



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS E FLORESTAIS
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL

JOÃO PEDRO PEIXOTO FERNANDES

**EFEITOS DA DENSIDADE DE PLANTIO E DA IRRIGAÇÃO NO CRESCIMENTO
DA SABIÁ (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.)**

MOSSORÓ

2018

JOÃO PEDRO PEIXOTO FERNANDES

**EFEITOS DA DENSIDADE DE PLANTIO E DA IRRIGAÇÃO NO CRESCIMENTO
DA SABIÁ (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.)**

Monografia apresentada ao Departamento de Ciências Agronômicas e Florestais da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, como requisito para a Graduação no curso de Engenharia Florestal.

Orientador: Prof. D. Sc. Paulo Sérgio Lima e Silva

MOSSORÓ

2018

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

P363e PEIXOTO FERNANDES, JOÃO PEDRO.
EFEITOS DA DENSIDADE DE PLANTIO E DA IRRIGAÇÃO
NO CRESCIMENTO DA SABIÁ (*Mimosa caesalpinhiifolia*
Benth.) / JOÃO PEDRO PEIXOTO FERNANDES. - 2018.
24 f. : il.

Orientador: PAULO SÉRGIO LIMA E SILVA.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia
Florestal, 2018.

1. CAATINGA. 2. ESPAÇAMENTO. 3. BIOMASSA. I.
LIMA E SILVA, PAULO SÉRGIO , orient. II. Título.

JOÃO PEDRO PEIXOTO FERNANDES

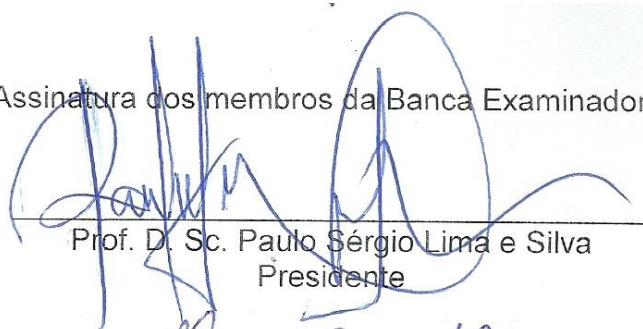
**EFEITOS DA DENSIDADE DE PLANTIO E DA IRRIGAÇÃO NO CRESCIMENTO
DA SABIÁ (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.)**

Monografia apresentada ao Departamento de Ciências Agronômicas e Florestais da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, como requisito para a Graduação no curso de Engenharia Florestal.

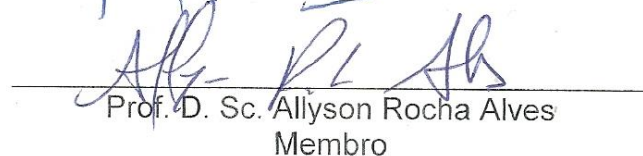
Defendida em: 18/04/2018

BANCA EXAMINADORA

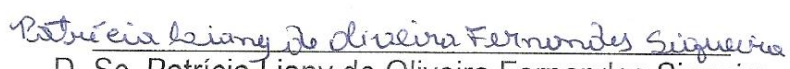
Assinatura dos membros da Banca Examinadora.



Prof. Dr. Sc. Paulo Sérgio Lima e Silva
Presidente



Prof. Dr. Sc. Allyson Rocha Alves
Membro


D. Sc. Patrícia Liany de Oliveira Fernandes Siqueira
Membro

Às mulheres da minha vida: Almecina Andrade
Fernandes da Silva, Rita Xavier Peixoto,
Antônia Delza de Fátima Fernandes e Edicleide
Macedo da Silva. Pelo amor, apoio e incentivo
em todos os momentos de minha vida. Que me
encorajaram a chegar até aqui com dignidade e
humildade.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela presença constante em tudo que realizo, me dando força para continuar e não fraquejar na minha caminhada;

À todos meus familiares, principalmente aos meus pais Antônia Fernandes e Edilson Fernandes e meus sobrinhos Edilson Neto, João Eduardo, Pedro Henrique e João Davi. Por serem motivadores das lutas com amor, apoio e compressão.

À Edicleide Macedo, minha companheira! Melhor Amiga, parceira, mãe de Macarena, filha, minha luz, meu Norte, meu maior sorriso. Pela paciência e disponibilidade que sempre manifestou, pela serenidade e dedicação com que sempre me acompanhou; no fundo por fazer parte da minha vida e me dar à luz que preciso.

À Universidade Federal Rural do Semi-Árido e todo corpo docente, pela cooperação nessa conquista;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão de bolsa durante boa parte da minha Graduação;

Ao meu orientador professor Dr. Paulo Sérgio Lima e Silva, os meus sinceros agradecimentos pela oportunidade, disponibilidade e por tudo que fez por mim durante todo o tempo da orientação. Pelos conhecimentos repassados e ensinamentos valiosos, os quais nunca esquecerei. Pela valiosa oportunidade de aprender, e por toda a confiança depositada;

Aos meus queridos professores, que foram meus mestres do aprendizado, A vocês meu muito obrigado por todos os conhecimentos repassados, pelas grandes lições, as quais jamais esquecerei;

A todos que fazem parte do Grupo Planta que estiveram comigo no desenvolvimento das atividades em campo e no laboratório: Edicleide Macedo, Francisco Linco, José Augusto, Vianney Reinaldo, Patrícia Liany, Alex Monteiro, Ítalo Nunes, Kadson Frutuoso, José Francisco, Francisco Vallentin e José Nedson; Obrigado pela amizade e experiência compartilhada comigo;

Aos funcionários da Ufersa: Maxson, Assis e Antônio Ramos. Amigos que vou lembrar para sempre;

Finalmente, a todos da UFERSA com quem tive a oportunidade de conviver e aprender um pouco mais seja para formação como para a vida. Serão sempre lembrados.

RESUMO

FERNANDES, João Pedro Peixoto. **EFEITOS DA DENSIDADE DE PLANTIO E DA IRRIGAÇÃO NO CRESCIMENTO DA SABIÁ (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.).** 2018. 25 f. Monografia (Engenharia Florestal) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2018.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar os efeitos de elevadas densidades de plantio e da irrigação sobre a produção de biomassa aérea da sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.), O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com parcelas subdivididas, com três repetições. Nas parcelas foram aplicados dois sistemas de cultivo (sequeiro e irrigado), nas subparcelas foram aplicadas as densidades de plantio [(plantas ha⁻¹): 1000 (2,5 m x 4,0 m), 2000 (2,5 m x 2,0 m), 3000 (2,5 m x 1,3 m) e 4000 (2,5 m x 1,0 m)]. Cada subparcela foi constituída por cinco fileiras de plantas, com 10,0 m de comprimento. No cultivo irrigado a lâmina de irrigação foi 2,44cm³s⁻¹, a irrigação foi feita em três dias na semana por um período de duas horas. Aos sete anos foram realizadas medições e quantificação da biomassa. A realização da irrigação determinou maiores rendimentos para o componente lenho da biomassa seca da parte aérea da sabiá. O aumento da densidade de plantio apresentou relação direta com a produção de biomassa e volume da madeira, ou seja, os espaçamentos mais adensados proporcionaram maiores quantidades de biomassa e volume de madeira que os espaçamentos menos adensados. A irrigação e densidade de plantio não influenciaram na distribuição da biomassa seca dos diferentes componentes arbóreos que são distribuídos na seguinte ordem: lenho > galhos > folhas.

Palavras-chave: Caatinga, Espaçamento, Biomassa.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Dados climatológicos de Mossoró-RN durante o período de janeiro/2015 a março/ 2015. Mossoró-RN. 2018.....	14
Tabela 2 –	Resumo das análises de variância dos dados de altura de planta(m), DAP(cm) e de volume(m ³ /ha ⁻¹) distribuídas em diferentes densidades, com e sem irrigação na Sabiá. Mossoró-RN. 2018.....	16
Tabela 3 –	Médias de altura de planta(m), DAP(cm) e de volume(m ³ /ha ⁻¹) distribuídas em diferentes densidades, com e sem irrigação na Sabiá. Mossoró-RN. 2018.....	17
Tabela 4 –	Resumo das análises de variância dos dados de Biomassa seca e seus componentes da parte Aérea da Sabiá distribuídas em diferentes densidades, com e sem irrigação na Sabiá. Mossoró-RN. 2018.....	17
Tabela 5 –	Médias dos componentes da parte Aérea da Sabiá distribuídas em diferentes densidades, com e sem irrigação na Sabiá. Mossoró-RN. 2018.....	18

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	8
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	10
2.1	SABIÁ (<i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> Benth.)	10
2.2	IRRIGAÇÃO DE ESPÉCIES DA CAATINGA.....	11
2.3	DENSIDADE DE PLANTIO.....	12
2.4	DENSIDADE DE PLANTIO x IRRIGAÇÃO.....	13
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	14
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	16
5	CONCLUSÕES.....	20
	REFERÊNCIAS.....	21

1 INTRODUÇÃO

A sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth.) é nativa do semiárido brasileiro apesar de ser cultivada em outras regiões do país. O extrativismo da sabiá no Nordeste, visando a sua utilização da madeira, principalmente, para utilização em cercas e para produção de carvão, colocou a espécie em risco de extinção (SILVA, DIAS & OLIVEIRA, 2015). Apesar disso, a sabiá se destaca como uma das principais fontes de estacas para cercas e para apoio e sustentação de culturas no Nordeste (LEAL JR. Et al., 1999; RIBASKI et al., 2003). A madeira também é utilizada como fonte de energia, e as folhas, verdes ou secas, assim como as vagens, são forrageiras (MENDES, 1989; RIBASKI et al., 2003). As flores são melíferas, a casca é usada em medicina caseira e a espécie também é utilizada como quebra-vento ou cerca-viva (RIBASKI et al., 2003).

Apesar da importância da avaliação do crescimento de espécies arbóreas, para preservação da Caatinga, sejam elas nativas (DRUMOND et al., 2008; MOURA et al., 2006) ou exóticas (DRUMOND et al., 2008), um único trabalho (MOURA et al., 2006) foi encontrado na literatura tratando dos efeitos da densidade de plantio sobre o crescimento da sabiá, sem conclusões sobre a densidade de plantio ideal para a sabiá. Com outras espécies florestais, a avaliação dos efeitos da densidade de plantio sobre o crescimento é frequente e mostra que existem interações de espaçamentos com outras práticas culturais (GRANT et al., 2006; PLAUBORG, 2004; OLIVEIRA NETO et al., 2003) e que a densidade de plantio pode influenciar ou não várias características associadas com o crescimento (GRANT et al., 2006; RONDON, 2006; HUMMEL, 2000; WILL et al., 2005; OLIVEIRA NETO et al., 2003; NOGUEIRA et al., 2008; RONDON, 2006).

Aparentemente não existem estudos sobre o cultivo da sabiá em relação à disponibilidade hídrica ou com irrigação. Mas com outras essências florestais vários estudos foram realizados. Na Bahia, a produção primária líquida de Eucalipto (*Eucalyptus grandis* x *urophylla*) aumentou 2,3 Mg ha⁻¹ por ano para cada 100 mm por ano de aumento na precipitação pluvial (STAPE et al., 2004). A irrigação aumenta a biomassa acima da superfície do solo de várias espécies (COBB et al., 2008; COYLE & COLEMAN, 2005; DRIESSCHE et al., 2003; HUNTER, 2001), mesmo em regiões semi-áridas e com água salina. O efeito da irrigação interage com a espécie cultivada (KHAMZIMA et al., 2008; COBB et al., 2008; TOMAR et al., 2003) e com práticas culturais tal como fertilização (COYLE & COLEMAN, 2005; DRIESSCHE et al., 2003; WATRWORTH et al., 2007).

Os estudos sobre os efeitos conjuntos da densidade de plantio e da irrigação em espécies arbóreas são raros. As árvores de *Eucalyptus camaldulensis* foram maiores nas parcelas irrigadas e em espaçamentos mais amplos. A razão biomassa abaixo do solo/biomassa acima do solo foi influenciada pela irrigação (0,68 no controle e 0,34 com irrigação), mas não pelo espaçamento (BARTON & MONTAGU, 2006).

A ideia de se utilizar irrigação para se irrigar árvores adaptadas à Caatinga pode parecer inadequada, à primeira vista. Mas nessa ideia devem ser ponderados os benefícios ambientais (redução da degradação da Caatinga), econômicos (a venda de estacas e outros produtos possui grande potencial) e sociais (geração de emprego). A fruticultura irrigada está causando prejuízos ambientais (degradação do solo), econômicos (falência de empresas) e sociais (desemprego) à Caatinga. A sabiá se destaca como uma das principais fontes de estacas para cercas e para apoio e sustentação de culturas no Nordeste (LEAL JR. Et al., 1999; RIBASKI et al., 2003). A madeira também é utilizada para energia, e as folhas, verdes ou secas, assim como as vagens, são forrageiras (MENDES, 1989; RIBASKI et al., 2003). As flores são melíferas, a casca é usada em medicina caseira e a espécie também é utilizada como quebra-vento ou cerca-viva (RIBASKI et al., 2003).

O objetivo do presente experimento foi avaliar os efeitos das densidades de plantio e da irrigação sobre o crescimento da sabiá, visando a produção de estacas, principalmente.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 SABIÁ (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth.)

A sabiá pertence à família Fabaceae e é uma planta endêmica da Caatinga e em relação à forma biológica, varia de arbusto à árvore perenifólia, podendo atingir dimensões de 10 m de altura e com 30 cm de diâmetro do caule à altura do peito na idade adulta (SILVA, 2015); ramos com coloração de cinza a castanho com extremidades mais claras e geralmente com acúleos recurvados (LIMA, 2012); com folhas parabipinadas, flores pequenas em espigas cilíndricas e legumes articulados de até 10 cm a sabiá ocorre espontaneamente em áreas da Caatinga semiúmidas como também em áreas mais secas (RIBASKI et al., 2003).

Sua folhagem constitui rama de boa qualidade para alimentação animal, as folhas possuem alto valor nutricional, contendo aproximadamente 17% de proteína, tem cheiro e paladar agradável; quando seca torna-se ainda mais apreciada pelos animais (BAKKE, 2005). As flores são melíferas e a casca tem sido usada em medicina caseira; pode servir como quebra-vento ou cerca-viva, além de muito utilizada para produção de madeira, onde a mesma pode ser aproveitada de várias maneiras, incluindo a produção de mourões, estacas, postes, lenha e carvão (MENDES, 1989).

Além do retorno econômico, o plantio dessa espécie pode melhorar as condições de solo por vários motivos: é uma leguminosa fixadora de N; produz serapilheira rica em nutrientes (COSTA et al., 2004) e elevada velocidade de decomposição (ANDRADE; COSTA; FARIA, 2000); é eficiente na cobertura do solo e pode ser manejada sem corte raso, mantendo as áreas constantemente cobertas (ARAÚJO et al., 2004). Além de uma boa capacidade de rebrota, que se inicia geralmente sete dias após o corte do tronco (RIBASKI et al., 2003).

Segundo Mendes (1989) a sabiá apresenta características ornamentais, e sua madeira é apropriada para usos externos, como mourões, estacas, postes, lenha e para carvão. As folhas são utilizadas como fonte de alimento para o gado, sendo considerada de alto valor forrageiro (VASCONCELOS, 1989). É uma planta apícola por excelência, produzindo grande quantidade de pólen e abundante néctar (SANTOS et al., 2007). É também muito utilizada como cerca-viva e, por ser pioneira, é ideal para recomposição de áreas degradadas (LORENZI, 2000), devido a fixação do nitrogênio e a deposição de matéria orgânica no solo pela queda das folhas (LEAL JR et al., 1999).

2.2 IRRIGAÇÃO DE ESPÉCIES DA CAATINGA

O semiárido brasileiro representa uma alta diversidade de espécies. Nessa região predomina o bioma caatinga. Nos últimos anos tem se percebido uma alta pressão antrópica sobre esse bioma, associada principalmente ao corte indiscriminado das espécies arbóreas nativas, que tem causado ampla desertificação (DRUMOND et al., 2008).

Para amenizar esse problema tem sido realizado plantios comerciais com algumas espécies arbóreas com o intuito de suprir a demanda por produtos florestais, reduzindo o corte de espécies nativas. Dessa forma, a introdução de espécies de alta produção de biomassa, adaptadas às condições edafoclimáticas do semiárido, representa alternativa de renda para os agricultores e contribui para a redução nos cortes das árvores.

Embora seja um tema atual e que muitas vezes não desperte o interesse da maioria dos pesquisadores, uma alternativa viável para a manutenção das espécies arbóreas é o uso de irrigação.

São poucos os estudos na literatura que tratam da irrigação na sábia, contudo em trabalho realizado por Silva (2013), verificou que o rendimento da serapilheira da sabiá irrigada foi superior ao da sabiá não irrigada em todos os meses, à exceção do mês julho/2012, em que os dois tipos de cultivos não diferiram entre si. Segundo o mesmo autor, essa falta de diferença pode estar relacionada a problemas de amostragens, desde que aparentemente não existem outras razões que expliquem a ausência de diferença entre os dois sistemas de cultivo em um único mês, durante um ano. A superioridade da sabiá irrigada em relação à não irrigada deveu-se certamente à maior disponibilidade hídrica proporcionada pela irrigação.

Díaz & Granadillo (2005) verificaram, em região semiárida, que a aplicação de irrigação, para simular chuvas episódicas, determinou aumentos de produção de serapilheira em uma espécie decídua.

Outros trabalhos foram realizados com outras essências florestais em que se utilizou irrigação. No caso do Eucalipto (*Eucalyptus grandis* x *urophylla*) foi verificado um aumento de 2,3 Mg/ha⁻¹ por ano para cada 100 mm por ano de aumento na precipitação pluvial (STAPE et al., 2004). Esse fato, segundo Cobb et al., (2008) pode ser associado a irrigação que proporciona um aumento de biomassa acima da superfície do solo.

2.3 DENSIDADE DE PLANTIO

Alguns autores demonstraram que a densidade de plantio de culturas perenes pode influenciar a fertilidade do solo (PAVAN et al., 1999; RANGEL et al., 2008).

Suassuna (1992) registrou incrementos anuais de $7,7 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ em plantas de sábia de seis anos em região subúmida do Nordeste, cultivado no espaçamento de 2m x 2m. Já no trabalho de Costa (1983) em que se usou o espaçamento de 3 m x 2 m, obteve um incremento de $5,0 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ em região de clima semiárido quente.

Com a cultura da Sábia Moura et al., (2006) verificaram que a produção de biomassa total no povoamento II ($80,78 \text{ t/ha}^{-1}$, no espaçamento de 4,5 m x 4,5 m com 11 anos de idade) foi maior que a do povoamento I ($66,22 \text{ t/ha}^{-1}$, com espaçamento de 3,0 m x 3,0 m com oito anos de idade). Sabendo que os dois povoamentos se encontram num mesmo tipo de solo, essa diferença de produção provavelmente se deva a idade e ao espaçamento, que possibilitaram maior acúmulo de biomassa no povoamento mais antigo.

No trabalho de Siqueira et al., (2013) que estudaram a fertilidade do solo sob a copa de (*Gliricidia sepium*) e sabiá (*Mimosa caesalpiinifolia*) em densidades de plantio (400, 600, 800, 1000 e 1200 plantas ha^{-1}), verificou-se que o aumento da densidade de plantio aumentou os teores de P e Mg no solo. Os teores de Ca e Na aumentaram e depois diminuíram com o aumento da densidade.

Trabalhos com outras espécies florestais são relatados na literatura que trata de densidade de plantio. Em todos os trabalhos foi verificado a existência de interação entre espaçamentos e outras práticas culturais (GRANT et al., 2006; PLAUBORG, 2004; OLIVEIRA NETO et al., 2003) e que a densidade de plantio pode influenciar características associadas com o crescimento das espécies, contribuindo para a obtenção de resultados diferentes dependendo do espaçamento utilizado (GRANT et al., 2006; RONDON, 2006; WILL et al., 2005).

2.4 DENSIDADE DE PLANTIO x IRRIGAÇÃO

Os estudos sobre os efeitos conjuntos da densidade de plantio e da irrigação em espécies arbóreas são raros. O único trabalho relatado na literatura envolvendo essa combinação e com a espécie sábia foi o trabalho desenvolvido por Silva (2013), em que verificou que o aumento da densidade de plantio aumentou o rendimento de serrapilheira, nos cultivos irrigados e de sequeiro. O rendimento máximo de serrapilheira no cultivo irrigado (130 kg ha^{-1}) seria obtido com a densidade de plantio de 2619 plantas ha^{-1} . Existe, portanto, uma densidade de plantio ótima, isto é, densidades menores que favorecem o crescimento e densidades maiores que a reduzem o crescimento. Em árvores, isto foi demonstrado, por exemplo, por Leite et al., (2011).

No trabalho realizado por Barton e Montagu (2006), verificou-se que as árvores de *Eucalyptus camaldulensis* foram maiores nas parcelas irrigadas e em espaçamentos mais amplos. A razão biomassa abaixo do solo/biomassa acima do solo foi influenciada pela irrigação, mas não pelo espaçamento.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Estação Experimental Rafael Fernandes, pertencente à Universidade Federal Rural do Semi-árido (UFERSA), localizada no município de Mossoró - RN, de coordenadas geográficas 5° 11' 31" de latitude sul, 37° 20' 40" de longitude oeste de Greenwich, com altitude de 18 m. O solo da área experimental é classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo, de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de solos (EMBRAPA, 1999) e como Ferric Lixisol, de acordo como Soil Map of the World (FAO, 1988).

Segundo a classificação bioclimática de Gaussen, o clima da região de Mossoró é do tipo 4ath, termoxeroquimênico acentuado, o que significa tropical quente de seca acentuada, com estação longa de sete a oito meses e índice xerotérmico entre 150 a 200. Segundo a classificação de Köppen, o bioclima da região é BSw_h, isto é, do tipo quente, com maiores precipitações atrasando-se para o outono. A região possui temperatura média máxima do ar entre 32,1 e 34,5 °C, média mínima entre 21,3 e 23,7°C, sendo junho e julho os meses mais frios, e a precipitação média anual está em torno de 825 mm (CARMO FILHO; OLIVEIRA, 1989).

Tabela 1– Dados climatológicos de Mossoró-RN durante o período de janeiro/2015 a março/2015. Mossoró-RN. 2018.¹

Meses	UR(%)	Temperatura(°C)	Precipitação(mm)
Janeiro	60,0	28,41	4,57
Fevereiro	68,0	27,76	13,87
Março	73,0	26,78	45,88

¹Dados obtidos em estação meteorológica disponível na fazenda experimental Rafael Fernandes, da UFERSA. Fonte NACIMENTO (2016).

O delineamento experimental utilizado no plantio foi de blocos ao acaso com parcelas subdivididas, com três repetições. Nas parcelas foram aplicados dois sistemas de cultivo (sequeiro e irrigado), nas subparcelas foram aplicadas as densidades de plantio [(plantas ha⁻¹): 1000 (2,5 m x 4,0 m), 2000 (2,5 m x 2,0 m), 3000 (2,5 m x 1,3 m) e 4000 (2,5 m x 1,0 m)]. Cada subparcela foi constituída por cinco fileiras de plantas, com 10,0 m de comprimento. Como área útil foi considerada a ocupada pelas três fileiras centrais, descartando-se também uma planta de cada extremidade das fileiras úteis. No cultivo irrigado a lâmina de irrigação foi 2,44cm³s⁻¹, a irrigação era administrada três dias na semana por um período de duas horas.

As sementes do plantio foram obtidas de plantas de experimentos realizados em Mossoró-RN e foram semeadas em janeiro/2008. A semeadura foi feita em sacos de plástico, pretos e perfurados no seu terço inferior, com 20 cm de altura e 15 cm de diâmetro. O transplantio ocorreu um mês depois, para um solo do mesmo tipo referido anteriormente, em área anteriormente cultivada com *Annona squamosa* L. As mudas foram transplantadas para covas com dimensões de 40 cm x 40 cm x 40 cm, e não receberam adubação.

A coleta dos dados foi realizada em abril/2015 onde três plantas tomadas aleatoriamente na subparcela foram utilizadas para mensurações da altura total (H) e do diâmetro à altura do peito (DAP) foram mensurados todos os fustes com bifurcações abaixo de 1,30m, em seguida, abatidas e cubadas pelo método de Smalian, para obtenção do volume. E posteriormente realizada a quantificação da biomassa da parte aérea, lenho (fustes e galhos, com diâmetro $\geq$ 4,0 cm), ramos (material lenhoso, com diâmetro $<$ 4,0 cm) e folhas (biomassa verde) pesados separadamente. De cada compartimento, folhas, ramos e lenho, foram retiradas amostras, que foram acondicionadas e devidamente identificados, posteriormente, levadas à estufa de ventilação forçada para secagem à 75°C, por 72 horas ou até peso constante, para obtenção de massa seca.

As análises de variância foram feitas com o software SISVAR, versão 5.3, desenvolvido pela Universidade Federal de Lavras (FERREIRA, 2010), e as médias foram comparadas a 5% de probabilidade, pelo teste de (TUKEY, 1949) quando o valor do teste F, na análise de variância foi significativo. Os dados foram submetidos ao teste de homogeneidade de variância antes da realização das análises de variância (BARTLETT, 1937). Foi verificado também a normalidade dos dados (SHAPIRO-WILK, 1965) e a aditividade do modelo verificado pelo teste de (TUKEY, 1949) para não aditividade do modelo. As análises de pressuposições foram realizadas com a utilização do programa estatístico computacional Statistical Analysis System (SAS) versão 9.1 (SAS Institute, 2003).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância apontou efeitos significativos em densidades de plantio (D) para altura de planta, DAP e Volume, havendo efeito de interação entre irrigação (I) e densidades (D) apenas para a altura de planta. (Tabela 2).

Tabela 2 – Resumo das análises de variância dos dados de altura de planta (m), DAP (cm) e de volume (m³/ha) distribuídas em diferentes espaçamentos, com e sem irrigação na Sabiá. Mossoró-RN. 2018.¹

Fontes de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios		
		Altura	DAP	Volume
Blocos	2	0.167917 ^{ns}	0.202917 ^{ns}	44.378750 ^{ns}
Irrigação (I)	1	0.006667 ^{ns}	19.260417 ^{ns}	94.010417 ^{ns}
Resíduo (a)	2	0.282917	1.570417	43.260417
Densidade(D)	3	0.517778**	48.171528**	867.895972**
I x D	3	0.344444*	9.757083 ^{ns}	138.368194 ^{ns}
Resíduo (b)	12	0.084861	3.288889	39.921250
CV parcela(%)		10,67	4,25	18,76
CV subparcela(%)		5,85	6,16	18,02
Média geral		4,98	29,45	35,06

¹ ns; *, **: não significativo; significativo a 5%; e significativo a 1%, respectivamente, pelo teste F.

Na altura de planta onde o efeito da interação foi significativo, o teste de médias foi aplicado a níveis de irrigação (I) em cada nível do densidades (D), e vice-versa. Em que sem a irrigação, as densidades 1000 e 4000 plantas/ha⁻¹ proporcionaram as maiores alturas e a densidade 2000 plantas, a menor média. A densidade de 3000 plantas/ha⁻¹ determinou altura intermediária. Já submetidos a irrigação as densidades não diferiram quando altura. Isso pode estar relacionado ao fato de que, com irrigação, a fisiologia da planta provavelmente apresentou-se mais ativa (Tabela 3). Barton & Montagu (2006) estudando árvores de *Eucalyptus camaldulensis* verificaram árvores maiores com irrigação como no caso desde tratamento.

Em relação ao DAP e ao volume da madeira, onde não se verificou efeito da interação, os testes de médias foram aplicados apenas nos efeitos principais dos tratamentos. Em DAP as médias com e sem irrigação não diferiram entre si. Para densidades o DAP de 1000,3000 e 4000 plantas/ha⁻¹, apresentaram as maiores médias de diâmetros e a densidade de 2000 plantas/ha⁻¹, a menor média (Tabela 3). Para o volume da madeira as médias com e sem irrigação também não diferiram entre si. E as densidades de 3000 e 4000 plantas/ha⁻¹, apresentaram as maiores

médias para volume e as densidades de 1000 e 2000 plantas/ha⁻¹ as menores médias. Corroborando com Schneider (1993) onde maiores densidades de plantio produziram diâmetros menores, e apresentam maior área basal e maior volume por área. Já nos maiores espaçamentos tem-se o inverso, diâmetros maiores e um maior volume por árvore.

Tabela 3 – Médias de altura de planta (m), DAP (cm) e de volume (m³/ha) distribuídas em diferentes espaçamentos, com e sem irrigação na Sabiá. Mossoró-RN. 2018.¹

Densidades	Altura		DAP		Médias	Volume		Médias
	Irrigação		Irrigação			Irrigação		
	Sem	Com	Sem	Com		Sem	Com	
1000	5,33 Aa	4,67 Aa	31,40	31,17	31,28 A	23,67	19,67	21,67 B
2000	4,37 Ba	4,77 Aa	24,67	25,97	25,32 B	26,37	30,10	28,23 B
3000	5,00 ABa	5,27 Aa	31,00	31,60	31,30 A	44,60	43,17	43,88 A
4000	5,30 Aa	5,17 Aa	27,17	32,67	29,92 A	37,70	55,23	46,47 A
Medias			28,56 a	30,35 a	-	33,08 a	37,04 a	-

¹Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, na coluna, e pela mesma letra minúscula, na linha, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Houve efeitos significativos em densidades (D) e irrigação(I) e da interação para o componente lenho, em ramos e folhas verificou-se significância apenas para as densidades de plantio. Na biomassa seca da parte aérea houve efeito das densidades e da interação (Tabela 4).

Tabela 4 — Resumo das análises de variância dos dados de biomassa seca e seus componentes da parte aérea distribuídas em diferentes densidades, com e sem irrigação na Sabiá. Mossoró-RN. 2018.¹

Fontes de variação	Graus de liberdade	Lenho	Ramos	Folhas	Biomassa Aérea
Blocos	2	38514104.29 ^{ns}	7502933.32 ^{ns}	6163926.26 ^{ns}	23044188.14 ^{ns}
Irrigação (I)	1	830609004.17*	43678731.47 ^{ns}	13860424.07 ^{ns}	153289757000.00 ^{ns}
Resíduo (a)	2	18880398.79	17300534.58	11397419.71	127868575.48
Densidade(D)	3	986678930.64**	108213383.35*	177341887.92**	281677324000.00**
I x D	3	268669663.91**	21321997.11 ^{ns}	1270718.33 ^{ns}	447962240.01**
Resíduo (b)	12	22912208.86	15462457.28	15138587.06	93966377.72
CV _{parcela} (%)		18,45	54,15	52,15	29.99
CV _{subparcela} (%)		20,33	51,19	60,10	25.71
Média geral		23550,6	7681,3	6473,8	37705,8

¹ ns; *, **: não significativo; significativo a 5%; e significativo a 1%, respectivamente, pelo teste F.

Observou-se que as densidades de plantio testados com e sem irrigação, determinaram diferentes produções de biomassa nos diferentes componentes da parte aérea das plantas. Mas de uma maneira geral, verificou-se que as maiores contribuições em biomassa nos diferentes

componentes tiveram a seguinte ordem lenho>galho>folhas.(Tabela 5). Nobregá (2014) avaliando a produção da biomassa da sabiá aos 24 meses em dois métodos de cultivo no Rio Grande do Norte obteve a seguinte ordem lenho>folhas>galho. Moura et al., (2006) também verificou a mesma ordem, corroborando com os dados obtidos no presente trabalho.

Tabela 5– Médias dos componentes da parte Aérea da Sabiá distribuídas em diferentes densidades, com e sem irrigação na Sabiá. Mossoró-RN. 2018.¹

Densidades	Lenho		Galho		Folha			
	Irrigação		Irrigação		Médias	Irrigação		Médias
	Sem	Com	Sem	Com		Sem	Com	
1000	6240 Ba	6639Da	2075	2795	2435 B	2138	2510	2324 B
2000	22027 Aa	23522 Ca	5941	6251	6096 AB	3162	4629	3896 B
3000	19660 Ab	36390 Ba	9766	11218	10492 A	3935	6555	5245 B
4000	22745 Ab	51183 Aa	7548	15857	11702 A	13619	15240	14430 A
Medias			6332 a	9030 a	-	5714 a	7234 a	-

¹Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, na coluna, e pela mesma letra minúscula, na linha, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Foram verificados nos tratamentos com irrigação maiores quantidades de lenho nas densidades de 3000 e 4000 plantas/ha⁻¹ em relação à sem irrigação, as demais densidades não diferiram entre si, para a irrigação. Essa superioridade da sabiá irrigada em relação à não irrigada possivelmente é da maior disponibilidade hídrica proporcionada pela irrigação. Já em relação ao efeito das densidades a com 1000 plantas/ha⁻¹ verificou-se as menores médias para, com e sem a irrigação, já os demais espaçamentos não diferiram entre si quando houve ausência da irrigação. Com a irrigação a densidade de plantio aumentou o rendimento de acordo com aumento da densidade, sendo a densidade de 4000 plantas/ha⁻¹ a que verificou um maior rendimento com 51183 kg/ha⁻¹ de lenho. Esse rendimento foi superior comparados com os obtidos por Moura et al., (2006) estudando a sabiá em dois povoamentos com idades e densidades diferentes.

Os rendimentos de ganhos e folhas foram não significativos para irrigação (Tabela 4). É provável que a época do abate tem influenciado para isso, já que foi realizado em período posterior as chuvas (Tabela 1), também é possível que a falta de detecção de diferenças entre os rendimentos com e sem irrigação estejam associadas com a precisão experimental. Como demonstra os valores relativamente elevados do coeficiente de variação obtidos (Tabela 4).

Nas densidades de plantio para o rendimento do componente ganho a densidade 2000 plantas/ha⁻¹ verificou-se intermediária com as demais densidades, e a densidade de 1000 plantas/ha⁻¹ foi verificado o menor rendimento. Na produção de folhas foi verificado que a

densidade de 4000 plantas/ha⁻¹ determinou o maior rendimento, enquanto as demais não diferiram entre si.

5 CONCLUSÕES

A realização da irrigação determinou maiores rendimentos para o componente lenho da biomassa seca da parte aérea da sabiá.

O aumento da densidade de plantio apresentou relação direta com a produção de biomassa e volume da madeira, ou seja, os espaçamentos mais adensados proporcionaram maiores quantidades de biomassa e volume de madeira que os espaçamentos menos adensados.

A irrigação e densidade de plantio não influenciaram na distribuição da biomassa seca dos diferentes componentes arbóreos que são distribuídos na seguinte ordem: lenho > galhos > folhas.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, A. G.; COSTA, G. S.; FARIA, S. M. Decomposição e deposição da serapilheira em povoamentos de *Mimosa Caesalpiniiifolia*, *Acacia mangium* e *Acácia holosericea* com quatro anos de idade em Planossolo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, n. 4, p. 777-785, 2000.
- ARAÚJO, L. V.; LEITE, J. A.; PAES, J. B. Estimativa da produção de biomassa de um povoamento de jurema-preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poiret. com cinco anos de idade. **Biomassa & Energia**, Viçosa, v. 1, n. 4, p. 347-352, 2004
- 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.
- BARTLETT, M.S. Some examples of statistical methods of research in agriculture and applied biology. **Journal of the Royal Statistical Society**. v. 4, n. 1, p. 137-183, 1937.
- BARTOM, C. V. M.; MONTAGU, K. D. Effect of spacing and water availability on root:shoot ratio in *Eucalyptus camaldulensis*. **Forest Ecology and Management**, v. 221, n. 1, p. 252-262, 2006.
- BRAGA, R. **Plantas do nordeste, especialmente do Ceará**. 3 ed. Mossoró: ESAM, 1976, 540p. (Coleção Mossoroense, 42).
- CARMO FILHO, F. do & OLIVEIRA, O. F. **Mossoró: um município do semi-árido nordestino**. Mossoró, Fundação Guimarães Duque/ESAM, 1989. 62 p. (Coleção Mossoroense, Série B, 672).
- COBB, W.R.; WILL, R.E.; DANIELS, R.F.; JACOBSON, M.A. Aboveground biomass and nitrogen in four short-rotation woody crop species growing with different water and nutrients availabilities. **Forest Ecology and Management**, v.255, n.12, p.4032-4039, 2008.
- COSTA, G. S.; FRANCO, A. A.; DAMASCENO, R. N.; FARIA, S. M. Aporte de nutrientes pela serapilheira em uma área degradada e revegetada com leguminosas arbóreas. **Revista Brasileira da Ciência do Solo**, Viçosa, v.28, n.5, p.919-927, set./out. 2004.
- COSTA, M.G. **O Sábia (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.)**. Areia: UFPB/CCA, 1983. 16p. (Boletim Técnico, n.4).
- COYLE, D.R.; COLEMAN, M.D. Forest production responses to irrigation and fertilization are not explained by shifts in allocation. **Forest Ecology and Management**, v. 208, p.137-152, 2005.
- DRIESSCHE, V. R.; RUDO, W.; MARTENS, L. Effect of fertilization and irrigation on growth of aspen (*Populus termuloides*). **Forest Ecology and Management**, v. 186, n. 1-3, p.381-389, 2003.

DRUMOND, M. A.; PIRES, I. E.; OLIVEIRA, V. R.; OLIVEIRA, A. R.; ALVAREZ, I. A. Produção e distribuição de biomassa de espécies arbóreas no Nordeste brasileiro. **Revista Árvore**, v. 32, n. 4, p. 665-669, 2008.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa do Solo. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Serviço de Produção de Informação, 1999. 412p

FAO. **State of the world's forests**. Rome, 1988. 179p

FERREIRA, D. F. **SISVAR – Programa estatístico**. Versão 5.3 (Build 75). Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2010.

GRANT, J. C.; NICHOLS, J. D.; PELLETIER, M. C.; GLENCROSS, K.; BELL, R. Five year results from a mixed-species spacing trial with six subtropical rainforest tree species. **Forest Ecology and Management**, v. 233, n. 2-3, p. 309-314, 2006.

HUMMEL, S. Height, diameter and crown dimensions of *Cordia alliodora* associated with tree density. **Forest Ecology and Management**, v.127, p.31-40, 2000.

KHAMZINA, A.; LAMERS, J. P. A.; VLEK, P. L. G. Tree establishment under déficit irrigation on degraded agricultural land in the lower Amu Darya River region, Aral SeaBasin. **Forest Ecology and Management**, v. 255, n. 1, p. 168-178, 2008.

KÖPPEN, W. **Climatología**: con un estudio de los climas de la Tierra. Pánuco: Fondo de Cultura Económica, 1948. 478 p.

LEAL Jr., G.; SILVA, J. A.; CAMPELLO, R. C. B. **Proposta de manejo florestal sustentado do sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth)**. Crato: IBAMA, 1999. 16 p.

LEITE, F. P.; SILVA, I. R.; NOVAIS, R. F.; BARROS, N. F.; NEVES, J. C.; VILLANI, E. M. A. Nutrient relations during an Eucalyptus cycle at different populations densities. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 35, n. 3, p. 949-959, 2011.

LIMA,B.G. **Caatinga**: espécies lenhosas e herbacias. Mossoró: Editora Universitária da UFERSA,2012. 316p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 3.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2000. 351p.

MENDES, B. V. **Sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth): valiosa forrageira arbórea e produtora de madeira das caatingas**. Mossoró: ESAM, 1989. Não paginado (Coleção Mossoroense, Série 13, 660).

MINHAS, P. S.; SINGH, Y. P.; TOMAR, O. S.; GUPTA, R. K.; GUPTA, R. K. Effect of saline irrigation and its schedules on growth, biomass production and water use by *Acacia nilotica* and *Dalbergia sissoo* in a highly calcareous soil. **Journal of Arid Environment**, v.36, n. 1, p. 181-192, 1997.

MOURA, O. N.; PASSOS, M. A. A.; FERREIRA, R. L. C.; MOLICA, S. G.; LIRA JUNIOR, M. A.; LIRA, M. A.; SANTOS, M. V. F. Distribuição de biomassa e nutrientes na parte aérea de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. **Revista Árvore**, v. 30, n. 6, p. 877-844, 2006.

NASCIMENTO, P.L.O.F. **Qualidade, maturação e vida útil pós-colheita de duas cultivares de videiras produzidas sob três porta-enxertos no município de Mossoró/RN**. 124 f. Tese (Doutorado em Agronomia: Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró-RN, 2016.

NÓBREGA, C.C. **Crescimento, produção de biomassa e desrama artificial de espécies florestais em resposta ao método de cultivo em Macaíba, RN**. 35f Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Macaíba-RN, 2014

NOGUEIRA, G.S.; LEITE, H.G.; REIS, G.G.; MOREIRA, A.M. Influência do espaçamento inicial sobre a forma do fuste de árvores de *Pinus taeda* L.. **Revista Árvore**, v.32, n.5, p.855-860, 2008.

OLIVEIRA NETO, S. N.; REIS, G. G.; REIS, M. G. F.; NEVES, J. C. L. Produção e distribuição de biomassa em *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. Em resposta à adubação e ao espaçamento. **Revista Árvore**, v. 27, n. 1, p. 15-23, 2003.

PAVAN, M. A.; CHAVES, J. C. D.; SIQUEIRA, R.; FILHO, A. A.; FILHO, A. C.; BALOTA, E. L. High coffee population density to improve fertility of an oxisol. Pesquisa **Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 3, p. 459-465, 1999.

PLAUBORG, K. U. Analysis of radial growth responses to changes in stand density for four tree species. **Forest Ecology and Management**, v.188, p.65-75, 2004.

RANGEL, O. J. P.; SILVA, C. A.; GUIMARÃES, T. G.; MELO, L. C. A.; OLIVEIRA JÚNIOR, A. C. Carbono orgânico e nitrogênio total do solo e suas relações com os espaçamentos de plantio de cafeeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.2051-2059, 2008.

RIBASKI, J.; LIMA, P.C.F.; OLIVEIRA, V.R.; DRUMOND, M.A. **Sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia*): árvore de múltiplo uso no Brasil**. Colombo, Embrapa Florestas, 2003. 4p. (Comunicado Técnico 104).

RIZZINI, C. T.; MORS, W. B. **Botânica econômica brasileira**. São Paulo: EPU, EDUSP, 1976. 235 p.

RONDON, E.V. Estudo de biomassa de *Tectona grandis* L.f. sob diferentes espaçamentos no estado de Mato Grosso. **Revista Árvore**, v.30, n.3, p.337-341, 2006.

SANTOS, C. A. F.; OLIVEIRA, V. R.; KIILL, L. H. P.; SÁ, I. I. S. Variabilidade genética, com base em marcadores RAPD, de três espécies arbóreas ameaçadas de extinção no semi-árido brasileiro. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 74, n.1, p. 37-44, 2007.

SAS Institute Inc. 2002-2003. **Statistical analysis system**. Release 9.1. (Software). Cary. USA.

SCHNEIDER, P. R. **Introdução ao manejo florestal**. Santa Maria: UFSM; CEPEF; FATEC, 1993. 348 p.

SHAPIRO, S.S. & WILK, M.B. An analysis of variance test for normality (complete samples). **Biometrika**, Oxdord. 52:591–611, 1965.

SILVA, K.E.F. **Deposição e composição da serrapilheira da sabiá submetida a densidades de plantio e irrigação**. 31f. Monografia (Graduação em Agronomia). Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró-RN. 2013.

SILVA, P.S.L; DIAS, P.C; OLIVEIRA, R.O. **Potencial da sabiá como cultura do semiárido**. Mossoró: Editora Universitária da UFERSA,2015. 264p.

SIQUEIRA, P.L.DE.O.F.; SILVA, PAULO, S. L. E.; SILVA, K.E.F.; OLIVEIRA, V.R. DE.; DANTAS, I.M.; OLIVEIRA, F.H.T.DE. Soil fertility beneath the crown of tree species submitted to planting densities. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Sept 2014, vol.18, no.9, p.914-919. ISSN 1415-4366.

STAPE, J. L.; BINKLEY, D.; RYAN, M. G. Eucalyptus production and the supply, use and efficiency of use of water, light and nitrogen across a geographic gradient in Brazil. **Forest Ecology and Management**. v. 193, n. 1-2, p. 17-31, 2004.

SUASSUNA, J. **Efeitos da associação da Sábida (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.) no comportamento do Jacarandá (*Dalbergia nigra* Fr. Allen.) e da mata de Pernambuco**. 1982. 179f. Dissertação (Mestrado em botânica) – Universidade Federal Rural do Pernambuco, Recife, 1982.

TUKEY, J. W. One Degree of Freedom for non-additivity. **Biometrics**, v.5, p.232 – 242, 1949.

VASCONCELOS, B. **Sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.), valiosa forrageira arbórea e produtora de madeira das caatingas**. Mossoró. Escola Superior de Agricultura de Mossoró, 1989. Não paginado. (Coleção Mossoroense, 660; série 13).

WATERWORTH, R.; RAISON, R. J.; BRACK, C.; BENSON, M.; KHANNA, P.; PAUL, K. Effects of irrigation and N fertilization on growth and structure of *Pinus radiata* stands between 10 and 29 years of age. **Forest Ecology and Management**, v. 239, n. 1-3, p. 169-181, 2007.

WILL, R. E.; NARAHARI, N. V.; SHIVER, B. D.; TESKEY, R. O. Effects of planting density on canopy dynamics and stem growth for intensively managed loblolly pine stands. **Forest Ecology and Management**, v. 205, n. 1-3, p. 29-41, 2005.