, de acordo com as recomendações de Araújo Filho (1992), Araújo Filho e Carvalho (1997) e Araújo Filho et al. (2002), para favorecer o desenvolvimento do estrato herbáceo. A forragem proveniente dos ramos de jurema preta pode ser acrescida à produção, e compensar as perdas, do estrato herbáceo, o que será analisado adiante.

#### 4.1.4 Produção de biomassa forrageira herbácea

Nas parcelas testemunhas, a média de biomassa herbácea fresca presente foi de 7487, 2105 e 8630 kg . ha<sup>-1</sup> em maio de 2009, 2010 e 2011, respectivamente (Tabela 2). Na base seca, corresponderam a 2703, 1744 e 3780 kg . ha<sup>-1</sup>, respectivamente. A média de 2011 foi semelhante ou inferior à de áreas de Caatinga com cobertura arbórea entre 5% (4265,9 kg de MS . ha<sup>-1</sup>) e 40% (3631,9 kg de MS . ha<sup>-1</sup>), submetida à adubação mineral e orgânica, no Ceará e no Rio Grande do Norte (ROCHA; ARAÚJO FILHO, 2009), e inferiores à média obtida por Ydoyaga Santana et al. (2011) (6454 kg de MS . ha<sup>-1</sup>) em Caatinga arbórea arbustiva manipulada enriquecida, com capim buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) e capim corrente (*Urochloa trichopus* Stapf.). Foram superiores aos encontrados em áreas pastejadas de Caatinga (1369 kg de MS . ha<sup>-1</sup> em março e 452 kg de MS . ha<sup>-1</sup> em junho) (MOREIRA et al., 2006). Estes valores mostram a grande variação existente na produção de forragem herbácea no Bioma Caatinga e a dificuldade de se classificar com clareza o grau de degradação de uma área, ou comparar o grau de degradação entre áreas, tendo como base critérios de produção.

**Tabela 2** – Biomassa forrageira herbácea (kg . ha<sup>-1</sup>) presente nas parcelas testemunhas (sem plantio de jurema preta) e nas com jurema preta com e sem acúleos, em maio de 2009, 2010 e 2011, em área degradada da Caatinga, da Fazenda NUPEÁRIDO, Patos - PB

		Biomassa herbácea					
ANO	TRAT	Base fresca (kg . ha <sup>-1</sup> )			Base seca (kg . ha <sup>-1</sup> )		
		DICO	MONO	TOTAL	DICO	MONO	TOTAL
2009	Testemunha	4506,7	2980,1	<b>7486,8</b>	1431,6	1271,8	<b>2703,4</b>
	Jurema preta						
	com acúleos	10570,0	3250,0	<b>13820,0</b>	2930,6	1673,9	<b>4604,5</b>
	sem acúleos	6510,0	2050,0	<b>8560,0</b>	1819,9	1075,2	<b>2895,1</b>
2010	Testemunha	960,0	1145,0	<b>2105,0</b>	714,8	1029,7	<b>1744,5</b>
	Jurema preta						
	com acúleos	350,0	1000,0	<b>1350,0</b>	259,4	937,3	<b>1196,7</b>
	sem acúleos	920,0	780,0	<b>1700,0</b>	738,4	683,8	<b>1422,1</b>
2011	Testemunha	5315,00	3315,00	<b>8630,00</b>	1623,4	2156,4	<b>3779,8</b>
	Jurema preta						
	com acúleos	6260,0	570,0	<b>6830,0</b>	1540,4	292,4	<b>1832,7</b>
	sem acúleos	5030,0	1425,0	<b>6455,0</b>	1252,0	797,6	<b>2049,6</b>

MONO = monocotiledônea; DICO = dicotiledônea

Fonte – Nunes (2012)

Nas parcelas que receberam jurema preta com e sem acúleos, o total de biomassa herbácea forrageira fresca presente (mono e dicotiledônea) foi semelhante e diferiu entre anos.

Em maio de 2009, foi de 13820 e 8560 kg . ha<sup>-1</sup> sob a copa da jurema preta com e sem acúleos, respectivamente. Em 2010, foi de 1350 e 1700 kg . ha<sup>-1</sup> e, em 2011, atingiu 6830 e 6455 kg . ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Tabela 2). Na base seca, o total foi similar sob a copa da jurema preta com e sem acúleos em cada ano e diferiu entre anos, atingindo um mínimo em 2010, proporcional à precipitação daquele ano, que ficou abaixo da média da região (Tabela 1). Porém, a recuperação no ano seguinte não foi a esperada para a precipitação verificada em 2011, que atingiu valor próximo à média histórica, sugerindo que a produção forrageira herbácea tendeu a decrescer ao longo do tempo nas parcelas com jurema preta, enquanto o contrário aconteceu nas parcelas testemunhas.

Além disto, tendo em vista que a produção nas parcelas com jurema preta, apesar de inicialmente (2009) maior, tendeu a ser inferior do que a das parcelas testemunhas em 2010 e 2011 (Tabela 2), provavelmente, outros fatores, além da precipitação, estejam afetando a produção de biomassa do estrato herbáceo. As condições ambientais nas parcelas testemunhas progrediram ao ponto de, no ano de poucas chuvas (2010), a produção herbácea ser proporcionalmente menos prejudicada do que nas parcelas com jurema preta. No ano seguinte (2011), de chuvas em torno da média da região, a produção nas parcelas testemunhas superou a de 2009, sugerindo melhoras significativas nestas parcelas. Nas parcelas com jurema preta, no ano de poucas chuvas (2010), a produção herbácea foi proporcionalmente mais prejudicada do que nas parcelas testemunhas e, no ano seguinte (2011), a produção nas parcelas com jurema preta não superou a de 2009, sugerindo condições ambientais desfavoráveis para o crescimento das espécies herbáceas, provenientes de fatores tais como a liberação de substâncias alelopáticas pela jurema preta ou o sombreamento excessivo provocado pelas suas copas. Mendes e Oliveira (2011) observaram mesma tendência de diminuição em região semiárida na Índia após um, três e cinco anos de abandono de uso agrícola e encapoeiramento.

Em Caatinga não alterada ou raleada, ou em capoeiras secundárias, a produção anual média de biomassa é de 4000 kg . ha<sup>-1</sup>, podendo variar bastante, dependendo da precipitação, da fertilidade do solo, dentre outros fatores (ARAÚJO FILHO et al., 1987; SCHACHT, 1987 *apud* ARAÚJO FILHO, 2002; ARAÚJO FILHO; CRISPIM, 2002; PEREIRA FILHO et al., 2007; LUNA et al., 2010; MENDES; OLIVEIRA, 2011; PALÁCIO, 2011). Araújo et al. (1995) estimam que apenas 10% (400 kg . ha<sup>-1</sup>) do total de biomassa produzida na Caatinga são efetivamente consumidos pelos animais, pois parte fica inacessível e parte é incorporada às estruturas dos indivíduos arbóreos. Estes dados explicam a tradição da retirada do componente arbóreo do sistema de produção pecuário na Caatinga, para beneficiar a produção de biomassa herbácea e a disponibilidade de forragem.

Araújo Filho (1985; 1992) aconselha a manutenção de cobertura arbórea de 30-40%, níveis que propiciam conforto térmico para os animais e luminosidade e ciclagem de nutrientes que beneficiam a produção de forragem herbácea. Como já relatado, este nível de sombreamento foi ultrapassado já em 2010 (Figura 4) e, portanto, o sombreamento acima de 40% pode explicar parcialmente a diminuição da produção de forragem herbácea.

Inicialmente (2009) as médias de produção das dicotiledôneas foram maiores que as das monocotiledôneas (Tabela 2). No ano seguinte, a baixa precipitação afetou negativamente a produção do estrato herbáceo, principalmente a das dicotiledôneas, que, de uma produção maior em 2009, passou a produzir menos do que as monocotiledôneas em 2010. No terceiro ano (2011), com precipitação próxima à média da região, a participação das dicotiledôneas voltou a ser maior do que a das espécies monocotiledôneas nas parcelas com jurema preta, enquanto, nas parcelas com testemunhas, ocorreu o inverso, as monocotiledôneas continuaram a contribuir mais para o total de forragem herbácea. Assim, a diminuição na produção total do estrato herbáceo sob as copas das juremas pretas pode ser parcialmente compensada pela participação maior das dicotiledôneas, as quais produzem forragem de melhor qualidade (ver adiante). Além disto, deve-se considerar que a jurema preta tem, em seus ramos finos, uma fonte de forragem, o que, também, pode compensar a redução na produção total do estrato herbáceo, como será visto nas próximas seções.

#### **4.1.5 Produção de biomassa forrageira arbórea**

Considerando o aparente efeito negativo no estrato herbáceo pelo segundo ano consecutivo e as recomendações de Araújo Filho (1992), os ramos finos ( $\emptyset < 1$  cm) das juremas pretas foram podados em maio de 2011, 28 meses após o plantio, para reduzir à metade ( $78\%/2 \approx 40\%$ ) a cobertura arbórea do solo. A biomassa arbórea resultante desta poda foi semelhante entre fenótipos: 3326,38 e 3262,99 kg de MS . ha<sup>-1</sup> para a jurema com e sem acúleos, respectivamente. Estes valores equivalem a uma produção anualizada de aproximadamente 1100 kg de MS . ha<sup>-1</sup>, considerando as três estações de crescimento verificadas entre janeiro de 2009 e maio de 2011.

Ydoyaga Santana et al. (2011) encontraram quantidade de forragem arbustiva-arbórea (ramas de  $\leq 0,6$  mm presentes até 2 m de altura) disponível semelhante (3495 kg de MS . ha<sup>-1</sup>) à do presente estudo em Caatinga manejada, enriquecida com capim buffel e capim corrente. Os valores obtidos no presente estudo situam-se próximos aos valores de produção anual do estrato arbustivo-arbóreo da Caatinga reportados por Oliveira (1996) (1000 a 3000

kg de MS . ha<sup>-1</sup>) e por Moreira et al. (2006) (1369 kg de MS de biomassa pastejável . ha<sup>-1</sup> das espécies arbustiva-arbóreas, no período chuvoso em área de Caatinga). Estes autores informam que, do total, apenas 36,9 kg de MS . ha<sup>-1</sup> correspondem à biomassa arbórea da jurema preta. Isto indica estágio mais avançado de sucessão da vegetação arbórea do que o estágio inicial mono-específico do presente estudo.

Bakke et al. (2007) observaram diferença entre a produção de biomassa arbórea proveniente de ramos finos da jurema preta com (5833 kg de MS . ha<sup>-1</sup>) e sem acúleos (4108 kg de MS . ha<sup>-1</sup>), podadas anualmente em áreas não degradadas da Caatinga. Estes valores são superiores e opostos, quanto ao caráter acúleos, aos do presente estudo. Além do menor grau de degradação da área em que o experimento destes autores estava localizado, esta diferença quanto à quantidade de forragem produzida pode ser explicada pela maior densidade de plantio (1 m x 1 m) e, principalmente, pela intensidade das podas (poda de todos os ramos finos). A maior produção verificada na variedade com acúleos pode ter sido resultado de ensaio anterior, em que estas mesmas plantas consideradas no trabalho de Bakke et al. (2007) tiveram sua folhagem e ramos finos consumidos por caprinos. Este ensaio foi mencionado em Bakke (2005), que relatou que alguns ramos foram danificados e cascas de alguns caules foram arrancadas, notadamente nas plantas inermes. Assim, a argumentação usada por Bakke et al. (2007) (homozigose do caráter inerme e depressão endogâmica) para explicar a menor produção dos indivíduos inermes deve ser substituída à vista da informação relatada por Bakke (2005) e dos dados do presente estudo, que revelaram produções semelhantes entre os dois fenótipos.

Observando-se que a produção média de forragem herbácea em parcelas com jurema preta, em maio de 2011, foi 1941,15 (1832,7 + 2049,6 / 2) kg de MS . ha<sup>-1</sup> (Tabela 2), e que a produção média de forragem arbórea foi de 3.244,69 (3326,38 + 3262,99 / 2) kg de MS . ha<sup>-1</sup>, chega-se à produção total de 5185,84 (1941,15 + 3244,69) kg de MS . ha<sup>-1</sup>, após 28 meses do plantio. Assim, em termos quantitativos, o potencial de produção total de biomassa forrageira, nas parcelas com jurema preta (herbácea e arbórea = 5185, 84 kg de MS . ha<sup>-1</sup>), supera o potencial de produção de forragem das parcelas testemunhas, o qual alcança o valor de 3779,8 kg de MS . ha<sup>-1</sup>, composto apenas de biomassa herbácea. Porém, todos estes valores são comparáveis à produção média anual de 4000 kg de MS . ha<sup>-1</sup> de forragem em áreas não degradadas de Caatinga nativa ou raleadas (ARAÚJO FILHO et al., 1995; ARAÚJO FILHO; CRISPIM, 2002; ARAÚJO FILHO et al., 2002).

Assim, a presença de jurema preta prejudica, de alguma maneira, a produção do estrato herbáceo, porém retribui quantitativamente com a forragem proveniente de suas ramas,

recompensando com forragem e proteção ao solo os esforços empregados na abertura de covas, adição de esterco e plantio de mudas.

#### 4.1.6 Composição bromatológica da biomassa forrageira herbácea

A composição bromatológica do material herbáceo nas parcelas testemunhas foi semelhante nos três anos, com exceção de MM das espécies dicotiledôneas. Os teores de FDN ficaram entre 58 e 63% nas dicotiledôneas e, entre 73 e 75%, nas monocotiledôneas, e os de FDA entre 41 e 51%, para as dicotiledôneas, e, entre 45 e 50%, para as monocotiledôneas (Tabela 3).

**Tabela 3** – Composição bromatológica da biomassa forrageira herbácea coletada nas parcelas testemunhas (sem plantio de espécies arbóreas) e nas com jurema preta com e sem acúleos, em maio de 2009, 2010 e 2011, em área degradada de Caatinga, da Fazenda NUPEÁRIDO, Patos - PB

Parcelas testemunhas (sem plantio de espécies arbóreas)										
ANO	FDN (% MS)		FDA (% MS)		HC (% MS)		MM (% MS)		PB (% MS)	
	DICO	MONO	DICO	MONO	DICO	MONO	DICO*	MONO	DICO	MONO
2009	58,16	74,92	42,50	45,49	15,66	29,44	9,41	7,83	11,04	7,34
2010	63,45	73,23	51,32	50,04	12,13	23,19	4,36	9,66	8,76	6,01
2011	58,65	72,74	40,96	46,49	17,69	26,26	7,13	7,34	8,90	6,25

Parcelas com plantio de jurema preta										
ANO	FDN (% MS)		FDA (% MS)		HC (% MS)		MM (% MS)		PB (% MS)	
	DICO	MONO*	DICO	MONO	DICO	MONO*	DICO*	MONO	DICO	MONO
2009	60,48	81,39	45,55	49,39	14,93	30,01	8,82	6,99	11,01	5,76
2010	59,66	70,19	47,11	51,87	12,55	18,32	8,82	9,71	11,38	8,87
2011	60,68	76,64	47,99	52,45	12,69	24,18	15,41	9,38	13,77	9,24

FDN = fibra em detergente neutro; FDA = fibra em detergente ácido; HC = hemicelulose; PB = proteína bruta; MM = matéria mineral; MONO = monocotiledônea; DICO = dicotiledônea; \*Diferenças significativas entre anos ( $P < 5\%$ )

Fonte – Nunes (2012)

A diferença entre o teor de FDN e FDA, denominada de hemicelulose (HC), e que representa a porção de material fibroso facilmente aproveitável pelos ruminantes, ficou entre 12 e 17,7% para as dicotiledôneas e, entre 23 e 29%, para as monocotiledôneas. Estes valores caracterizam como fibrosa a biomassa herbácea das parcelas testemunhas e estão em conformidade com os valores observados para o conjunto de espécies herbáceas da Caatinga consideradas por Bezerra (2009), que obteve médias para FDN = 70,03% e FDA = 58,53%.

Os teores de MM na forragem proveniente das parcelas testemunhas foram inferiores aos encontrados para espécies da Caatinga, exceto os da malva branca (*Sida galheirensis*)

(8,28%) e do capim panasco (7,73%) (ANDRADE, 2008; BEZERRA, 2009). A forragem das dicotiledôneas coletadas nas parcelas testemunhas apresentou teores de MM distintos entre anos, ocasionados, provavelmente, pelo valor inferior de precipitação observado em 2010, que deve ter ocasionado menos absorção de minerais pelas dicotiledôneas.

A forragem das monocotiledôneas coletadas nas parcelas testemunhas apresentou PB acima de 7% em 2009 e abaixo deste valor em 2010 e 2011, enquanto a das dicotiledôneas superou os 7% em todos os anos, indicando qualidade superior às monocotiledôneas. Nos dois grupos de plantas, os teores de PB tenderam a diminuir de 2009 para 2011, certamente por conta da retenção temporária do N na biomassa morta acumulada na superfície do solo e pela menor presença de dicotiledôneas fixadoras de nitrogênio atmosférico, além do efeito direto da diluição.

A qualidade da forragem herbácea foi semelhante sob a copa da jurema preta com e sem acúleos e, para simplificar as análises bromatológicas da biomassa herbácea coletadas nestas parcelas foram representadas em conjunto para cada ano (Tabela 3).

Os teores de FDN da biomassa herbácea coletada nas parcelas com jurema preta foram similares para as espécies dicotiledôneas entre anos (60% em média), mesmo com diferenças marcantes na precipitação (Tabela 1), possivelmente pela riqueza de espécies, que possibilitou respostas fisiológicas distintas em relação a diferenças na precipitação e que, no conjunto das espécies, manteve o teor de FDN estável.

A forragem das monocotiledôneas nas parcelas com jurema preta apresentou um mínimo no teor de FDN no ano de menor precipitação (2010), enquanto nos anos anterior e seguinte, mais chuvosos, os teores de FDN mostraram-se maiores. De certo modo, isto é inesperado, pois os totais maiores de precipitação em 2009 e 2011 deveriam ter resultado em forragem de melhor qualidade (i.e.: menor teor de FDN).

Porém, o comportamento da FDN na forragem das monocotiledôneas, nas parcelas testemunhas, variou pouco no período (2009 a 2011), o que contrasta com o comportamento de mínimo observado no teor de FDN das monocotiledôneas nas parcelas com jurema preta. Esta temática é interessante e deve ser mais estudada, principalmente com os resultados semelhantes de mesma interação positiva entre o componente arbóreo (favela) e a qualidade da forragem herbácea em anos de baixa precipitação, que serão expostos adiante.

Estudos realizados na Caatinga paraibana, em São João do Cariri, apresentaram resultados de FDN = 50% e FDA = 45% para a forragem de um conjunto de espécies herbáceas coletadas em estágio vegetativo, em áreas com maior riqueza de espécies arbóreas e de FDN = 60% e FDA = 50% para áreas com menor riqueza de espécies arbóreas.



(ANDRADE, 2008). Estes dados sugerem que áreas menos conservadas produzem forragem mais fibrosa. Assim, se o estágio vegetativo das espécies herbáceas coletadas por estes autores era semelhante ao das espécies herbáceas coletadas no presente estudo, pode-se dizer que as parcelas experimentais apresentam-se com grau de degradação similar à área com menor riqueza de espécies citada por Andrade (2008). Esta afirmação deve ser vista com ressalva, pois é difícil a caracterização exata do estágio vegetativo da forragem em cada estudo. Porém, a relação entre o grau de conservação da vegetação (ou o grau de degradação de uma área) e o teor de fibra na forragem num determinado estágio vegetativo parece ser de importância prática, pois pode ser usada como um indicativo para comparar o grau de degradação ambiental caso se tenha a certeza da igualdade do estágio vegetativo da forragem coletada em áreas próximas.

Formiga et al. (2011) observaram valores elevados de FDN e FDA para espécies herbáceas dicotiledôneas (76% e 72%, respectivamente) e gramíneas (83% e 77%, respectivamente), em Caatinga raleada, enriquecida com capim buffel e com a presença de ovinos e caprinos. Estes valores superam os observados no presente estudo, certamente como resultado do pastejo, pois a biomassa de melhor qualidade é consumida continuamente pelos animais presentes na área, restando a de menor qualidade para ser amostrada.

Os teores de HC (de 12,55% a 14,93%) das dicotiledôneas herbáceas das parcelas com jurema preta foram semelhantes nos três anos. Os das monocotiledôneas (de 18,32% a 30,01%) diferiram entre anos, diferença certamente provocada pelo valor mínimo de FDA em 2010.

Os teores de MM e PB na forragem das espécies herbáceas dicotiledôneas e monocotiledôneas coletadas nas parcelas testemunhas não diferiram significativamente entre anos, porém a tendência foi de diminuição ao longo do tempo. Os teores de MM e PB na forragem coletada das espécies herbáceas dicotiledôneas e monocotiledôneas nas parcelas com jurema preta não diferiram significativamente de um ano para o outro, com exceção do MM das dicotiledôneas, porém todos apresentaram uma tendência a aumentar com o tempo, contrária à tendência observada para MM e PB nas parcelas testemunhas.

Apesar de não ter sido aplicado teste estatístico, pode-se observar uma tendência de maiores teores de PB na forragem herbácea das parcelas com jurema preta do que nas parcelas testemunhas. Nas parcelas com jurema preta, os teores médios dos dois últimos anos foram de 12,58% e 9,06% de PB para a forragem das espécies herbáceas dicotiledôneas e monocotiledôneas, respectivamente, enquanto, nas parcelas testemunhas, os valores respectivos foram 8,83% e 6,13%. A capacidade da jurema preta, de fixar nitrogênio

atmosférico (DINIZ, 2006) e outros fatores relacionados à presença da jurema preta tal como o sombreamento do solo pelas suas copas (BARRO et al., 2008), certamente explicam a tendência de aumento no teor de PB na forragem herbácea nestas parcelas.

#### **4.1.7 Composição bromatológica da biomassa forrageira arbórea**

A forragem proveniente das ramas finas de jurema preta com e sem acúleos apresenta, em média, 53,5 e 53,0% de FDN, 47,4 e 48,1% de FDA, 2,8 e 2,8 de MM e 12,7 e 13,6% de PB, respectivamente. Apesar da porção mais digerível das fibras de suas ramas (HC = 6,1 e 4,9%, respectivamente) ser pequena, o seu conteúdo celular (46,5 e 47%), facilmente digerível, tem o potencial de contribuir substancialmente para a alimentação dos ruminantes, especialmente se considerarmos os altos níveis de PB e a grande quantidade desta forragem que pode ser coletada, mesmo em áreas degradadas.

Estes valores foram comparáveis aos encontrados por Bakke et al. (2007), (FDN = 60,2% e 61,1%, FDA = 45,4% e 45,3%, MM = 3,0%, e 3,0% e PB = 12,5% e 12,6%, para feno das ramas finas –  $\emptyset < 1$  cm - de jurema preta com e sem acúleos, respectivamente, em plantios em áreas não degradadas), Cordão (2011) (FDN = 58,2%, FDA = 51,3%, MM = 3,78%, e PB = 8,27%, para feno das ramas finas –  $\emptyset < 1$  cm - de jurema preta com acúleos). Considera-se que as diferenças observadas para mais ou para menos devem-se à intensidade menor da poda adotada no presente estudo (corte parcial dos ramos finos para redução em 50% da cobertura arbórea) e no estudo de Bakke et al. (2007) (poda de todos os ramos finos), bem como de diferenças no estágio vegetativo.

A qualidade forrageira dos ramos finos da jurema justifica a sua utilização na recuperação de áreas degradadas, especialmente a do fenótipo sem acúleos, que nada fica a dever ao fenótipo com acúleos quanto à produtividade e à qualidade da forragem produzida, com a vantagem da facilidade de corte e manejo de suas ramas e menores riscos de injúria aos animais e seus tratadores.

#### **4.1.8 Atributos químicos e físicos do solo**

Os valores de pH e os teores de P, Ca, Mg, SB e V observados nas amostras de solo das parcelas testemunhas (Tabela 4) mantiveram-se constantes e condizentes com o esperado para solos da região semiárida do Nordeste do Brasil (BRITO, 2010).

**Tabela 4** – Atributos químicos e físicos do solo nas parcelas testemunhas, sem o plantio de espécies arbóreas, em outubro de 2008, em maio de 2009, 2010 e 2011, NUPEÁRIDO, Patos-PB

Atributos químicos												
Mês/Ano	Prof. cm	pH CaCl <sub>2</sub> 0,01M	P µg . cm <sup>-3</sup>	Ca	Mg	K* cmolc . dm <sup>-3</sup>	Na* cmolc . dm <sup>-3</sup>	H+Al* cmolc . dm <sup>-3</sup>	SB	CTC* cmolc . dm <sup>-3</sup>	V %	MO g . dm <sup>-3</sup>
out-08	0-20	5,12	7,86	2,28	1,92	0,30	0,59	2,14	5,09	7,23	68,83	7,45
mai-09	0-10	4,72	3,96	3,72	2,44	0,20	1,40	4,82	7,77	12,59	62,57	sd
mai-10	0-20	5,33	12,10	3,12	1,90	0,19	0,88	1,86	6,09	7,95	73,30	8,83
mai-11	0-20	5,10	4,57	2,58	1,42	0,16	0,57	2,80	4,73	7,53	60,15	8,61

Atributos físicos									
Mês/Ano	Prof. cm	CC* %	PMP* %	DG* g cm <sup>-3</sup>	DP* g cm <sup>-3</sup>	AREIA* g/kg de solo	SILTE* g/kg de solo	ARGILA g/kg de solo	Classe Textural USDA
out-08	0-20	10,71	4,87	1,56	2,70	844,0	84,00	72,00	Areia franca
mai-09	0-10	12,71	5,77	1,51	2,46	792,0	120,00	88,00	Areia franca
mai-10	0-20	14,87	6,76	1,39	2,50	816,0	80,00	104,00	Areia franca
mai-11	0-20	15,72	7,15	1,58	2,49	804,0	112,00	84,00	Areia franca

Atributos químicos = pH, fósforo (P), cálcio (Ca), magnésio (Mg), potássio (K), sódio (Na), hidrogênio+alumínio (H+AL), soma de bases (SB), capacidade de troca de cátions (CTC), saturação por bases (V) e matéria orgânica (MO); e Atributos físicos = capacidade de campo (CC), ponto de murcha permanente (PMP), densidade global (DG), densidade de partícula (DP), \*diferenças significativas entre anos ( $P < 5\%$ ); sd = sem coleta de dados

Fonte – Nunes (2012)

Os teores de K, Na, H+Al e CTC apresentaram variação significativa entre anos. Provavelmente, a redução nos teores de K resulta da sua transferência do solo para as plantas e imobilização temporária nos tecidos vivos e na serapilheira que se acumula sobre o solo. Estudos adicionais de ciclagem deste nutriente poderão ser interessantes para determinar se e quando a sua recarga será necessária via adubação do solo, pois os teores de K neste solo estão passando de altos ( $> 0,216 \text{ cmolc} \cdot \text{dm}^{-3}$ ) para médios ( $0,108 \text{ cmolc} \cdot \text{dm}^{-3} < \text{médio} < 0,216 \text{ cmolc} \cdot \text{dm}^{-3}$ ) (ALVAREZ V et al., 1999).

A variação significativa detectada nos demais parâmetros (Na, H+Al e CTC) parece ter outra explicação, pois os seus valores referentes à coleta de 2009 são maiores do que os dos demais anos. Neste ano, a amostra de solo foi coletada a uma profundidade de 0 a 10 cm, na qual esses teores são mais elevados do que em camadas de maior profundidade, como foi observado por Pauledti et al. (2009) em solos da Caatinga. Nos dois anos seguintes (2010 e 2011), os valores encontrados para estes parâmetros equipararam-se aos valores iniciais de 2008, sugerindo que o estoque do solo não foi afetado pela absorção pelas plantas no período de observação. No geral, os teores desses nutrientes são condizentes com os solos da região (BRITO, 2010).

Os teores de MO observados apresentaram uma leve tendência de acúmulo no solo, embora sendo ainda considerados baixos (ALVAREZ V et al., 1999). Esta tendência será discutida em mais detalhes logo adiante, quando da discussão dos teores de MO nas parcelas com jurema preta.

A saturação por bases (V) apresentou valores considerados satisfatórios (entre 60-80%) para o crescimento de plantas, o pH foi classificado como mediano (pH 5,1- 5,9), e a matéria orgânica (MO) como baixa ( $MO < 15 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$ ) (ALVAREZ V et al., 1999). Isto indica que, após três anos em que o estrato herbáceo pode se desenvolver e ocorreu acúmulo de serapilheira, o solo das parcelas testemunhas apresenta quantidade de saturação por bases suficiente para o crescimento da maioria das culturas, porém com certa limitação em termos de acidez e matéria orgânica, características comuns aos solos da região (PEREIRA, 2010). Os teores reduzidos de MO podem ter significado prático importante, pois indicam baixa disponibilidade de nitrogênio no solo, o que limita a produção de biomassa (SAMPAIO, 2010).

Os dados coletados em 2009, a uma profundidade de solo diferente da dos demais anos, provocaram as diferenças significativas observadas para a maioria dos atributos físicos do solo. Porém, vale ressaltar o comportamento da CC e do PMP, e da DG e da DP, que apresentaram comportamento significativo e consistente de aumento, para os dois primeiros atributos, e de diminuição para os dois últimos, entre 2008 e 2011, exceto para a densidade global, que aumentou, em 2011, para os níveis iniciais de 2008. Estes comportamentos indicam que a exclusão dos animais e o desenvolvimento do estrato herbáceo beneficiaram o solo quanto ao poder de armazenamento de água e à densidade do solo. Pode-se especular que estes atributos foram beneficiados pelo aumento de resíduos das raízes no solo das espécies herbáceas que se desenvolveram e feneceram, bem como da deposição da serapilheira e do desenvolvimento da comunidade da macro, meso e microfauna que se beneficiam de materiais orgânicos no solo.

Nas parcelas com introdução da jurema preta, os atributos do solo (Tabela 5) apresentaram as mesmas tendências observadas nas parcelas testemunhas (Tabela 4). Dos atributos químicos observados no solo das parcelas com jurema preta, é interessante ressaltar a tendência crescente de P, entre 2008 (6,68%) e 2011 (16,50%), e os níveis relativamente elevados de MO em 2010 (10,07%) e 2011 (10,15), quando comparados com a tendência nos teores de P e nos valores de MO do solo, observada nas parcelas testemunhas. Nestas, os teores de P não apresentaram uma tendência crescente temporal clara, bem como os teores de P e MO são inferiores. Isto mostra que a introdução de jurema preta pode atuar positivamente

para aumentar os teores de P e MO disponíveis no solo, quando comparados com a situação em que a recuperação baseia-se apenas em espécies herbáceas nativas.

**Tabela 5** – Atributos químicos e físicos do solo nas parcelas com jurema preta com e sem acúleos, em outubro de 2008, em maio de 2009, 2010 e 2011, NUPEÁRIDO, Patos-PB

Atributos químicos												
Mês/ Ano	Prof. cm	pH CaCl2 0,01M	P µg.cm <sup>-3</sup>	Ca	Mg	K*	Na*	H+Al*	SB	CTC*	V %	MO g dm <sup>-3</sup>
out-08	0-20	5,01	6,68	2,60	1,84	0,31	0,59	2,12	5,33	7,45	69,78	8,30
mai-09	0-10	5,15	7,60	3,76	2,48	0,25	1,46	4,08	7,95	12,03	66,86	sd
mai-10	0-20	5,16	9,35	3,24	1,45	0,22	0,66	2,27	5,57	7,84	69,73	10,07
mai-11	0-20	5,10	16,50	3,79	1,73	0,17	0,63	2,76	6,32	9,08	67,31	10,22

Atributos físicos									
Mês/ Ano	Prof cm	CC* .....%	PMP* .....	DG* .....g cm <sup>-3</sup> .....	DP* .....	AREIA* .....g/kg de solo.....	SILTE* .....	ARGILA	CLASSE TEXTURAL USDA
out-08	0-20	11,54	5,25	1,55	2,57	800,00	120,00	80,00	Areia franca
mai-09	0-10	12,63	5,74	1,48	2,51	824,00	104,00	72,00	Areia franca
mai-10	0-20	14,39	6,54	1,38	2,51	822,00	92,00	86,00	Areia franca
mai-11	0-20	15,60	7,09	1,56	2,46	822,00	104,00	74,00	Areia franca

Atributos químicos = PH, fósforo (P), cálcio (Ca), magnésio (Mg), potássio (K), sódio (Na), hidrogênio+alumínio (H+AL), soma de bases (SB), capacidade de troca de cátions (CTC), saturação por bases (V) e matéria orgânica (MO); e Atributos físicos = capacidade de campo (CC), ponto de murcha permanente (PMP), densidade global (DG), densidade de partícula (DP). \*significante ao nível de 5%. sd = sem coleta de dados

Fonte – Nunes (2012)

As mesmas considerações a respeito da possível necessidade de adubação potássica feitas anteriormente, quando da discussão das parcelas testemunhas, devem ser novamente lembradas com referência à diminuição nos teores de K nas parcelas com jurema preta.

Oliveira et al.(2008), avaliando os atributos químicos de solos, em Alegre – ES, sob diferentes formas de uso e ocupação, sendo duas áreas em processo de reabilitação mediante implantação de povoamentos florestais (1 = com apenas *Corymbia citriodor*; 2 = com *Eucalyptus grandis*, *Toona ciliata*, *Albizia lebbbeck*) e uma área de pastagem degradada (3 = *Brachiaria decumbens*), não observaram diferenças significativas entre as áreas avaliadas. No entanto, observaram tendência a maiores valores de P nas áreas enriquecidas com espécies arbóreas (3,77 mg . dm<sup>-3</sup> na área 1, com apenas *Corymbia citriodor*, e 2,78 mg . dm<sup>-3</sup> na área 2, com três espécies arbóreas), quando comparados aos observados na área de pastagem (2,44 mg . dm<sup>-3</sup>). Isto sugere que, de alguma forma, as espécies arbóreas aumentam o teor de P disponível no solo, um tema que merece estudos adicionais.

Gomes e Alves (2010) observaram uma leve tendência de acúmulo de MO em talhões de Caatinga manejada, 8 (MO = 1,7%) e 13 (MO = 1,9%), anos após corte raso, enquanto, em área não explorada, há pelo menos 40 anos, o teor de MO era de 2,5%. Isto indica que a MO do solo aumenta com o tempo de recuperação. Este valor, de acordo com Alvarez V et al. (1999), está na faixa mediana de acúmulo de MO no solo (15 a 30 g de MO . dm<sup>-3</sup> de solo).

Os teores de MO no solo das áreas reportadas por Gomes e Alves (2010) variaram de 1,7% para 1,9% num período de 5 anos (do 8º ao 13º ano após o corte raso), um acréscimo de 0,2% no período. Nas parcelas testemunhas, variaram de 0,74% para 0,88% (cálculos obtidos pela divisão dos valores de MO da Tabela 4 por 10), num período de outubro de 2008 a maio de 2011 (três estação de crescimento), o que equivale a um acréscimo de 0,14% no período ou de 0,23% em 5 estações de crescimento se a taxa de acúmulo permanecer constante. Nas parcelas com jurema preta, os valores variaram de 0,83% para 1,02% (utilizando-se dados da Tabela 5 divididos por 10), ocasionando um acúmulo de 0,19% em 3 estações de crescimento ou de 0,32% em 5 estações de crescimento. Este valor mostrou-se superior ao das parcelas testemunhas e ao observado por Gomes e Alves (2010), mostrando que, em termos de teor de MO no solo, a área está se recuperando a taxas compatíveis com o Bioma Caatinga.

É razoável supor que a taxa de acúmulo de MO se mantenha pelos próximos anos. Como os teores de MO presentes em 92% dos solos da região ficam abaixo de 1,5% (BRITO, 2010), pode-se especular que este valor de MO no solo aumentará dos atuais 0,88% para 1,5% em mais 13 a 14 estações de crescimento nas parcelas testemunhas, enquanto, nas parcelas com jurema preta, o tempo estimado será de 7 a 8 estações de crescimento. Isto sugere que o plantio de jurema preta abrevia, em pelo menos 7 anos, o tempo para que os teores de MO no solo atinjam 1,5%.

Considerando os teores de MO no solo das parcelas testemunhas em 2008 (7,45 g . dm<sup>-3</sup>) e em 2011 (8,61 g . dm<sup>-3</sup>) (Tabela 4), e o volume do solo entre 0 e 20 cm de profundidade presente em um hectare (i.e.: 2000 m<sup>3</sup>), pode-se estimar que, em 2008, havia 14,9 toneladas de MO nessa camada de solo em cada hectare, quantidade que aumentou para 17,2 toneladas de MO nessa camada de solo em cada hectare. Por diferença, pode-se dizer que foram acumuladas 2,3 toneladas de MO no volume do solo entre 0 e 20 cm de profundidade presente em um hectare. Nas parcelas com jurema preta (Tabela 5), os respectivos valores foram 16,6 e 20,3 toneladas, o que corresponde a um acúmulo de 3,7 toneladas de MO no volume do solo entre 0 e 20 cm de profundidade presente em um hectare.

Além do acúmulo da MO do solo, deve-se considerar o acúmulo da MO da parte aérea das plantas. Em 2011, a MO referente à porção aérea das espécies herbáceas nas parcelas testemunhas foi, em média,  $3,5 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  (Tabela 2) (base seca), excluindo 7% referente à MM (Tabela 3). Nas parcelas com jurema preta, a MO referente à porção aérea das espécies herbáceas atingiu uma média de  $1,7 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  (Tabela 2) (base seca), excluindo 12% de MM (Tabela 3). Nestas parcelas, há, também, o acúmulo de MO referente à parte aérea das plantas arbóreas que foi coletada pela poda das ramas finas ( $2,8 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ , base seca), de acordo com os dados de produção e teores de MM da biomassa arbórea (ver Seção 4.1.5 e 4.1.7), bem como o acúmulo de MO referente à parte aérea da jurema preta que não foi podada e que, provavelmente, supera a quantidade subtraída pela citada poda.

No total do período, houve um acúmulo de 5,8 toneladas de MO por hectare, entre 2008 e 2011, nas parcelas testemunhas, provenientes da MO do solo ( $2,32 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) e da parte aérea das plantas herbáceas ( $3,50 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ). Nas parcelas com jurema preta, houve um acúmulo de mais de  $8,2 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ , provenientes do solo ( $3,70 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ), da parte aérea das plantas herbáceas ( $1,70 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ), das ramas finas podadas da jurema preta ( $2,80 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) e de uma quantidade indeterminada das juremas pretas após a poda ( $> 2,8 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ). Constatou-se, assim, um aumento significativo na quantidade de MO presente em cada hectare nas condições de pousio e/ou plantio de jurema preta. Estes dados mostraram, também, que as raízes podem contribuir com parte significativa da MO presente em um determinado sítio.

No entanto, estas tendências devem ser confirmadas em estudos adicionais de maior duração, bem como são necessários valores específicos para a região, de modo a se ter uma ideia clara do grau de recuperação da área em estudo.

É interessante ressaltar o aumento da CC e do PMP e a diminuição da densidade do solo, que foi significativa nas parcelas com jurema preta. Esta diferença também foi detectada por Barreto et al. (2006), no Sul da Bahia, favorável aos solos de áreas de Mata Atlântica e de cacau (*Theobroma cacao*), se comparados ao de áreas de pastagem (*Brachiaria decumbens*). No Cerrado, o componente arbóreo tem o mesmo efeito na densidade do solo, pois sob a copa de *Pinus sp.*, foi de  $0,67 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ , em áreas nativas de Cerrado, foi de  $0,75 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$  e, em áreas de pastagem nativa ou artificial, em que o componente arbóreo foi excluído, a densidade aumentou para  $0,85$  e  $1,05 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ , respectivamente (ARAÚJO et al., 2007).

Em áreas de Caatinga, Gomes e Alves (2010) não encontraram diferenças significativas entre a densidade do solo em áreas de Caatinga exploradas há 8 ( $1,79 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ) e 13 ( $1,70 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ) anos. Este último valor foi semelhante ao observado no solo da Reserva Legal, que não havia sofrido exploração nos últimos 40 anos, sugerindo que a recuperação

dos valores ótimos de densidade do solo naquela área foi atingida entre 8 e 13 anos após o corte raso. A comparação destes valores com os obtidos no presente estudo (Tabelas 4 e 5) fica prejudicada pelas diferenças no tipo de solo (Plintossolo em Gomes e Alves, 2010, e Luvisso solo nas áreas do presente estudo), porém o interessante é a similaridade nas tendências de diminuição na densidade do solo com a recuperação da vegetação observada nas duas situações.

## **4.2 Experimento II – Favela**

### **4.2.1 Sobrevivência**

Em julho de 2011, foram observados valores distintos de sobrevivência entre os fenótipos de favela com (90%) e sem (63%) espinhos. Estes valores são inferiores aos observados para a jurema preta plantada nas mesmas condições. Além disto, ao contrário do observado para a jurema preta, foi a favela inerme que apresentou menor sobrevivência.

Esta possibilidade já se anunciava na fase de viveiro e de plantio no campo, quando o comprimento médio inicial das mudas levadas para o campo foi inferior para o fenótipo inerme. É possível que tenha sido causado pela depressão endogâmica destes indivíduos, como ressaltou Clement (1997), para a pupunha sem espinhos. Neste raciocínio, isto sugere o envolvimento de um maior número de pares de alelos recessivos na expressão do caráter inerme da favela se comparado ao número correspondente na jurema preta, pois nesta a depressão endogâmica não se manifestou na sobrevivência dos indivíduos sem acúleos.

### **4.2.2 Comprimento e diâmetro basal**

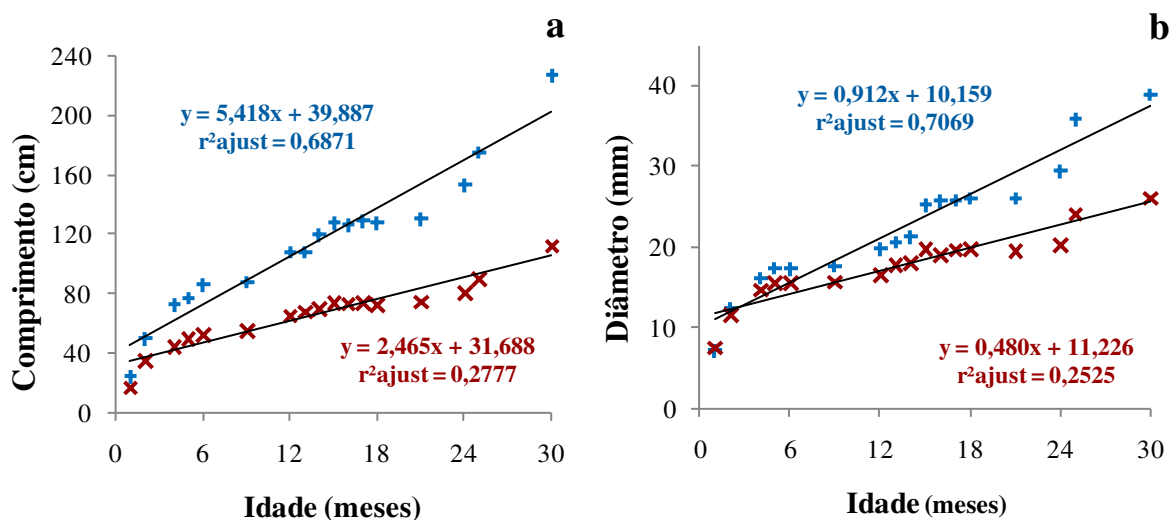
As mudas de favela com e sem espinhos apresentaram diferença em seu comprimento inicial, com médias de 24,5 cm/planta, para o fenótipo com espinho e de 16,9 cm/planta para o inerme. No entanto, não houve diferença nas médias iniciais de diâmetro basal, que foram de 7,2 e 7,5 mm/planta, respectivamente, para os fenótipos com e sem espinhos. A diferença no comprimento sugeriu, desde o início, a maior fragilidade da variedade inerme, o que se confirmou com a baixa sobrevivência no campo dos indivíduos sem espinhos acima citada.



O comprimento e o diâmetro basal da favela com e sem espinhos aumentaram em função da idade (meses em campo), de acordo com modelos lineares simples diferenciados para os dois fenótipos (Figura 5a e b).

Os modelos observados no comprimento e diâmetro basal sugerem o desenvolvimento da favela de maneira contínua nos primeiros 30 meses após o plantio, a uma taxa mensal 5,42 cm/planta e 2,46 cm/planta, para o comprimento de plantas com e sem espinhos, respectivamente, e de 0,91 mm/planta e 0,48 mm/planta para o diâmetro basal de plantas com e sem espinhos, respectivamente. Porém, observa-se a descontinuidade do crescimento durante o período seco dos anos, semelhantemente ao que foi observado para a jurema preta, o que poderia ter sido contemplado com modelos mais complexos. No entanto, o poder explicativo do modelo linear não foi inferior ao do modelo quadrático ou cúbico ao ponto de justificar a adoção de modelos mais complexos, e, por esta razão, optou-se pela simplicidade de uma relação expressa por uma reta.

**Figura 5** – Curvas e modelos de regressão relacionando o comprimento (a) e diâmetro basal (b) da favela com (+) e sem (x) espinhos, entre fevereiro de 2009 e julho de 2012, plantadas em área degradada de Caatinga, na fazenda NUPEÁRIDO, Patos (PB), Brasil



Fonte – Nunes (2012)

Os baixos valores para os coeficientes de determinação ( $r^2_{ajust} < 0,28$ ) associados aos modelos de regressão do comprimento e diâmetro basal para o fenótipo inerme indicam que, além de menor crescimento, a variabilidade entre os indivíduos sem espinhos é maior do que aquela verificada entre os indivíduos com espinho. Esta maior variação pode ser usada num eventual programa de melhoramento, pois os ganhos genéticos provenientes de uma

população heterogênea são potencialmente maiores do que aqueles advindos de uma população mais homogênea.

O fenótipo com espinhos apresentou médias de comprimento e diâmetro basal aos 30 meses (julho de 2012), respectivamente, de 227,83 cm/planta e 39,03 mm/planta, enquanto o fenótipo inerme apresentou médias inferiores, respectivamente de 112,48 cm/planta e 26,12 mm/planta.

Os incrementos médios, entre o plantio e o 30<sup>o</sup> mês, no comprimento e no diâmetro basal das plantas de favela com espinhos, foram significativamente ( $P < 1\%$ ) superiores aos do fenótipo sem espinhos: respectivamente 203,28 cm/planta e 31,80 mm/planta do fenótipo com espinhos, e 95,58 cm/planta e 18,57 mm/planta sem espinhos. Esta inferioridade no crescimento já fora sugerida pelos dados mais modestos de sobrevivência e comprimento inicial para a favela sem espinhos.

Candeia (2005), estudando o crescimento inicial (21 meses) da favela em duas áreas de Caatinga, observou incremento médio, respectivamente, para o fenótipo com e sem espinhos, de 104,1 cm/planta e 79,4 cm/planta, para o comprimento, e de 12,3 mm/planta e 8,9 mm/planta para o diâmetro. O menor incremento observado por este autor pode ter ocorrido devido ao menor tempo de plantio, à inferioridade na qualidade das mudas produzidas em tubetes de apenas 300 cm<sup>3</sup>, reduzidas dimensões da cova (30 cm x 30 cm x 30 cm) e/ou ao menor aporte de nutrientes (composto) no substrato dos tubetes (1/3 de esterco no substrato dos tubetes de 300 cm<sup>3</sup>) e no ambiente das covas (5 L de composto).

Apesar destas diferenças, o comportamento dos fenótipos quanto ao comprimento e diâmetro basal observado por Candeia (2005) foi semelhante ao do presente estudo, confirmando a superioridade inicial da variedade com espinhos. Apesar de a favela sem espinhos apresentar menor crescimento e diâmetro e uma maior mortalidade, possivelmente devido à depressão endogâmica supostamente vinculada à expressão do caráter inerme (CLEMENT, 1997), o manejo desta variedade fica muito facilitado, demandando estudos complementares sobre o melhoramento genético das características quantitativas (comprimento e diâmetro) desses mutantes. Como ressaltado anteriormente, a maior variabilidade no comprimento e diâmetro dos indivíduos inermes permite um maior ganho genético para estes caracteres, sendo, em tese, possível diminuir a diferença entre os fenótipos.

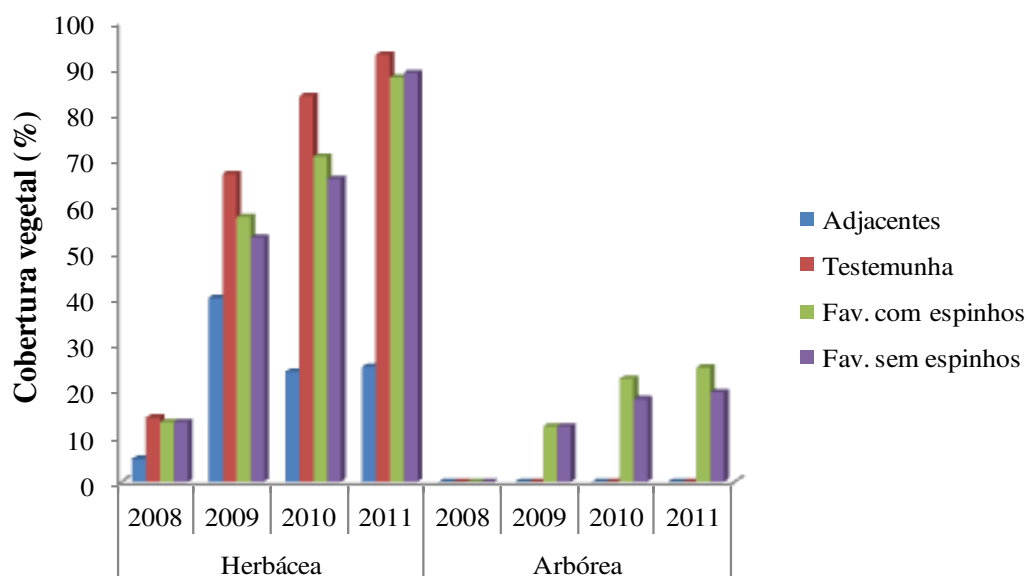
Silva e Corrêa (2008), trabalhando com a introdução de mudas de seis espécies florestais, durante dois anos, em áreas de Cerrado degradadas pela mineração, enriquecidas com cobertura morta, no Distrito Federal, Brasil Central, observaram que as espécies

pioneiras pau pombo (*Tapirira guianensis*), ingá (*Inga marginata*) e jenipapo (*Genipa americana*) se destacaram. A altura (150 cm) e diâmetro (28 mm) do pau pombo, espécie que apresentou maior crescimento, foram inferiores aos valores observados para a favela com espinhos e semelhantes, exceto para a altura, aos observados para a favela sem espinhos. Faria et al. (1997) observaram crescimento semelhante aos da favela com espinhos em nove espécies florestais recebendo adubação química e orgânica, em áreas degradadas da Região sul de Minas Gerais, aos 36 meses. Isto indica que a favela com e sem espinhos apresentam crescimento comparável ao de outras espécies arbóreas em áreas degradadas de regiões supostamente mais favoráveis ao desenvolvimento inicial de espécies arbóreas.

#### 4.2.3 Cobertura vegetal do solo

A cobertura herbácea sob a copa, no início do experimento (setembro de 2008), era em média 13%, aumentando significativamente para 58% e 53% em março de 2009, para 71% e 66% em março 2010, e 88% e 89% em março de 2011, nas parcelas plantadas com favela com e sem espinhos, respectivamente (Figura 6). Estes valores não apresentaram diferenciação entre os fenótipos com e sem espinhos, no entanto aumentaram significativamente entre 2008 e 2011.

**Figura 6** – Cobertura herbácea e arbórea em setembro de 2008, e março de 2009, 2010 e 2011, nas parcelas adjacentes, testemunha e com plantio de favela (Fav.) com e sem espinhos, em área degradada de Caatinga, na Fazenda NUPEÁRIDO, Patos (PB)



Este parâmetro nas parcelas plantadas com favela foi superior ao encontrado nas parcelas adjacentes (5%, 40%, 24% e 25% em 2008, 2009, 2010 e 2011, respectivamente), que continuaram sob pastejo. Isto sugere que o isolamento da área ou o isolamento e introdução da favela favoreceram o desenvolvimento do estrato herbáceo. No entanto, há indícios de que a cobertura herbácea sob a copa das favelas (média de 14%, 55,5%, 63,5% e 88,5%, para os dois fenótipos, em 2008, 2009, 2010 e 2011, respectivamente) tendeu a ser inferior à das parcelas testemunhas (14%, 67%, 84% e 93% em 2008, 2009, 2010 e 2011, respectivamente), porém com uma tendência de convergência em 2011. Isto indica que o isolamento da área é o fator que propicia o aumento da cobertura vegetal do solo pelas plantas herbáceas e que o plantio da favela pouco ou nada interfere na cobertura do solo proporcionada pelo estrato herbáceo.

Embora sem comparações estatísticas formais, nota-se que os valores de cobertura herbácea sob a copa das juremas pretas (Figura 4) e das favelas (Figura 6) tenderam a ser superiores para a jurema preta em 2009, e esta tendência se inverteu, com diferenças crescentes em favor da favela em 2010 e 2011. Enquanto a cobertura herbácea sob a copa das juremas pretas decresceu e estabilizou em valores abaixo de 60%, as espécies herbáceas aumentaram a cobertura do solo para até 89% sob a copa das favelas, aproximando-se do valor encontrado nas parcelas testemunhas (93%). Isto pode ser consequência da estrutura vertical das copas da favela que gera menor sombreamento e interceptação de raios luminosos, permitindo maior desenvolvimento do estrato herbáceo.

A cobertura arbórea na área degradada era inexistente em outubro de 2008, exceto pela presença de dois exemplares adultos de algaroba e três de jurema preta, todos fora das parcelas experimentais. As copas das favelas com e sem espinhos proporcionaram cobertura arbórea média semelhante entre fenótipos e crescente entre 2009 e 2011. Em março de 2009, recobria 12% do solo, aumentando em março de 2010 (20%) e março de 2011 (22%). A disposição dos ramos da favela nos estágios iniciais de crescimento tende à verticalidade, de modo que o crescimento dos ramos, que atingiram em média 227 cm, não resulta em incrementos proporcionais na cobertura do solo. Consequentemente, as plantas do estrato herbáceo apresentaram aumentos na cobertura do solo (e na produção de biomassa, como será visto adiante), aproveitando o baixo nível de competição por luminosidade com as copas das favelas, enquanto o inverso foi observado nas parcelas com jurema preta.

Os valores de cobertura arbórea, em 2011, não ficaram distantes dos 30% de cobertura arbórea mínima recomendados para pastagens na Caatinga (ARAÚJO FILHO, 1992) e dos 22-33% relatados por Araújo Filho et al. (2002) para áreas de Caatinga raleada em Ouricuri-

PE. Segundo esses autores, esses níveis de cobertura arbórea do solo têm o potencial de proporcionar conforto térmico e maior produção do estrato herbáceo, o que poderá ser comprovado adiante.

#### 4.2.4 Produção de biomassa forrageira herbácea

A produção total de biomassa forrageira herbácea (mono e dicotiledôneas) presente nas parcelas que receberam favela com e sem espinhos foi semelhante e diferiu entre anos (Tabela 6).

**Tabela 6** – Biomassa forrageira herbácea (kg . ha<sup>-1</sup>) presente nas parcelas testemunhas (sem plantio de espécie arbórea) e nas parcelas plantadas com favela com e sem espinhos, em maio de 2009, 2010 e 2011, em área degradada, na Fazenda NUPEÁRIDO, Patos - PB

ANO	TRAT	Biomassa herbácea					
		Base fresca (kg . ha <sup>-1</sup> )			Base seca (kg . ha <sup>-1</sup> )		
		DICO	MONO	TOTAL	DICO	MONO	TOTAL
2009	Testemunha	4506,7	2980,1	<b>7486,8</b>	1431,6	1271,8	<b>2703,4</b>
	Favela						
	com espinhos	7080,0	2205,0	<b>9285,0</b>	2229,5	1000,2	<b>3229,6</b>
	sem espinhos	6506,7	2128,3	<b>8635,0</b>	2185,8	996,5	<b>3182,2</b>
2010	Testemunha	960,0	1145,0	<b>2105,0</b>	714,8	1029,7	<b>1744,5</b>
	Favela						
	com espinhos	1100,0	1530,0	<b>2630,0</b>	862,3	1343,6	<b>2205,9</b>
	sem espinhos	900,0	1640,0	<b>2540,0</b>	720,0	1457,7	<b>2177,7</b>
2011	Testemunha	5315,0	3315,0	<b>8630,0</b>	1623,4	2156,4	<b>3779,8</b>
	Favela						
	com espinhos	8600,0	2750,0	<b>11350,0</b>	2685,6	1792,2	<b>4477,8</b>
	sem espinhos	7510,0	5300,0	<b>12810,0</b>	2462,2	3212,8	<b>5675,0</b>

MONO = monocotiledônea; DICO = dicotiledônea

Fonte – Nunes (2012)

A biomassa herbácea presente nas parcelas com favela foi semelhante ou superior à verificada nas parcelas testemunhas em todos os anos, apesar da tendência contrária observada em relação à cobertura herbácea. Isto sugere que a favela beneficia a produção de biomassa das espécies herbáceas, efeito contrário ao proporcionado pela jurema preta.

Nas parcelas testemunhas ou com favela, a produção de biomassa diminuiu em 2010, certamente provocada pela menor precipitação neste ano (352 mm) (Tabela 1), porém recuperou e ultrapassou os níveis iniciais (de 2009) no ano seguinte (2011), especialmente nas parcelas com favela, sugerindo a recuperação da área em termos de produção de biomassa

nestas parcelas, apesar da precipitação não ter atingido os níveis de 2009 (1595 mm vs. 849 mm).

Esta recuperação equipara ou coloca em nível superior a área do presente estudo, em termos de produção de biomassa, quando comparada àquelas nas quais Rocha e Araújo Filho (2009) constataram produções médias de 3631,9 e 4265,9 kg de MS . ha<sup>-1</sup>, em área de Caatinga com histórico de superpastejo, no Ceará e Rio Grande do Norte, respectivamente.

A produção de biomassa forrageira do estrato herbáceo pode diminuir com o sombreamento do solo advindo de indivíduos lenhosos (CASTRO et al., 1999; CARVALHO et al., 1995), mas, no bioma Caatinga, a produção herbácea é maximizada quando as árvores proporcionam 30% a 40% de cobertura do solo (ARAÚJO FILHO, 1985; ARAÚJO FILHO, 1992; CASTRO; PACIULLO, 2006). Isto foi comprovado no presente estudo, pois a produção de biomassa forrageira herbácea foi maior sob as copas das favelas, que proporcionaram 22% de cobertura do solo, do que nas parcelas testemunhas, que não apresentaram indivíduos arbóreos. Além disto, soma-se à produção herbácea aquela referente aos indivíduos lenhosos, a qual pode ser significativa, caso já relatado para as parcelas com jurema preta. No futuro, quando a cobertura proporcionada pelas copas da favela aumentar, as suas ramas deverão ser podadas, produzindo uma forragem de alta qualidade (CANDEIA, 2005).

À semelhança do que ocorreu nas parcelas testemunhas e nas com jurema preta, a participação percentual das herbáceas dicotiledôneas foi maior nos anos mais chuvosos (2009 e 2011) (Tabela 1), e a das herbáceas monocotiledôneas no ano de menor precipitação (2009), mostrando que as dicotiledôneas são mais exigentes em umidade no solo do que as gramíneas.

#### **4.2.5 Composição bromatológica da biomassa forrageira herbácea**

A composição bromatológica da forragem herbácea foi semelhante sob a copa da favela com e sem espinhos e, por isto, os resultados das análises bromatológicas foram representados sem distinção entre fenótipos (Tabela 7).

O teor de FDN na forragem coletada das espécies dicotiledôneas herbáceas nas parcelas com favela foi similar entre anos, resultando numa média geral de 59,68% para os três anos. A forragem das monocotiledôneas apresentou um mínimo no teor de FDN no ano de menor precipitação (2010) (Tabela 1), enquanto, nos anos anterior e seguinte, mais chuvosos, o teor de FDN mostrou-se maior, o que é, de certo modo, inesperado (Tabela 7). Os

teores médios de FDA foram similares nos três anos, para dicotiledôneas (45%) e monocotiledôneas (52,5%).

**Tabela 7** – Composição bromatológica da biomassa forrageira herbácea coletada nas parcelas testemunhas (sem plantio de espécies arbóreas) e nas com favela com e sem espinhos, em maio de 2009, 2010 e 2011, em área degradada de Caatinga, da Fazenda NUPEÁRIDO, Patos - PB

Parcelas testemunhas (sem plantio de favela)										
ANO	FDN (% MS)		FDA (% MS)		HC (% MS)		MM (% MS)		PB (% MS)	
	DICO	MONO	DICO	MONO	DICO	MONO	DICO*	MONO	DICO	MONO
2009	58,16	74,92	42,50	45,49	15,66	29,44	9,41	7,83	11,04	7,34
2010	63,45	73,23	51,32	50,04	12,13	23,19	4,36	9,66	8,76	6,01
2011	58,65	72,74	40,96	46,49	17,69	26,26	7,13	7,34	8,90	6,25

Parcelas com plantio de favela										
ANO	FDN (% MS)		FDA (% MS)		HC (% MS)		MM (% MS)		PB (% MS)	
	DICO	MONO*	DICO	MONO	DICO*	MONO*	DICO	MONO	DICO	MONO*
2009	61,28	76,90	44,58	47,85	16,71	29,05	8,24	9,03	10,61	5,28
2010	60,58	70,09	49,25	46,73	11,32	23,36	10,10	9,51	10,32	6,86
2011	57,17	78,50	43,72	47,46	13,45	31,04	7,36	6,54	12,24	5,14

FDN = fibra em detergente neutro; FDA = fibra em detergente ácido; HC = hemicelulose; PB = proteína bruta; MM = matéria mineral; MONO = monocotiledônea; DICO = dicotiledônea; \*Diferenças significativas entre anos ( $P < 5\%$ )

Fonte – Nunes (2012)

Os teores mínimos de FDN (i.e.: forragem de melhor qualidade) para as monocotiledôneas, no ano de menor precipitação, foram observados também nas parcelas com jurema preta, enquanto nas parcelas testemunhas, os valores permaneceram estáveis, quer a precipitação no ano fosse acima, semelhante ou abaixo da média. Estes dados sugerem que o componente arbóreo afeta positivamente o capim panasco (única monocotiledônea herbácea na área) em anos de pouca chuva. Paciullo et al. (2007) detectaram redução no teor de FDN no capim braquiária (*Brachiaria decumbens*), provocada pelo sombreamento de árvores, em Coronel Pacheco, MG, porém sem detectar que este efeito ocorria apenas em anos de menor precipitação. Estudos adicionais devem ser realizados para aprofundar esta questão, bem como a da aparente ausência de efeito que o componente arbóreo tem na porção fibrosa das dicotiledôneas herbáceas.

Os teores de FDN e FDA (Tabela 7) tenderam a superar os encontrados por Andrade (2008) e Bezerra (2009) para a forragem herbácea coletada de áreas de Caatinga com maior (FDN = 50% e FDA = 45%) e menor (FDN = 60% e FDA = 50%) riqueza de espécies arbóreas, considerando a produção de todos os indivíduos herbáceos na estação das chuvas.

Isto sugere que, quanto menos conservada for uma área, maior será o teor de FDN e FDA na forragem herbácea nela produzida. Assim, se o estágio vegetativo e a composição botânica das espécies herbáceas coletadas por estes autores fossem semelhantes ao observado no presente estudo, e considerando os valores de FDN, pode-se-ia dizer que as áreas experimentais com as parcelas com favela (e com jurema preta) apresentariam menor grau de conservação da vegetação. Esta afirmação deve ser vista com ressalva, pois é difícil a exata caracterização do estágio vegetativo da forragem em cada estudo, bem como a composição botânica não foi considerada. Porém, a relação entre o grau de conservação da vegetação e o teor de FDN na forragem parece ser mais consistente e de importância prática, podendo ser usada para avaliações quanto ao grau de recuperação de áreas degradadas.

Na estação seca, quando só restava o capim panasco, Andrade (2008) e Bezerra (2009) relataram teores de FDN (75% e 80%) e FDA (48% e 50%), para áreas mais e menos conservadas, respectivamente, confirmando novamente a relação inversa entre o grau de conservação da vegetação e a qualidade da forragem. Estes valores para FDA são semelhantes aos verificados no presente trabalho para FDA das monocotiledôneas nas parcelas testemunha e com favela (Tabela 7), mesmo provenientes de forragem amostrada durante a época das chuvas. A pequena variação nos teores de FDA mostra relativa estabilidade em valores altos entre as estações do ano e entre áreas com diferentes graus de degradação. Assim, o conhecimento dos teores de FDA tem menor utilidade prática na avaliação do grau de recuperação de áreas degradadas.

Os teores de HC na biomassa herbácea coletada nas parcelas com favela diferiram entre os anos. As espécies dicotiledôneas apresentaram diminuição de 2009 para 2010 e 2011, indicando que ocorreu diminuição na proporção de material fibroso passível de aproveitamento pelos ruminantes. No entanto, nota-se que os teores de FDN, nos dois últimos anos, também diminuíram, melhorando a qualidade da forragem, pois aumentou o conteúdo celular prontamente disponível. Nas espécies monocotiledôneas, o teor de HC diminuiu de 2009 para 2010, certamente provocado pela menor precipitação neste ano (352 mm) (Tabela 1), porém recuperou e ultrapassou os níveis iniciais no ano seguinte (2011) (Tabela 7).

Os teores de MM e PB na forragem das espécies herbáceas dicotiledôneas e monocotiledôneas, nas parcelas com favela, não diferiram significativamente entre anos, exceto para PB das monocotiledôneas, que apresentou um aumento significativo em 2010, ano de menor precipitação e em que o componente arbóreo também afetou positivamente a qualidade dessa forragem, diminuindo o seu teor de FDN. Observa-se, também, que os teores de PB da forragem herbácea das parcelas testemunhas apresentaram tendência de diminuição.



Estes valores corroboram os achados por Moreira et al. (2009), que observaram que os teores de PB na forragem de *Brachiaria brizantha* foram maiores em áreas sombreadas com ipê felpudo (*Zeyheria tuberculosa*) e aroeira (*Myracrodruon urundeuva*), quando comparados à produção de áreas a pleno sol.

Assim, o comportamento positivo da FDN e PB na forragem coletada das monocotiledôneas, em conjunto com o aumento da produção de forragem herbácea nas parcelas com favela, sugerem o uso desta espécie arbórea na revegetação de áreas degradadas da Caatinga.

#### 4.2.6 Atributos químicos e físicos do solo

Os atributos químicos e físicos do solo foram semelhantes nas parcelas de favela com e sem espinhos (Tabela 8). Os valores de pH e os teores de Ca, Mg, K, Na, SB e CTC, observados nas amostras de solo das parcelas com favela, apresentaram variação significativa entre anos.

**Tabela 8** – Atributos químicos e físicos do solo nas parcelas com favela com e sem espinhos, em outubro de 2008, e em maio de 2009, 2010 e 2011, NUPEÁRIDO, Patos-PB

Atributos químicos												
Mês/Ano	Prof. Cm	pH* CaCl <sub>2</sub> 0,01M	P µg.cm <sup>-3</sup>	Ca* .....cmolc.dm <sup>-3</sup> .....	Mg* .....cmolc.dm <sup>-3</sup> .....	K* .....cmolc.dm <sup>-3</sup> .....	Na* .....cmolc.dm <sup>-3</sup> .....	H+Al .....cmolc.dm <sup>-3</sup> .....	SB* .....cmolc.dm <sup>-3</sup> .....	CTC* .....cmolc.dm <sup>-3</sup> .....	V %	MO g.dm <sup>-3</sup>
out-08	0-20	5,08	9,22	2,52	1,50	0,31	0,60	2,02	4,93	6,95	70,79	6,59
mai-09	0-10	5,42	11,28	4,20	2,56	0,27	1,53	3,44	8,56	12,00	73,24	sd
mai-10	0-20	4,90	13,71	2,51	1,39	0,24	0,70	2,82	4,84	7,66	63,42	10,31
mai-11	0-20	5,08	22,49	3,31	1,53	0,21	0,65	2,58	5,70	8,28	68,29	10,46
Atributos físicos												
Mês/Ano	Prof. Cm	CC* .....%.....	PMP* .....g.cm <sup>-3</sup> .....	DG* .....g.cm <sup>-3</sup> .....	DP* .....g.cm <sup>-3</sup> .....	AREIA* .....g/kg de solo.....	SILTE* .....g/kg de solo.....	ARGILA .....g/kg de solo.....	Classe Textural USDA			
out-08	0-20	10,44	4,74	1,58	2,68	840,00	88,00	72,00	Areia franca			
mai-09	0-10	12,65	5,75	1,41	2,54	796,00	120,00	84,00	Areia franca			
mai-10	0-20	13,46	6,12	1,38	2,42	832,00	72,00	96,00	Areia franca			
mai-11	0-20	15,10	6,87	1,57	2,47	840,00	82,00	78,00	Areia franca			

Atributos químicos = PH, fósforo (P), cálcio (Ca), magnésio (Mg), potássio (K), sódio (Na), hidrogênio+alumínio (H+AL), soma de bases (SB), capacidade de troca de cátions (CTC), saturação por bases (V) e matéria orgânica (MO); e Atributos físicos = capacidade de campo (CC), ponto de murcha permanente (PMP), densidade global (DG), densidade de partícula (DP), \*diferenças significativas entre anos ( $P < 5\%$ ); sd = sem coleta de dados

Fonte – Nunes (2012)

Certamente, esta variação foi significativa devido aos valores inflacionados de 2009, exceto para o K (ver adiante discussão para este nutriente). Neste ano, as amostras de solo

foram coletadas na camada mais superficial do solo (0 a 10 cm), enquanto que em 2008, 2010 e 2011, a profundidade considerada foi de 0 a 20 cm. Este equívoco aconteceu em todas as parcelas testemunhas e naquelas plantadas com favela (e com jurema preta, também, como visto anteriormente). Portanto, foi considerado que os valores destes atributos do solo permaneceram constantes entre 2008 e 2011, exceto aqueles referentes a K.

Os teores de K decresceram consistentemente entre 2008 e 2011 provavelmente como resultado da sua transferência do solo para as plantas e imobilização temporária nos tecidos vivos e na serapilheira acumulada sobre o solo. Este comportamento também foi detectado nas parcelas testemunhas e com jurema preta, mostrando que este nutriente poderá ser limitante para a recuperação de áreas degradadas, pois a sua presença no solo está decrescendo para níveis medianos, podendo atingir valores inferiores a  $0,108 \text{ cmolc} \cdot \text{dm}^{-3}$  em pouco tempo. Estudos adicionais deverão ser realizados para determinar se, quando e quanto deste nutriente deve ser disponibilizado no solo via fertilização para não prejudicar a recuperação das áreas degradadas.

Os teores de P, H+Al, V e MO foram similares nos três anos, no entanto os teores de P disponível no solo tenderam a crescer ao longo do tempo e foram geralmente superiores aos encontrados nas parcelas testemunhas (e com jurema preta). Segundo Alvarez V et al. (1999), estes teores eram baixos ( $0 - 10 \mu\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ) em 2008 e passaram para médios ( $11 - 30 \mu\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ) com a introdução da favela, em 2009, 2010 e 2011. Os teores observados de MO no solo também tenderam a crescer, no entanto ainda estão abaixo de  $15 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$  e são considerados baixos (ALVAREZ V et al., 1999). Estes teores superaram os encontrados em Neossolo Litólico ( $6,43 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) e foram inferiores aos encontrados em Luvisolo Neossolo Litólico ( $14,81 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ), ambos de ocorrência natural da favela (RIBEIRO FILHO et al., 2007).

A tendência de aumento do teor de MO no solo também foi observada nas parcelas com jurema preta (Tabela 5) e, em menor grau, nas parcelas testemunhas (Tabela 4). Semelhantemente, Gomes e Alves (2010) observaram, em 5 anos, uma taxa de 0,2% de acúmulo de MO no solo de áreas manejadas da Caatinga. Nas parcelas com favela, o percentual de MO no solo aumentou de 0,66% para 1,00% entre 2008 e 2011, um aumento de 0,34% em 3 estações de crescimento, ou 0,57% em 5 estações de crescimento. Esse acúmulo esperado em 5 estações de crescimento mostrou-se superior ao das parcelas testemunhas (0,23%), ao das com jurema preta (0,32%) e ao observado por Gomes e Alves (2010) (0,20%), indicando que o plantio da favela afeta positivamente o solo quanto ao teor de MO.

Considerando a manutenção desta taxa de acúmulo de MO no solo e os teores de MO presentes em 92% dos solos da região ( $\leq 1,5\%$ ) (BRITO, 2010), pode-se especular que o valor

de 1,5% de MO no solo será atingido em mais 4 ou 5 estações de crescimento nas parcelas com favela.

Considerando os teores de MO no solo das parcelas com favela em 2008 e 2011 (6,59 e 9,95 g . dm<sup>-3</sup>, respectivamente) (Tabela 8) e o volume do solo entre 0 e 20 cm de profundidade presente em um hectare (2000 m<sup>3</sup>), pode-se estimar que, em 2008 e em 2011, havia, respectivamente, 13,2 e 19,9 toneladas de MO nessa camada de solo em cada hectare. Por diferença, pode-se dizer que, entre 2008 e 2011, foram acumuladas 6,7 toneladas de MO no volume do solo entre 0 e 20 cm de profundidade presente em um hectare.

Além destas considerações sobre a MO do solo, deve-se considerar o acúmulo de MO na parte aérea das plantas. Em 2011, a MO referente à porção aérea das espécies herbáceas nas parcelas com favela foi, em média, 4,7 toneladas de MS . ha<sup>-1</sup> (Tabela 6), excluindo 7% da MM (Tabela 7). Apesar de não mensurada, a parte aérea das favelas também acumulou biomassa e representa uma quantidade não desprezível de MO.

Assim, houve um acúmulo total significativo de mais de 11,4 toneladas de MO por hectare entre 2008 e 2011, correspondentes a 6,7 toneladas de MO . ha<sup>-1</sup> acumuladas no solo, e 4,7 toneladas de MO . ha<sup>-1</sup> acumuladas na parte aérea das espécies herbáceas, além da MO referente à parte aérea das favelas. Estes dados mostraram, também, que o acúmulo total de MO foi maior nas parcelas com favela (11,4 t . ha<sup>-1</sup>), seguido do verificado nas parcelas com jurema preta (8,2 t . ha<sup>-1</sup>) e das parcelas testemunhas (5,8 t . ha<sup>-1</sup>). Apesar das diferenças, todos estes valores de acúmulo de MO são significativos e importantes para a recuperação de áreas degradadas no Bioma Caatinga, reconhecidamente carente de MO.

Os atributos físicos apresentaram comportamento similar aos encontrados nas parcelas testemunhas (Tabela 4) [e com jurema preta (Tabela 5)]: todos os atributos variaram ao longo dos anos, exceto os percentuais de argila, certamente provocado pela coleta mais superficial em 2009. Porém, a CC e o PMP observados no solo coletado nas parcelas com favela aumentaram significativa e consistentemente entre 2008 e 2011 (Tabela 7), indicando melhoria no poder de armazenamento de água do solo, resultante de exclusão dos animais e da recuperação da cobertura vegetal (herbácea e arbórea) do solo. A densidade global decresceu em 2009 e 2010, mas voltou ao patamar inicial no ano seguinte. A densidade de partículas decresceu até 2010 e estabilizou em 2011. Estes atributos foram beneficiados, certamente, pelo aumento da presença de resíduos das raízes das espécies herbáceas que se desenvolveram e feneceram, bem como da deposição da serapilheira e do desenvolvimento da comunidade biológica que se utiliza destes materiais. Este decréscimo é benéfico ao

crescimento das plantas, pois favorece a aeração, a retenção de água e sua disponibilidade às plantas, à resistência a penetração e crescimento das raízes (KLEIN, 1998).

Os dados de diminuição da densidade do solo podem ser usados como indicador do grau de recuperação de áreas degradadas do presente estudo, pois Faria et al. (1997) obtiveram valores médios de densidade global  $1,49 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$  e  $1,21 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ , respectivamente, em áreas de mata ciliar degradada e conservada, no sul de Minas Gerais. Gomes e Alves também observaram esta tendência na diminuição da densidade do solo em áreas de Caatinga exploradas há 8 anos ( $1,79 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ), quando comparadas a áreas exploradas há 13 anos ( $1,70 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ) e conservadas ( $1,71 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ), no município de Pacajus, Ceará.

A presença da favela, assim como a da jurema preta, pode alterar positivamente os teores de P disponível e de MO no solo, mesmo levando em consideração o curto período de tempo analisado, no entanto ainda são necessários estudos complementares, em longo prazo, que comprovem estas tendências.

## 5 Conclusões

O plantio das espécies nativas jurema preta e favela apresenta-se adequado à recuperação de áreas degradadas da caatinga, quando associado ao isolamento da área, recompondo a cobertura herbácea e arbórea protetora do solo a partir do segundo ano.

O recobrimento do solo pelas copas das juremas pretas atinge valores prejudiciais à produção do estrato herbáceo já no segundo ano após o plantio, sendo esta perda compensada com a forragem proveniente da poda dos seus ramos finos. Em contraste, as copas das favelas proporcionam cobertura menor do solo até o terceiro ano, beneficiando o desenvolvimento e a produção do estrato herbáceo.

A qualidade da forragem herbácea não é afetada pelo plantio das espécies arbóreas, porém observa-se uma tendência de aumento nos teores de PB na forragem herbácea coletada sob a copa das juremas pretas.

O pousio e o plantio da jurema preta com ou sem acúleos e da favela com e sem espinhos em áreas degradadas melhora os atributos do solo no que se refere ao aumento na capacidade de absorção de água (CC) e à diminuição da densidade.

Há uma significativa recuperação de áreas degradadas da caatinga com o plantio das essências florestais relativa ao aumento no conteúdo de matéria orgânica e de fósforo, havendo necessidade de um monitoramento quanto a uma possível fertilização potássica a longo prazo.

## **6 Sugestões para futuros estudos**

A presente pesquisa alcançou os objetivos propostos, porém algumas questões foram levantadas e não puderam ser respondidas neste período. Assim, estudos futuros devem ser realizados abordando, dentre outros, os seguintes temas:

- Melhoramento genético para a fixação para o caráter inerme e de produção da favela sem espinhos;
- Potencial alelopático da jurema preta nas espécies herbáceas;
- Efeito do sombreamento da jurema preta e da favela na produção e qualidade da forragem das espécies mono e dicotiledôneas herbáceas;
- Comportamento de P e MO do solo de áreas degradadas da Caatinga com a introdução de espécies arbóreas nativas;
- Ciclagem e adição de K no solo de áreas degradadas da Caatinga.

## Referências

- ANDRADE, L.A.; PEREIRA, I.M.; LEITE, U.T.; BARBOSA, M.R.V. Análise da cobertura de duas fitofisionomias de Caatinga, com diferentes históricos de uso, no município de São João do Cariri, Estado da Paraíba. **Revista Cerne**, v.11, n.3, p.253-262, 2005.
- ANDRADE, M.V.M. **Dinâmica e qualidade do estrato herbáceo e sub-arbustivo na Caatinga do Cariri Paraibano**. 2008. 183f. Tese (Doutorado Integrado em Zootecnia). Universidade Federal da Paraíba, do qual participam a Universidade Federal Rural de Pernambuco e Universidade Federal do Ceará. Areia, Paraíba, 2008.
- ANDRADE, A.P.; COSTA, R.G.; SANTOS, E.M.; SILVA, D.S. Produção animal no semiárido: o desafio de disponibilizar forragem, em quantidade e com qualidade, na estação seca. **Revista Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v.4, n.4, p.01-14, 2010.
- ALVAREZ V., V.H.; NOVAIS, R.F.; BARROS, N.F.; CANTARUTTI, R.B. LOPES, A.S. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V.H. (Ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa - MG: UFV, p. 25-32, 1999.
- ALVES, J.J.A.; ARAÚJO, M.A.; NASCIMENTO, S.S. Degradação da Caatinga: uma investigação ecogeográfica. **Revista Caatinga**. v.22, n.3, p.126-135, 2009.
- APNE - ASSOCIAÇÃO PLANTAS DO NORDESTE. **Avaliação dos plantios de jurema preta (*Mimosa tenuiflora* (Mart.) Benth.) da empresa Carbomil Química S.A. – Limoeiro do Norte-CE**. Projeto conservação e uso sustentável da Caatinga. Recife, fev. 2008, 18p.
- ARAÚJO, R.; GOEDER, W.J.; LACERDA, P.C. Qualidade de um solo sob diferentes usos e sob Cerrado nativo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, p. 1099-1108, 2007.
- ARAÚJO FILHO, J.A. Pastoreio múltiplo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 7., 1985, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários “Luís de Queiroz”, 1985. p.203-233.
- ARAÚJO FILHO, J.A. **Manipulação da vegetação lenhosa da Caatinga para fins pastoris**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA/MARA/CNPC Sobral - CE, 1992, 18p. (Circular Técnica, 11).
- ARAÚJO FILHO, J.A.; CARVALHO, F.C. Desenvolvimento sustentado da Caatinga. In: ALVAREZ V. H.; FONTES, L. E. F. FONTES, M. P. (Eds.). **O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado**. Viçosa, MG: SBCS, UFV, DPS, 1996, p.125-133.
- ARAÚJO FILHO, J.A.; CARVALHO, F.C. **Desenvolvimento sustentável da Caatinga**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA/MARA/CNPC Sobral - CE, 1997. 19 p. (Circular Técnica 13).
- ARAÚJO FILHO, J.A.; CARVALHO, F.C.; GARCIA, R.; SOUSA, R.A. Efeitos da Manipulação da vegetação lenhosa sobre a produção e compartimentalização da fitomassa

pastável de uma Caatinga sucessional. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.11-19, 2002.

ARAÚJO FILHO, J.A.; CRISPIM, S.M.A. Pastoreio combinado de bovinos, caprinos e ovinos em áreas de Caatinga no nordeste do Brasil. In: I CONFERÊNCIA VIRTUAL GLOBAL SOBRE PRODUÇÃO ORGÂNICA DE BOVINOS DE CORTE, 2002, Corumbá-MS. **Anais...** Corumbá-MS: UnC, Concordia, 2002.

ARAÚJO FILHO, J.A.; GADELHA, J.A.; MACIEL, D.F. Flutuações mensais na produtividade e valor nutritivo dos sítios ecológicos do sertão cearense. In: Universidade Federal do Ceará. **Estudos da pastagem nativa do Ceará**. Fortaleza, CE: BNB, p.33-45, 1982. (BNB. Estudos Econômicos e Sociais, 13).

ARAÚJO FILHO, J.A.; LEITE, E.R.; MESQUITA, R.C.M.; MACEDO, S.M.C. **Manejo do estrato herbáceo da Caatinga para pastejo e produção de feno**. EMBRAPA/CNPQ. Sobral, n.12, agosto de 1987, p.1-5. (Circular técnica).

ARAÚJO FILHO, J.A.; SOUSA, F.B.; CARVALHO, F.C. Pastagens no semi-árido: pesquisa para o desenvolvimento sustentável. In: SIMPÓSIO SOBRE PASTAGENS NOS ECOSISTEMAS BRASILEIROS: pesquisa para o desenvolvimento sustentável, 1995, Brasília. **Anais...** Brasília: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1995. p.63-75.

ARAÚJO FILHO, J.A.; SOUSA, F.B.; SILVA, N.L.; BEZERRA, T.S. Avaliação de leguminosas arbóreas, para recuperação de solos e repovoamento em áreas degradadas, Quixeramobim-CE. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.2, n.2, p.1592-1595, out. 2007.

ARAÚJO, L.V.C. **Composição florística, fitossociologia e influência dos solos na estrutura da vegetação em uma área de Caatinga no semi-árido paraibano**. 2007. 121f. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, Areia, PB, 2007.

ARRIEL, E.F.; BAKKE, O.A.; LEITE, J.P.; ARAÚJO, L.V.C.; PAULO, M.C.S. Ganho realizado da característica acúleos em jurema-preta (*Mimosa hostilis*), no segundo ciclo seletivo. In: FOREST 2000, Porto Seguro. Rio de Janeiro: Instituto Ambiental Biosfera, 2000. v.1. p.130. (**Resumos Técnicos**).

ARRIEL, E.F.; BAKKE, O.A.; SILVA, A.P.B. Estimativa da herdabilidade em jurema preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd). Poiret) para a característica ausência de acúleos. **Revista Brasileira de Genética**. v.18, n.3 (Supl.). p.128. 1995.

BAKKE, I.A. **Potencial de acumulação de fitomassa e composição bromatológica da jurema preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poiret.) na região semi-árida da Paraíba**. 2005. 92f. Tese (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, Areia, Paraíba, 2005.

BAKKE, I.A., BAKKE, O.A., ANDRADE, A.P., SALCEDO, I.H. Regeneração natural da jurema preta em áreas sob pastejo de bovinos. **Revista Caatinga**, v.19, n.3, p.228-235. 2006.



BAKKE, I.A.; BAKKE, O.A.; ANDRADE, A.P.; SALCEDO, I.H. Forage yield and quality of a dense thorny and thornless “jurema preta” stand. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.3, p.341-347, 2007.

BAKKE, O.A.; ARRIEL, E.F.; LUCENA, C.M.B.; SILVA, A.P.B.B. Ocorrência de jurema preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poiret) sem acúleos em populações nativas. **Revista Brasileira de Genética**, v.18, n.3, p.129. 1995.

BARRETO, A.C.; LIMA, F.H.S.; FREIRE, M.B.G.S.; ARAÚJO, Q.R.; FREIRE, F. J. Características químicas e físicas de um solo sob floresta, sistema agroflorestal e pastagem no sul da Bahia. **Revista Caatinga**, v.19, n.4, p.415-425, outubro/dezembro 2006.

BARRO, R.S.; SAIBRO, J.C.; MEDEIROS, R.B. de; SILVA, J.L.; VARELLA, A.C. Rendimento de forragem e valor nutritivo de gramíneas anuais de estação fria submetidas a sombreamento por *Pinus elliottii* e ao sol pleno. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.10, p.1721-1727, 2008.

BEZERRA, J.E.S.; FERREIRA, L.A.; LINS, J.R.P.; PONTES, J.R. MELO, S.T. Caracterização física do Estado da Paraíba. In: BEZERRA, J.E.S. (Ed.). **Atualização do diagnóstico florestal do Estado da Paraíba**. João Pessoa: SUDEMA, 2004. Cap. 1. p.17-82.

BEZERRA, M.F. **Florística e fitossociologia do banco de sementes do solo e composição bromatológica do estrato herbáceo da Caatinga, no Cariri Paraibano**. 2009. 125f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, Areia, Paraíba, 2009.

BIANCHI, M.O. **Avaliação da Funcionalidade do Solo em Sistemas Florestais Enriquecidos com Leguminosas**. 2009. 67f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Agronomia, Ciência do Solo, Seropédica, RJ, 2009.

BOTREL, M.A.; ALVIM, M.J.; XAVIER, D.F. Avaliação de gramíneas forrageiras na região sul de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n.4, p.683-689, abril. 1999.

BRAGA, R. **Plantas do Nordeste, especialmente do Ceará**, 2 ed. Fortaleza, Imprensa Oficial, 1960. p.435-6.

BRASIL. **Decreto n. 97.632** – 10 abril. 1989. Dispõe sobre a regulamentação do Artigo 2º, inciso VIII, da Lei n. 6.938, de 31 de agosto de 1981, e dá outras providências.

BRITO, M.T.L.A. **Avaliação espacial de atributos químicos do solo no semiárido**. 2010. 41f. Monografia (Graduação em Engenharia florestal). Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Patos, 2010.

CANDEIA, B.L. **Faveleira (*cnidoscolus phyllacanthus* (Mart.) Pax et K. Hoffm.) inerme: obtenção de mudas e crescimento comparado ao fenótipo com espinhos**. 2005. 52f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Sistemas Agrossilvipastoris no Semi-Árido, Patos, Paraíba, 2005.

CÂNDIDO, M.J.D.; ARAÚJO, G.G.L.; CAVALCANTE, M.A.B. Pastagens no ecossistema Semi-árido Brasileiro: atualização e perspectivas futuras. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: SBZ, 2005.

CARDOSO, E.; SANTOS, A.D.; SCHIAVINI, I.; HARIDASAN, M. Florestas em solos mesotróficos do Triângulo Mineiro: Caracterização e localização. In: VI CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 2003, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Funcionamento de Ecossistemas (Capítulo IV), 2003. p.516.

CARPANEZZI, A.A.; COSTA, L.G.S.; KAGEYAMA, P.Y.; CASTRO, C.F.A. Espécies pioneiras para recuperação de áreas degradadas: observação de laboratórios naturais. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, CAMPOS DO JORDÃO, 3., 1990, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, SBEF, 1990. p.216-221.

CARVALHO, J. H. de. **Relatório de atividades do projeto de avaliação de plantas xerófilas na região semi-árida do Estado do Piauí** – Convênio BNB/ FUNDECI/ EMBRAPA/ UEPAE de Teresina, 1986. 13p.

CARVALHO, J.H.; MAIA, C.M.N. A; AMORIM, G.C. Seleção de sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia*) sem acúleos no meio norte. In: QUEIROZ, M.; GOEDERT, S. R. R. (Eds). **Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o Nordeste brasileiro**. Petrolina: EMBRAPA Semi-Árido/ Brasília-DF: EMBRAPA. Recursos Genéticos e Biotecnologia, 1999.

CARVALHO, M.M., FREITAS, V.P., ANDRADE, A.C. Crescimento inicial de cinco gramíneas tropicais em um subbosque de angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* Benth.). **Revista Pasturas Tropicales**, v.17, n.1, p.24-30, 1995.

CASTELLETTI, C.H.M. 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**. Brasília, DF: MMA. UFPE, 2003. p.91-100.

CASTRO, C.R.T.; PACIULLO, D.S.C. Boas práticas para a implantação de sistemas silvipastoris. Juiz de Fora- MG, 2006. (**Circular Técnica 50**).

CASTRO, R.T.; GARCIA, R.; CARVALHO, M.M.; COUTO, L. Produção Forrageira de Gramíneas Cultivadas sob Luminosidade Reduzida. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.5, p.919-927, 1999.

CHADA, S.S.; CAMPELLO, E.F.C.; FARIA, S.M. Sucessão vegetal em uma encosta reflorestada com leguminosas arbóreas em Angra dos Reis, RJ. **Revista Árvore**, v.28, n.6, p.801-809, 2004.

CHAER, G.M. Monitoramento de áreas recuperadas ou em recuperação. In: TAVARES, S.R.L. (Org.). **Curso de recuperação de áreas degradadas: a visão da Ciência do Solo no contexto do diagnóstico, manejo, indicadores de monitoramento e estratégias de recuperação**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 228p, 2008.

CLEMENT, C.R. Pupunha: recursos genéticos para a produção de palmito. **Revista Horticultura brasileira**, v.15 (suplemento), p.186-191, 1997.

CORDÃO, M.A. **Frutos de jurema preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd.) na alimentação de cordeiros Santa Inês**. 2011. 88 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e tecnologia Rural, Sistemas Agrosilvipastoris no Semiárido, Patos, Paraíba, 2011.

COSTA, K.G.; LOZI, L.R.P.; ROCKENBACH, G.L.; REIS, A.E. Alternativas de Recuperação Áreas Degradadas Urbanas: Um Estudo de Caso da Nascente do Córrego Água Branca – Goiânia, Goiás. In: XIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 1., 2009, Viçosa-MG. **Anais...** Viçosa-MG : Editora da UFV, 2009.

COSTA, N.L.; MAGALHÃES, J.A.; TOWNSEND, C.R.; PEREIRA, R.G.A.; OLIVEIRA, J.R.C. Métodos de introdução de leguminosas em pastagens degradadas. Porto velho, RO, Maio de 2004. (**Comunicado técnico 283**).

DAMASCENO, M.M. **Composição bromatológica de forragem de espécies arbóreas da Caatinga paraibana em diferentes altitudes**. 2007. 77f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Patos, 2007.

DIAS, P.F. SOUTO, S.M. FRANCO, A.A. Leguminosas arbóreas introduzidas em pastagem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.1, p.119-126, jan. 2007.

DIAS, L.E.; FRANCO, A.A.; CAMPELLO, E.; FARIA, S.M.; SILVA, E.M. Leguminosas forestales: aspectos relacionados con su nutrición y uso en la recuperación de suelos degradados. **Revista Bosque**, v.16, n.1, p.121-127, 1995.

DINIZ, V.M. **Absorção de fósforo e nitrogênio por espécies arbóreas da Caatinga nordestina inoculadas com fungos micorrízicos**. 2006. 40f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Patos, Paraíba, 2006.

DRUMOND, M.A.; KIILL, L.H.P; NASCIMENTO, C.E.S. Inventário e sociabilidade de espécies arbóreas e arbustivas da Caatinga na região de Petrolina, PE. **Revista Brasil Florestal**, v.74, p.37-42, 2002.

DUQUE, J.G. **O Nordeste e as Lavouras Xerófilas**. 4. ed. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2004.

DUARTE, R.M.R.; CASAGRANDE, J.C.A. interação solo-vegetação na recuperação de áreas degradadas. In: FAPESP. **Manual para recuperação de áreas degradadas do estado de São Paulo** - Matas Ciliares do Interior Paulista. Curso de capacitação e atualização em recuperação de áreas degradadas (RAD) com ênfase em matas ciliares do interior paulista, Guaratinguetá, São Paulo, p.52-69, junho, 2006.

EIRA, A.F. Influência da cobertura morta na biologia do solo. In: SEMINÁRIO SOBRE CULTIVO MÍNIMO DO SOLO EM FLORESTAS, 1º., 1997, Botucatu-SP. **Anais...** Botucatu-SP: Departamento de Defesa Fitossanitária FCA/UNESP, 1997, p.16-33.

FARIA, J.M.R.; DAVIDE, A.C.; BOTELHO, S.A. Comportamento de espécies florestais em área degradada com duas adubações de plantio. **Revista Cerne**, v.3, n.1, p.25-44, 1997.

FERREIRA, W.C.; BOTELHO, S.A.; DAVIDE, A.C.; FARIA, J.M. R. Avaliação do crescimento do estrato arbóreo de área degradada revegetada à margem do Rio Grande, na usina hidrelétrica de Camargos, MG. **Revista Árvore**, v.31, n.1, p.177-185, 2007.

FERREIRA, W.C.; BOTELHO, S.A.; DAVIDE, A.C.; FARIA, J.M.R.; FERREIRA, D.F. Regeneração natural como indicador de recuperação de área degradada a jusante da usina hidrelétrica de camargos, MG. **Revista Árvore**, v.34, n.4, p.651-660, 2010.

FORMIGA, L.D.A.S.; PEREIRA FILHO, J. M.; OLIVEIRA, N.S.; SILVA, A.M.A.; CÉZAR, M.F.; SOARES, D.C. Valor nutritivo da vegetação herbácea de Caatinga enriquecida e pastejada por ovinos e caprinos. **Revista Brasileira Saúde e Produção Animal**, v.12, n.2, p.403-415, abril/junho, 2011.

FRANCO, A.A.; CAMPELLO, E.F.C.; SILVA, E.M.R.; FARIA, S.M. Revegetação de solos degradados. Seropédica: EMBRAPA-CNPAB, 8 p., 1992. (**Comunicado Técnico, 9**).

GALINDO, I.C.L.; REBEIRO, M.R.; SANTOS, M.F.A.V.; LIMA, J.F.W.F.; FERREIRA, R.F.A.L. Relações solo-vegetação em áreas sob processo de desertificação no município de Jataúba, PE. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.1283-1296, 2008.

GOMES, E.C.; ALVES, E.S. Manejo florestal sustentável e biodiversidade - um estudo de caso/Influência do manejo florestal sobre as características físicas e químicas do solo. In: GRARIGLIO, M.A; SAMPAIO, E.V.S.B.; CESTARO, L.A.; KAGEYAMA, P.Y. **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da Caatinga**. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 2010. p.287-291.

GONZAGA NETO, S.; BATISTA, A.M.V.; CARVALHO, F.F.R. Composição bromatológica, consumo e digestibilidade in vivo de dietas com diferentes níveis de feno de catingueira (*Caesalpinea bracteosa*), fornecidas para Ovinos Morada Nova. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.2, p.553-562, 2001.

GOOGLE, Googlemaps, disponível em <<http://www.googlemaps.com.br>>, acesso em: 01 de maio 2012.

HEADY, H.F.; CHILD, R.D. **Rangeland ecology and management**. Boulder, Westview Press, 1994, 519p.

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Manual de Recuperação de áreas degradadas pela mineração: técnicas de revegetação**. Brasília: IBAMA, 1990, 96p.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapas de biomas e vegetação**. 2004. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia\\_visualiza.php?id\\_noticia=169](http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=169)>, acesso em: 06 jan. 2012.

INMET - **Instituto Nacional de Meteorologia**, 2012. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/>>. Acesso em: 02 de jan. 2012.

JOSÉ, A.C. DAVIDE, A.C OLIVEIRA, S.L. de. Produção de mudas de aroeira (*Schinus terebinthifolius* RADDI) para recuperação de áreas degradadas pela mineração de Bauxita. **Revista Cerne**, v.11, n.2, p.187-196, 2005.

KAGEYAMA, P.Y.; GANDARA, F.B. Recuperação de áreas ciliares. In: RODRIGUES, R.R.; FILHO, H. F. L. (eds). **Matas Ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: USP/FAPESP, 2004, p.249-270.

KLEIN, V.A. **Propriedades físico-hídrico-mecânicas de um Latossolo roxo, sob diferentes sistemas de uso e manejo**. 1998. 150f. Tese (Doutorado em Agronomia – Solos e Nutrição de Plantas). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 1998.

KOBIYAMA, M.; MINELLA, J.P.G.; FABRIS, R. Áreas degradadas e sua recuperação. **Informe Agropecuário**, v.22, n.210, p.10-17, maio/junho, 2001.

LANZANOVA, M.E.; NICOLOSO, R.S.; LOVATO, T.; ELTZ F. L. F.; AMADO, T.J.C.; REINERT, D.J. Atributos físicos do solo em sistema de integração lavoura-pecuária sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, p.1131-1140, 2007.

LEAL, I.R.; SILVA, J.M.C.; TABARELLI, M.; LACHER JR, T.E. Mudando o curso da conservação da biodiversidade na Caatinga do Nordeste do Brasil. **Revista Megadiversidade**, v.1, n.1, p.138-146, julho, 2005.

LIMA, J.L.S. **Plantas forrageiras das Caatingas: usos e potencialidades**. EMBRAPA/CPATSA/PNE/RBG-KEW. Petrolina (PE), 1996. 44p.

LIMA, P.C.F. Áreas degradadas: métodos de recuperação no semi-árido brasileiro. In: XXVII REUNIÃO NORDESTINA DE BOTÂNICA, 2004, Petrolina - PE. **Anais...** Petrolina-PE: SBB; Embrapa Semi-Árido; UNEB, 2004.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 2. ed. Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, v.2, 1998, p.92.

LUGÃO, S.M.B.; RODRIGUES, L.R.A.; ABRAHÃO, J.J.S.; MALHEIROS, E.B.; MORAIS, A. Acúmulo de forragem e eficiência de utilização do nitrogênio em pastagens de *Panicum maximum* Jacq. (acesso BRA-006998) adubadas com nitrogênio. **Acta Scientiarum - Animal Sciences**, v.25, p.371-379, 2003.

LUNA, A.A.; SILVA, G.J.G.M.; BARBOSA, D.S.; CAMPANHA, M.M.; MEDEIROS, H.R. Produção de biomassa na época chuvosa em Caatinga manipulada na região norte do estado do Ceará. In: VI CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 2010, Mossoró - RN. **Anais...** Mossoró, RN: SNPA/UFERSA, 2010.

MAIA, E.L. **Comportamento vegetativo de três espécies florestais sob estresse hídrico, com adubação orgânica em solos da região semi-árida nordestina**. 2005. 53f. Dissertação

(Mestrado em Manejo de Solo e Água) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2005.

MAIA, G.N. **Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades**. São Paulo: D&Z Computação Gráfica e Editora, 2004.

MACEDO, J.R.; CAPECHE, C. L.; MELO, A.S. Recomendação de manejo e conservação de solo e água. Niterói – RJ. Programa Rio Rural, 2009. 45p. (**Manual Técnico 20**).

MARQUES, F.J. **Propagação sexuada e assexuada da faveleira (*Cnidoscolus phyllacanthus* (Müll. Arg.) Max & K. Hoffm.)**: subsídios para o seu cultivo como lavoura xerófila. 2007. 112f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba, CCA, Areia, PB, 2007.

MENDES, M.M.S.; OLIVEIRA, M.E. Biomassa e florística em florestas secundárias de diferentes idades. **Revista Floresta**, v.41, n.1, p.19-26, janeiro./março, 2011.

MOREIRA, G.R.; SALIBA, E.O.S.; MAURÍCIO, R.M.; SOUSA, L.F; FIGUEIREDO, M.P.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUEZ, N.M. Avaliação da *Brachiaria brizantha* cv. marandu em sistemas silvipastoris. **Revista dos Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.61, n.3, p.706-713, 2009.

MOREIRA, J.N; LIRA, M.A; SANTOS, M.V.F.; FERREIRA, M.A.; ARAÚJO, G.G.L.A.; FERREIRA, R.L.C.; SILVA, G.C. Caracterização da vegetação de Caatinga e da dieta de novilhos no Sertão de Pernambuco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.11, p.1643-1651, 2006.

MUNDIM, T.G. **Avaliação de espécies nativas usadas na revegetação de áreas degradadas no cerrado**. 2004. 100f. Monografia (Engenharia Florestal). Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia, Brasília, 2004.

NOBRE, A.P.; ARRIEL, E.F.; SANTOS, D.R.; ARAÚJO, L.V.C.; BAKKE, O.A. Formação de um pomar de sementes por mudas de faveleira (*Cnidoscolus phyllacanthus*) sem espinhos. In: IX ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFPB, 9., 2001, João Pessoa (PB). **Anais...** Universidade Federal da Paraíba/PRPG – CNPq: João Pessoa, 2001. p.5-8.

NÓBREGA, S.B.P. **A faveleira (*Cnidoscolus quercifolius*) como fonte alternativa na alimentação humana e animal no Semi-Árido Paraibano**. 2001. 145f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, 2001.

OLIVEIRA, F.R. Alternativas de alimentação para a pecuária no semi-árido nordestino. In: SIMPÓSIO NORDESTINO DE ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES, 6., 1996, Natal. **Anais...** Natal: Simpósio Nacional de Produção Animal, 1996. p.127-147.

OLIVEIRA, C.M.; NAPPO, M.E.; PASSOS, R.R.; MENDONÇA, A.R. Comparação entre atributos físicos e químicos de solo sob floresta e pastagem. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, Ano VII, n.12, agosto, 2008.

PACIULLO, D.S.C.; CARVALHO, C.A.B.; AROEIRA, L.J.M.; MORENZ, M.J.F.; LOPES, F.C.F.; ROSSIELLO, R.O.P. Morfofisiologia e valor nutritivo do capim-braquiária sob sombreamento natural e a sol pleno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.4, p.573-579, 2007.

PALÁCIO, H.A.Q. **Avaliação emergética de microbacias hidrográficas do semiárido submetidas a diferentes manejos**. 150f. 2011. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Fortaleza, 2011.

PARR, J.F.; PAPENDICK, R.L.; HORNICK, S.B.; MEYER, R.E. Soil quality: attributes and relationship to alternative and sustainable agriculture. In: EIRA, A. F. Influência da cobertura morta na biologia do solo. In: SEMINÁRIO SOBRE CULTIVO MÍNIMO DO SOLO EM FLORESTAS , 1º., 1997, Botucatu. **Anais...** Botucatu-SP, p.16-33, 1997.

PAULLETTI, V.; MOTTA, A.C.V.; SERRAT, B.M.; FAVARETTO, N.; ANJOS, A. Atributos químicos de um latossolo bruno sob sistema plantio direto em função da estratégia de adubação e do método de amostragem de solo. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 33, p. 581-590, 2009.

PEREIRA, F.G.C. **Atributos de qualidade física e química de um latossolo amarelo submetido a diferentes usos no semiárido baiano**. 2010. 77f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias). Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Bahia, 2010.

PEREIRA FILHO, J.M.; ARAÚJO FILHO, J.A.; CARVALHO, F.C.; REGO, M.C. Disponibilidade de fitomassa do estrato herbáceo de uma Caatinga raleada submetida ao pastejo alternado ovino-caprino. **Livestock Research for Rural Development**, v.19, Artigo #2, 2007. Disponível em <<http://www.lrrd.org/lrrd19/1/pere19002.htm>>, acesso.em: 03 de junho 2012.

PEREIRA, I. M. **Avaliação qualitativa e quantitativa da forragem produzida pela jurema-preta (*Mimosa hostilis*, Benth), pelo estrato herbáceo em área de reflorestamento**. 1998. 37f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Universidade Federal da Paraíba, Patos.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 9ed. São Paulo, SP. Nobel. 430p. 1981.

REIS, A.; ZAMBONIN, R.A.; NAKAZONO, E.M. **Recuperação de áreas florestais degradadas utilizando a sucessão e as interações planta-animal**. Cadernos da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, n.14, São Paulo, Outubro, 1999.

REIS, R.A.; BERTIPAGLIA, L.M.A; FREITAS, D.; MELO, G.M.P; BALSALOBRE, M.A. Suplementação proteica, energética e mineral em sistemas de produção de gado de corte nas águas e nas secas. In: PECUÁRIA DE CORTE INTENSIVA NOS TRÓPICOS, 2004, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2004. p.171-226.

RIBEIRO FILHO, N.M.; CALDEIRA, S.V.P.; FLORÊNCIO, I.M.; AZEVEDO, D.O.; DANTAS, J.P. Avaliação comparada dos índices químicos nitrogênio e fósforo nas porções

morfológicas dos espécimes de faveleira com espinhos e sem espinhos. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.9, n.2, p.149-160, 2007.

RIBEIRO FILHO, N.M.; FLORÊNCIO, I.M.; BRITO, A.C.; DANTAS, J.P.;

CAVALCANTI, M.T. Avaliação nutricional de raízes de faveleira e cenoura em períodos equidistantes de coleta. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.13, n.2, p.169-175. 2011.

RIEGELHAUPT, E.; PAREYN, F.G.C.; BACALINI, P. Rede de manejo florestal da caatinga/ O manejo florestal na caatinga: resultados da experimentação. In: GRARIGLIO, M.A; SAMPAIO, E.V.S.B.; CESTARO, L.A.; KAGEYAMA, P.Y. **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da Caatinga**. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 2010. p.256-275.

ROCHA, M.M.C.; ARAÚJO FILHO, J.A. Efeitos da adubação mineral e orgânica sobre a produção de fitomassa do estrato herbáceo em duas regiões do sertão Nordeste. **ACSA - Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v.5, p. 22-29, 2009.

RODRIGUES, R.R. **Colonização e enriquecimento de um fragmento florestal urbano após a ocorrência de fogo. Fazenda Santa Elisa, Campinas, SP: Avaliação temporal da regeneração natural (66 meses) e do crescimento (51 meses) de 30 espécies florestais plantadas em consórcios sucessionais**. 1999. 167f. Tese (Livre Docência) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, São Paulo, 1999.

SÁ, I.B.; RICHÉ, G.R. FOTIUS, G.A. As paisagens e o processo de degradação do semi-árido nordestino. In: SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M.; FONSECA, M. T.; LINS, L.V. (Orgs.) **Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação**. Brasília, DF: MMA. UFPE, 2003. p.17-36.

SALES, F.C.V. **Revegetação de área degradada da Caatinga por meio da semeadura ou transplante de mudas de espécies arbóreas em substrato enriquecido com matéria orgânica**. 2008. 67f. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agrosilvopastoris no Semiárido) Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Patos, Paraíba, 2008.

SALES, F.C.V.; ARAÚJO, L.V.C.; ARRIEL, E.F.; BAKKE, O.A. Avaliação de diferentes métodos para quebra de dormência da semente de faveleira *Cnidoscolus phyllacanthus* (Muell. Arg.) Pax et K. Hoffm]. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 52., 2001, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: UFPB, 2001, p.165.

SALES, F.C.V.; BAKKE, O.A.; ARRIEL, E.F.; BAKKE, I.A. Enxertia da faveleira (*Cnidoscolus phyllacanthus*) sem espinhos. **Revista Ciência Rural**, v.38, n.5, p.1443-1446, agosto, 2008.

SAMPAIO, E.V.S.B. Caracterização do bioma Caatinga/Características e potencialidades. In: GRARIGLIO, M.A; SAMPAIO, E.V.S.B.; CESTARO, L.A.; KAGEYAMA, P.Y. **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da Caatinga**. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 2010. p. 29-48.



SAMPAIO, E. V. S. B.; ARAUJO, E. L.; SALCEDO, I. H.; TIESSEN, H. Regeneração da vegetação de Caatinga após corte e queima em serra Talhada, PE. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.33, n.5, p.621-632, 1998.

SAMPAIO, I.B.M. **Estatística aplicada à experimentação animal**. Fundação de Ensino e Pesquisa em Méd, Veterinária e Zootecnia/UFMG. 1998. 221 p.

SCHACHT, W.H. Wood and forage production in cleared and thinned dry tropical woodland: implications to goat nutrition.1987. In: ARAÚJO FILHO, J.A. de; CARVALHO, F.C. de; GARCIA, R.; SOUSA, R.A. de. Efeitos da Manipulação da Vegetação Lenhosa sobre a produção e compartimentalização da fitomassa pastável de uma Caatinga sucessional. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.11-19, 2002.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 3ed. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 2002. 235p.

SILVA, L.C.R.; CORRÊA, R.S. Sobrevivência e crescimento de seis espécies arbóreas submetidas a quatro tratamentos em área minerada no cerrado. **Revista Árvore**, v.32, n.4, p.731-740, 2008.

SILVA, N.L.; ARAÚJO FILHO, J.A.; PONTE, A.E.; MOITA, A.K.F. CAVALCANTE, A.C.R. Técnicas de manejo no controle do capim-panasco verdadeiro (*Aristida adscensionis* Linn). In. XXXVII REUNIÃO ANUAL DA SBZ, 2000, Viçosa-MG. **Anais...** Viçosa:SBZ, 2000.

SILVA, W.A. **Potencial alelopático de extratos do cumarú** (*Amburana cearensis* A.C. Smith) **e da jurema-preta** (*Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir) **na germinação e crescimento de sorgo** (*Sorghum bicolor* L.), **milho** (*Zea mays* L.) **e feijão guandu** (*Cajanus cajan* L.). 2007. 62f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Patos, 2007.

SOUZA, F.M. **Estrutura e dinâmica do estrato arbóreo e da regeneração natural em áreas restauradas**. 2000. 79f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Universidade de São Paulo, Piracicaba, São Paulo, 2000.

SOUZA, M. J. N. A problemática ambiental: cenários para o Bioma Caatinga no Nordeste do Brasil. In: SILVA, J. B.; LIMA, L. C.; DANTAS, E. W. C. (Org.). **Panorama da Geografia Brasileira**, v.2, p. 119-133, 2006.

TEIXEIRA, N.C.; VIRGENS, I.O.; CARVALHO, D.M.; CASTRO, R.I.; FERNANDES, L.G.; LOURENÇO, M.B. Efeito do estresse hídrico sobre a viabilidade e o vigor de sementes de *Caesalpinia pyramidalis* Tul. (Leguminosae-Caesalpinioideae). In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 2007, Caxambu. **Anais...** Caxambu: Sociedade de Ecologia do Brasil, 2007.

VALCARCEL, R.; D'ALTERIO, C.F.V. Medidas físico-biológicas de recuperação de áreas degradadas: avaliação das modificações edáficas e fitossociológicas. **Revista Floresta e Ambiente**, v.5, n.1, p.68-88, janeiro./dezembro, 1998.

VALCARCEL, R.; SILVA, Z.S. A eficiência conservacionista de medidas de recuperação de áreas degradadas: proposta metodológica. **Revista Floresta**, v.27, n.12, p.101-114, 1997.

VIANA, O.J.; CARNEIRO, M.S.S. Plantas Forrageiras xerófilas – I Faveleira (*Cnidoscolus phyllacanthus* (Muell. Arg.) Pax et K. Hoffm] inerme no semi-árido cearense. **Revista Ciência Agrônômica**, v.22, n.1-2, p.17-21, 1991.

VIEIRA, L.L. **Avaliação do desempenho da Jurema-Preta (*Mimosa hostilis* Benth) sem acúleos na Região de Patos/PB**. 1997. 20f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) - Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Universidade Federal da Paraíba, Patos, 1997.

YDOYAGA SANTANA, D.F.; LIRA, M.A.; SANTOS, M.V.S.; FERREIRA, M.A.; SILVA, M.J.A.; MARQUES, K.A.; MELLO, A.C.L.; , SANTOS, D.C. Caracterização da Caatinga e da dieta de novilhos fistulados, na época chuvosa, no semiárido de Pernambuco. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.1, p.69-78, 2011.