



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

FRANCISCA MARTA MEDEIROS DOS SANTOS

**MANEJO DE DUAS ESPÉCIES ARBÓREAS DA CAATINGA PARA A PRODUÇÃO
DE ESTACAS E MOURÕES.**

Patos – Paraíba – Brasil

2023

FRANCISCA MARTA MEDEIROS DOS SANTOS

**MANEJO DE DUAS ESPÉCIES ARBÓREAS DA CAATINGA PARA A PRODUÇÃO
DE ESTACAS E MOURÕES.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais, da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Patos, na Área de Ecologia, Manejo e Utilização dos Recursos Florestais, como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Ciências Florestais.

Orientador: Prof. Ph.D. Olaf Andreas Bakke

Patos – Paraíba – Brasil

2023

FRANCISCA MARTA MEDEIROS DOS SANTOS

**MANEJO DE DUAS ESPÉCIES ARBÓREAS DA CAATINGA PARA A PRODUÇÃO
DE ESTACAS E MOURÕES.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, da Universidade Federal de Campina Grande, no CSTR, como parte das exigências para a obtenção do Título de MESTRE em CIÊNCIAS FLORESTAIS.

Aprovada em: 25 de agosto de 2023.

Prof. Ph.D. Olaf Andréas Bakke
Universidade Federal de Campina Grande (UAEF/CSTR/UFCG)
(Orientador)

Profª. Drª. Jvonete Alves Bakke
Universidade Federal de Campina Grande (UAEF/CSTR/UFCG)
(1ª Examinadora)

Prof. Dr. Jose Morais Pereira Filho
Universidade Federal de Campina Grande (UAMV/CSTR/UFCG)
(2º Examinador)

Patos – Paraíba – Brasil

2023

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Sistema Integrado Bibliotecas – SISTEMOTECA/UFCG

S237m

Santos, Francisca Marta Medeiros dos

Manejo de duas espécies arbóreas da caatinga para a produção de estacas e
mourões / Francisca Marta Medeiros dos Santos. – Patos, 2024.
65f.

Orientador: Olaf Andreas Bakke.

Mestrado (Dissertação) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de
Saúde e Tecnologia Rural, Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais.

1. Jurema preta. 2. Pau-ferro. 3. Controle de crescimento. I. Bakke, Olaf
Andreas, *orient.* II. Título.

CDU 636.09

Dedico ao Prof. Dr. Olaf Bakke, que em meio às turbulências da vida, me ajudou para conquistar esta vitória.

“Fazer sem saber completamente o que se faz é dar-se uma chance de descobrir, no que se faz, algo que não se sabia”.

Pierre Bourdieu

AGRADECIMENTOS

Ao Senhor do Universo, agradeço esta oportunidade que foi concedida para o meu aperfeiçoamento enquanto ser humano, de quem eu já fui e de quem eu possa ser adiante. Durante o processo de construção da minha dissertação do Mestrado em Ciências Florestais, ciclo que agora se encerra, me vi inúmeras vezes diante da desistência. Mas, estiveram comigo pessoas que me incentivaram e contribuíram para que no fim eu lograsse êxito.

Aos meus parentes queridos, minha base familiar e existencial: minha mãe Guia, meu pai Francisco e meu irmão Júnior, pelo desenrolar dos nós no laço da vida. À minha amiga/irmã Elany, que desde 2014 tem caminhado comigo academicamente e em vida. Existe um elo nos entrelaçando para sermos a calma uma da outra, no mar turbulento da vida. Minha segunda família, em especial meu companheiro David, por todo o amor, cuidado, paciência, ajuda e compreensão nos momentos de estresses durante essa jornada. Aos meus sogros, Fátima e Guedes, assim como à Marineide, que sempre torcem pelas minhas conquistas. Não poderia esquecer de Leona (animal doméstico), que proporciona leveza com sua alegria. Muito obrigada!

Aos colegas de trabalho que, quando precisei me ausentar, me deram o suporte necessário: Júlio, Davi e Vitória.

A Jose Oliveira (Neném), Ângelo, seu Antônio (Mago), seu Walter e Erik Bakke, pelas contribuições iniciais do preparo da área e do experimento.

A Thayná, pela amizade e ajuda nos momentos de dúvidas. A Arliston, pelo mapa incrível. E não posso deixar de falar dos amigos que tornaram as coletas mais leves, com suas colaborações e alegria em me ajudar. Vocês fizeram de cada coleta vivenciada um aprendizado: Leonardo, Romildo, Luciene, João Neto, Márcia e amigo/quase primo que o Mestrado me deu, Carlito. Independente do clima e da hora, me ajudaram e fizeram acontecer. Vocês são admiráveis!

Ao meu orientador, professor Dr. Olaf Bakke, que me conduziu com seus ensinamentos, me dando força e ajudando, que fez acontecer este trabalho. Mesmo diante dos desafios que havia no percurso não desisti, mesmo quando eu mesma pensei em desistir, estive em todos os momentos, orientando e dando “bronca” para que o melhor viesse a acontecer e de veras aconteceu! Sou eternamente grata!

A todos que fazem parte do PPGCF: aos professores, ao coordenador Prof. Dr. Lucineudo e ao secretário Paulo, pelas orientações administrativas. Aos membros da minha banca de qualificação/dissertação: a Prof^a Dr^a Ivonete Bakke e o Prof. Dr. José Morais, que contribuíram para a conclusão deste trabalho. Muito obrigada!

SANTOS, Francisca Marta Medeiros dos. **Manejo de duas espécies arbóreas da caatinga para a produção de estacas e mourões**. 2023. Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais. CSTR/UFCG, Patos – PB. 2023.65p.:il.

RESUMO

A exploração da Caatinga geralmente é extrativista e produtos madeireiros são obtidos pelo corte dos fustes tortuosos e bifurcados das árvores. Isto faz com que não atendam aos requisitos de diâmetro, comprimento e linearidade para uso como estacas e mourões, como acontece com a *Mimosa tenuiflora* e a *Libidibia ferrea*. Estas espécies nativas, geralmente aproveitadas para a produção de bioenergia, poderiam produzir mais estacas e mourões se o crescimento dos seus fustes fosse controlado. Exemplares destas espécies sem condução dos seus fustes foram comparados com plantas das quais os ramos foram desbastados e o crescimento do seu fuste foi direcionado por um tutor, de acordo com o delineamento em blocos casualizados com 2x2 tratamentos fatoriais (2 espécies - *M. tenuiflora* e *L. ferrea* - e 2 níveis de condução de fuste - sem e com condução de fuste) e 5 repetições. Foram analisadas a sobrevivência, os incrementos na altura das plantas (H) e no diâmetro basal do fuste (DB); o número (n) de ramos presentes nas plantas ao final de experimento ou desbastados em 17 meses no campo e a biomassa seca (MS) dos ramos removidos das plantas. A *M. tenuiflora* superou a *L. ferrea* em todas as variáveis. A condução do fuste aumentou o número de ramos emitidos e diminuiu as médias de incremento no DB. As plantas maiores de *M. tenuiflora* atingiram incrementos médios de H e de DB de 246,1 cm e 32,6 mm nas plantas não conduzidas e de 262,9 cm e 15,4 mm nas conduzidas. Em contraste, as plantas menores de *M. tenuiflora* resultaram em incrementos médios de H e de DB de 151,3 cm e 26,5 mm nas plantas não conduzidas e de 91,1 cm e 11,6 mm nas conduzidas. As plantas maiores de *L. ferrea* resultaram em incrementos médios de H e de DB de 121,9 cm e 11,6 mm nas plantas não conduzidas e de 126,8 cm e 3,2 mm nas conduzidas. Em contraste, as plantas menores de *L. ferrea* resultaram em incrementos médios para H e DB de 36,1 cm e 4,3 mm nas plantas não conduzidas e de 7,6 cm e 0,4 mm nas conduzidas. Os valores relativos às plantas maiores indicam o potencial de crescimento destas espécies, principalmente da *M. tenuiflora* e os dados das plantas menores mostram que o desbaste dos ramos deve ser evitado até que se desenvolvam e suportem melhor o estresse provocado por este tipo de manejo. Conclui-se que a *Libidibia ferrea* e, principalmente, a *Mimosa tenuiflora*, sobrevivem e têm potencial de crescimento quando o seu fuste é conduzido. As plantas maiores mantêm o crescimento em altura, aumentam a emissão de ramos e geram até 582,4 g MS/planta, porém, reduzem o incremento no diâmetro basal. Recomenda-se suspender temporariamente a condução do fuste, principalmente das plantas que ainda não atingiram 200 cm de altura após 17 meses de crescimento e monitorar o seu crescimento para determinar quando os fustes atingirão dimensões compatíveis para a sua utilização como estacas e mourões e quando retomar a condução do fuste.

Palavras-chave: jurema preta (*Mimosa tenuiflora*), pau-ferro (*Libidibia ferrea*), controle de crescimento.

SANTOS, Francisca Marta Medeiros dos. **Management of two arboreal species from the caatinga for the production of stakes and posts.** 2023. Master's thesis in Forest Sciences. 2023. Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais. CSTR/UFCG, Patos – PB. 2023.65p.:il.

ABSTRACT

The exploitation of the Caatinga is generally extractive, and timber products are obtained by cutting the twisted and bifurcated stems of trees. This results in them not meeting the requirements of diameter, length, and linearity for use as stakes and posts, as is the case with *Mimosa tenuiflora* and *Libidibia ferrea*. These native species, usually utilized for bioenergy production, could produce more stakes and posts if the growth of their stems were controlled. Specimens of these species without stem management were compared with plants from which branches were pruned, and the growth of their stems was guided by a tutor, according to a randomized complete block design with 2x2 factorial treatments (2 species - *M. tenuiflora* and *L. ferrea* - and 2 levels of stem management - without and with stem management) and 5 replications. Survival, increments in plant height (H) and basal stem diameter (DB), the number (n) of branches present on the plants at the end of the experiment or pruned in 17 months in the field, and the dry biomass (MS) of the branches removed from the plants were analyzed. *M. tenuiflora* outperformed *L. ferrea* in all variables. Stem management increased the number of branches emitted and decreased the mean increments in DB. Larger *M. tenuiflora* plants achieved average increments in H and DB of 246.1 cm and 32.6 mm in unmanaged plants and 262.9 cm and 15.4 mm in managed ones. In contrast, smaller *M. tenuiflora* plants resulted in average increments in H and DB of 151.3 cm and 26.5 mm in unmanaged plants and 91.1 cm and 11.6 mm in managed ones. Larger *L. ferrea* plants resulted in average increments in H and DB of 121.9 cm and 11.6 mm in unmanaged plants and 126.8 cm and 3.2 mm in managed ones. In contrast, smaller *L. ferrea* plants resulted in average increments in H and DB of 36.1 cm and 4.3 mm in unmanaged plants and 7.6 cm and 0.4 mm in managed ones. The values related to larger plants indicate the growth potential of these species, especially *M. tenuiflora*, and the data from smaller plants show that branch pruning should be avoided until they develop and better withstand the stress caused by this type of management. It is concluded that *Libidibia ferrea* and, mainly, *Mimosa tenuiflora* survive and have growth potential when their stems are managed. Larger plants maintain height growth, increase branch emission, and generate up to 582.4 g MS/plant, but reduce the increment in basal stem diameter. Temporary suspension of stem management is recommended, especially for plants that have not yet reached 200 cm in height after 17 months of growth, and monitoring their growth to determine when the stems will reach dimensions suitable for use as stakes and posts, and when to resume stem management.

Keywords: jurema preta (*Mimosa tenuiflora*), pau-ferro (*Libidibia ferrea*), growth control.

LISTA DE SIGLAS

χ^2	Qui-quadrado
AESA	Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba
ANOVA	Análise de variância
CV	Coefficiente de variação
DAP	Diâmetro altura do peito
DB	Incremento no diâmetro basal
FV	Fonte de variação
GL	Número de graus de liberdade
H	Incremento na altura
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
JP	Jurema preta
Log	Logaritmo decimal
MF	Biomassa fresca
MS	Biomassa seca
NUPEÁRIDO	Núcleo de Pesquisa para o Semiárido
p	Nível de significância pelo teste de χ^2 ou pelo teste F da ANOVA.
PF	Pau-ferro
QM	Quadrado médio
T1	Jurema preta sem condução do fuste
T2	Jurema preta com condução do fuste
T3	Pau-ferro sem condução do fuste
T4	Pau-ferro com condução do fuste
UFCG	Universidade Federal de Campina Grande

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Imagem de satélite do perímetro da Fazenda NUPEÁRIDO, Patos-PB, Brasil. ...	22
Figura 2 - Precipitação (mm) e médias de temperatura máxima e mínima (°C) mensais, entre janeiro de 2022 e maio de 2023, Patos-PB, Brasil.	23
Figura 3 - (A) Preparação e coleta do solo em dezembro de 2021 e (B) croqui demonstrativo das covas de cada parcela que tiveram o solo amostrado, Patos-PB, Brasil.	24
Figura 4 - (A) Retirada das sementes do interior dos frutos do pau-ferro realizado pela maceração dos frutos com um martelo. Ilustração das fases do tratamento de uniformização da germinação das sementes de jurema preta – (B) água fervente após desligamento da fonte de calor e (C) choque térmico das sementes com água corrente em temperatura ambiente – e de pau-ferro – (D) imersão em água à temperatura ambiente por 30 minutos, Patos-PB, Brasil.	26
Figura 5 –Produção das mudas: (A) esterco bovino com terra de subsolo; (B) tubetes de 300cc com sementes recobertas de substrato; (C) sementes germinadas após 15 dias da semeadura; (D) esterco/subsolo nos sacos de polietileno 2 litros; (E&F) mudas foram transferidas para saco, Patos-PB, Brasil.	27
Figura 6 - (A, B & C) Preparo da área experimental com roçadeira acoplada a trator, (D) abertura das covas manualmente.	27
Figura 7 - Médias de altura da jurema preta (JP) e do pau-ferro (PF) sem e com condução de fuste, entre janeiro de 2022 e maio de 2023, Patos-PB, Brasil.	35
Figura 8 - Médias de diâmetro basal da jurema preta (JP) e do pau-ferro (PF) sem e com condução de fuste, entre janeiro de 2022 e maio de 2023, Patos-PB, Brasil.	42
Figura 9 - Médias do número de ramos de primeira ordem da jurema preta (JP) e do pau-ferro (PF) sem condução de fuste, entre janeiro de 2022 e maio de 2023, Patos-PB, Brasil.	46
Figura 10 - Médias do número de ramos desbastados mensalmente (com exceção entre agosto e dezembro de 2022) da jurema preta (JP) e do pau-ferro (PF) com condução de fuste, entre janeiro de 2022 e maio de 2023, Patos-PB, Brasil.	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Atributos físicos e químicos do solo dos blocos casualizados do experimento da condução da jurema preta e do pau-ferro, NUPEÁRIDO, Patos-PB, Brasil.....	24
Tabela 2 – Número de indivíduos sobreviventes e mortos após 17 meses do plantio no campo, de acordo com os tratamentos: jurema preta sem (T1) e com (T2) condução de fuste e pau-ferro sem (T3) e com (T4) condução de fuste, entre janeiro de 2022 e maio de 2023, Patos-PB, Brasil.	32
Tabela 3 - Resultados das análises de variância dos incrementos na altura (H , $H_{\text{remanescentes}}$, $H_{3\text{maiores}}$ e $H_{3\text{menores}}$) ^a da jurema preta e do pau-ferro, entre janeiro de 2022 e maio de 2023, Patos-PB, Brasil.....	37
Tabela 4 - Médias do incremento na altura (H , $H_{\text{remanescentes}}$, $H_{3\text{maiores}}$ e $H_{3\text{menores}}$) ⁽¹⁾ da jurema preta (JP) e do pau-ferro (PF), entre janeiro de 2022 e maio de 2023, Patos-PB, Brasil.	37
Tabela 5 - Resultados das análises de variância dos incrementos no diâmetro basal (DB , $DB_{\text{remanescentes}}$, $DB_{3\text{maiores}}$ e $DB_{3\text{menores}}$) ^a da jurema preta e do pau-ferro, entre janeiro de 2022 e maio de 2023, em Patos-PB, Brasil.	40
Tabela 6 - Médias do incremento no diâmetro basal (DB , $DB_{\text{remanescentes}}$, $DB_{3\text{maiores}}$ e $DB_{3\text{menores}}$) ⁽¹⁾ da jurema preta (JP) e do pau-ferro (PF), entre janeiro de 2022 e maio de 2023, Patos-PB, Brasil.....	41
Tabela 7 - Número de ramos de primeira ordem da jurema preta (JP) e do pau-ferro (PF) sem condução do fuste, em maio de 2023, 17 meses após o plantio no campo, entre janeiro de 2022 e maio de 2023, Patos-PB, Brasil.	45
Tabela 8 - Número total de ramos desbastados da jurema preta (JP) e do pau-ferro (PF) com condução do fuste entre o segundo e o décimo sétimo mês após o plantio para o campo, entre janeiro de 2022 e maio de 2023, Patos-PB, Brasil.....	47
Tabela 9 -Resultados das análises de variância da biomassa seca (MS , $MS_{\text{remanescentes}}$, $MS_{3\text{maiores}}$ e $MS_{3\text{menores}}$) ^a da jurema preta e do pau-ferro, entre janeiro de 2022 e maio de 2023, Patos-PB, Brasil.....	49
Tabela 10 - Médias da biomassa seca (MS , $MS_{\text{remanescentes}}$ e $MS_{3\text{maiores}}$ e $MS_{3\text{menores}}$) ⁽¹⁾ obtida da condução e do desbaste dos ramos da jurema preta (JP) e do pau-ferro (PF) em 11 datas, entre fevereiro de 2022 e maio de 2023, Patos-PB, Brasil.....	49

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1 REGIÃO SEMIÁRIDA.....	16
2.2 A CAATINGA E A AÇÃO DO HOMEM NO BIOMA.....	16
2.3 PRINCIPAIS ESPÉCIES ARBÓREAS	18
2.4 ESPÉCIES ESTUDADAS.....	18
2.4.1 Jurema preta – <i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poiret	18
2.4.2 Pau-ferro –<i>Libidibia ferrea</i> (Mart. ex. Tul.) L. P. Queiroz	19
2.5 MANEJO DA CAATINGA PARA A PRODUÇÃO DE LENHA, ESTACAS E MOURÕES.....	20
3 MATERIAIS E MÉTODOS	22
3.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DO ESTUDO	22
3.2 COLETA E PROCESSAMENTO DAS SEMENTES E PRODUÇÃO DAS MUDAS DO EXPERIMENTO	25
3.3 PREPARO DA ÁREA EXPERIMENTAL.....	27
3.4 PLANTIO, REPLANTIO, IRRIGAÇÃO DAS MUDAS E REBAIXAMENTO DA VEGETAÇÃO HERBÁCEA	28
3.5 VARIÁVEIS CONSIDERADAS E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO.....	28
3.6 DELINEAMENTO E TRATAMENTOS EXPERIMENTAIS.....	30
3.7 ANÁLISE DOS DADOS E NÍVEL DE SIGNIFICÂNCIA.....	31
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
4.1 SOBREVIVÊNCIA	32
4.2 ALTURA	34
4.3 DIÂMETRO BASAL	40
4.4 NÚMERO DE RAMOS	44
4.5 BIOMASSA SECA	49
5 CONCLUSÕES	52
RECOMENDAÇÕES	53
REFERÊNCIAS	54

1 INTRODUÇÃO

A vegetação de caatinga recobre 912.529 km² da região semiárida no nordeste do Brasil e se estende até ao norte de Minas Gerais, sendo esta, também, a denominação do bioma que abriga esta vegetação (Tabarelli *et al.*, 2018). O clima desta região é considerado o principal fator que influencia a formação do solo e a biodiversidade (Sampaio, 1995). Predominam nesta região o clima quente e seco e os solos cristalinos, sendo considerada a região semiárida a mais populosa do planeta (Conrado *et al.*, 2019). Sua vegetação é xerófila, com muitas espécies lenhosas caducifólias, que perdem suas folhas como modo de sobrevivência em períodos de escassez de água (Araújo; Sampaio; Rodal, 1995).

A vegetação da caatinga sofre a ação do homem há muito tempo. A população indígena ainda vive da coleta de seus produtos vegetais, da caça de animais silvestres e da agricultura de subsistência, caracterizada pelo desmatamento e uso temporário de pequenas porções de terra com roçados, os quais são transferidos para outro local recém desmatado quando a fertilidade do solo diminui (Souza; Souza, 2016). Estes autores realçam que após a chegada dos europeus o processo de antropização se intensificou em consequência do desmatamento para a formação de pastagens, extração de madeira e lenha e ampliação das áreas de agricultura de subsistência para atender a população crescente dos colonizadores europeus. Isto desencadeou processos de empobrecimento do solo, de degradação ambiental e de desertificação de algumas áreas da região (Evangelista, 2011).

O bioma Caatinga é rico em espécies cujos potenciais ainda são poucos conhecidos e, por esta razão, são subvalorizados e subexplorados (Scur; Gimenez; Burgel, 2020). Dentre estas, se destacam a *Mimosa tenuiflora* Willd. Poiret e a *Libidibia ferrea* (Mart. ex. Tul.) L.P. Queiroz, conhecidas por jurema preta (JP) e pau-ferro (PF), respectivamente.

A jurema preta é uma árvore pioneira, nativa da caatinga, heliófila, que atinge 7 metros de altura (H) e 30 cm de diâmetro à altura do peito (DAP) (Carvalho, 2010). Possui sistema radicular desenvolvido que permite a sua sobrevivência em solos degradados, rasos e secos e emite suas inflorescências em épocas variadas do ano, de acordo com as condições ambientais (Azevêdo *et al.*, 2012).

O pau-ferro ocorre em margens de rios temporários, embora seja encontrado em áreas abertas e secas da Caatinga, sendo útil para a recuperação de áreas degradadas (Carvalho, 2003). Este autor informa que o pau-ferro atinge 15 metros de altura, tem o tronco tortuoso, constituído de material lenhoso de alta densidade e resistência, com DAP de 10 a 40 centímetros; sua casca

é lisa, acinzentada e descamante; a floração vistosa ocorre em período variado, podendo ser aproveitada na arborização urbana.

Estas espécies têm importância ecológica, atuando na recuperação de solos degradados e áreas desmatadas; a madeira é utilizada para a produção de energia (lenha e carvão) e estacas; as folhas e frutos constituem forragem apreciada por ovinos, caprinos e bovinos; a casca é utilizada para fins medicinais, como cicatrizante e anti-inflamatória (Costa *et al.*, 2002; Biruel, Aguiar; Paula, 2007; Lenhard *et al.*, 2013). Porém, a exploração dessas espécies geralmente carece de manejo adequado e se baseia no corte da vegetação nativa, mas pode ser mais eficiente e racional caso se determine um sistema de manejo adequado.

As plantas, em geral, as espécies florestais, em particular, podem ser manejadas para diversos fins, tais como a produção de material forrageiro ou lenhoso (lenha, carvão, estacas, mourões e toras) (Araújo Filho; Carvalho, 1997). A produção de forragem visa maximizar a coleta ou o consumo de ramos finos e pouco lignificados, o que se consegue por meio do rebaixamento das plantas quando o seu fuste é cortado, permitindo o acesso dos animais à biomassa forrageira das rebrotas que se desenvolvem do toco remanescente de cada planta, enquanto o manejo para a produção de material lenhoso está diretamente relacionado ao espaçamento em que as plantas se desenvolvem, ao crescimento vertical e à lignificação dos seus fustes (Van Soest, 1994; Amaral *et al.*, 2012).

O manejo para a produção de lenha geralmente acontece em povoamentos nativos através do corte raso das diversas espécies que se desenvolvem naturalmente neste tipo de vegetação e que rebrotam após o corte raso. Nesta situação, muitas espécies arbóreas da caatinga bifurcam próximo à base do fuste principal, gerando ramos que tendem a crescer inclinados, tortuosos e com diâmetros reduzidos (Carvalho *et al.*, 2022).

Quando se deseja a produção de fustes longos e de maior calibre, além de um espaçamento maior entre plantas, pode ser necessário o desbaste dos fustes em excesso para que os remanescentes se desenvolvam e atinjam dimensões compatíveis com a sua utilização como estaca, mourão ou madeira para serraria. Neste caso, as plantas podem necessitar de condução do fuste para diminuir o número de bifurcações e favorecer o seu crescimento vertical e diamétrico (Páscoa *et al.*, 2019).

A desrama natural ocorre em variados graus e é uma característica desejável no cultivo de diversas espécies, tais como várias espécies de eucaliptos, pois induz a formação de fustes retilíneos, longos e sem nós, facilita a colheita mecanizada e maximiza a qualidade de fibras para a produção de celulose, pranchas de madeira para a confecção de móveis e a quantidade de biomassa para a extração de óleos essenciais (Wilcken *et al.*, 2008).

O manejo de sábia (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.) consiste no plantio adensado, limitando a menos de cinco ramificações por planta, promovendo o crescimento em diâmetro e altura compatíveis com a sua utilização como estacas e mourões (Carvalho *et al.*, 2004). Há plantios experimentais de JP em Limoeiro do Norte-CE da produção de lenha para uso na siderurgia, nos quais a espécie tem apresentado crescimento significativo (Associação Plantas do Nordeste, 2008).

Geralmente, a JP e o PF são explorados de maneira extensiva, permitindo o livre crescimento das plantas, o que leva à produção de biomassa constituída de material lenhoso tortuoso e de pequeno calibre, apropriado para o uso como lenha ou carvão. Acredita-se que o manejo adequado destas espécies poderia direcionar o acúmulo desse material lenhoso em poucos fustes de crescimento retilíneo e de maior diâmetro, visando a produção de estacas ou mourões. Isto poderia ser obtido pelo controle do número de fustes e o direcionamento vertical do seu crescimento.

Diante destas informações, surgem os seguintes questionamentos: 1. É válido limitar o número de fustes de jurema preta e pau-ferro a um por planta e conduzir o seu crescimento para favorecer o incremento em altura e diâmetro para valores compatíveis com a sua utilização como estacas ou mourões? 2. Quais os efeitos desta condução de fuste na sobrevivência, altura e diâmetro basal (e subsidiariamente no número de ramos e produção de biomassa dos ramos desbastados) de plantas de *Mimosa tenuiflora* e de *Libidibia ferrea* em plantios homogêneos durante os primeiros 17 meses de crescimento no campo?

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 REGIÃO SEMIÁRIDA

A região tropical semiárida do nordeste do Brasil corresponde às áreas que atendem a três critérios: precipitação ≤ 800 mm, índice de aridez de Thornthwaite $\leq 0,5$ e percentual médio de dias do ano com déficit hídrico $\geq 60\%$ (Brasil, 2005; Pereira Júnior, 2007). Considerando estes critérios, a área da região semiárida evoluiu de 2017 para 2021, respectivamente, de 1.128.697 km², distribuídos em 1.262 municípios, para 1.318.750 km² em 1.427 municípios (Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste, 2018; 2021), um acréscimo de área de 16,9%, principalmente no Estado do Maranhão, Minas Gérias e Espírito Santo (Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste, 2021).

O clima da região semiárida é marcado por temperatura elevada (média 26°C) e pela baixa precipitação anual, irregularmente distribuída no tempo e no espaço, ocasionando longos períodos de seca (Alvares *et al.*, 2013). A precipitação anual na região tende a ser prejudicada em anos em que o El Niño acontece, um fenômeno climático que se refere ao aquecimento das águas superficiais do Oceano Pacífico, tornando a climatologia da região complexa e caracterizada por baixos índices pluviométricos (Hastenrath, 2012; Cavalcanti, 2012).

A baixa precipitação acumulada anual e a sua irregularidade são fatores climáticos determinantes na formação dos solos da região semiárida. Estes, em sua maior parte, são rasos, pedregosos e arenosos devido à escassez de umidade, que diminui o intemperismo das rochas e a decomposição biológica substituída pela combustão secada, matéria orgânica do solo e às chuvas torrenciais que provocam a erosão do solo e diminuem a acumulação do material intemperizado *in loco* (Sampaio, 1995; Conrado *et al.*, 2019).

2.2 A CAATINGA E A AÇÃO DO HOMEM NO BIOMA

Usa-se o termo caatinga para se referir à vegetação e ao bioma da região tropical semiárida do nordeste do Brasil. O Bioma Caatinga se caracteriza, principalmente, pelas altas temperaturas, forte radiação solar e acentuado déficit hídrico (Mutti *et al.*, 2019). Estas condições afetam as espécies herbáceas e lenhosas da sua flora, composta de 5.034 espécies, das quais 2.694 são endêmicas (Flora e Funga do Brasil, 2023).

O estrato herbáceo é composto de muitas espécies que completam o seu ciclo de vida na curta estação úmida, que varia de três a cinco meses do ano e o estrato lenhoso é composto de espécies xerófilas que vegetam durante a estação das chuvas e perdem a maioria de suas

folhas na estação seca, dando a esta formação florestal o aspecto esbranquiçado que deu origem ao termo tupi-guarani caatinga (caa=mata + tinga=branca). Esta floresta tropical seca pode ser densa e formada de indivíduos de grande porte em áreas de solo profundo, fértil e com maior disponibilidade de água ou rala e arbustiva, em condições ambientais menos favoráveis (Chaves *et al.*, 2019; Tabarelli *et al.*, 2018).

A população indígena extrai lenha, frutos, cascas e caça, praticam a agricultura de subsistência itinerante em pequenas áreas desmatadas e impactam relativamente pouco o bioma (Andrade; Dantas, 2020). Em contraste, o colonizador europeu exerceu e exerce atividades pecuárias e agrícolas mais impactantes para o ambiente. Destas atividades, resultaram a diminuição da área com a presença de espécies lenhosas e a exposição de extensos trechos com solos expostos à forte radiação solar e às chuvas torrenciais de alto poder erosivo, diminuindo o potencial de produção do solo, devido ao processos de degradação ambiental (Souza; Suertegaray; Lima, 2009). Basicamente, a degradação ambiental da região semiárida resulta do uso de seus recursos florestais sem manejo adequado e, dependendo do grau da exploração, pode desencadear processos de desertificação e impactar extensas áreas, a exemplo do que ocorre em Cabaceiras-PB e Gilbués-PI (Santos *et al.*, 2011).

Estudos têm demonstrado a importância de diversas espécies para a exploração de madeira, como o *Croton sonderianus* Müll. Arg. (marmeleiro), a *Mimosa caesalpinifolia* Benth. (sabiá), a *Myracrodruon urundeuva* M. Allemão (aroeira), a *Caesalpinia pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz (catingueira) e a *Schinopsis brasiliensis* Engl. (baraúna). Estas espécies podem ser utilizadas para a produção de bioenergia, madeira para serraria, forragem ou remédios, porém, são exploradas sem um manejo específico que atenda as demandas de cada espécie (Santos *et al.*, 2020; Sales *et al.*, 2019; Lira *et al.*, 2019; Souza *et al.*, 2018; Diógenes; Martins; Martins, 2013; Carvalho *et al.*, 2004).

Segundo a portaria do IBAMA nº 37/1992, a aroeira e a baraúna estão ameaçadas de extinção (Brasil, 1992; 2018) e a exploração de exemplares nativos é proibida. A superexploração destas espécies ocorreu devido à qualidade de sua madeira (alta densidade e durabilidade natural), muito utilizada para a construção civil e a fabricação de móveis (Gonzaga *et al.*, 2003; Carvalho, 2009). A ausência destas e de outras espécies nativas provoca uma lacuna na fisionomia que pode descaracterizar o clímax e as propriedades ecológicas da vegetação.

A utilização sustentável dos recursos naturais nesta região deve manter o estrato lenhoso no sistema de produção. Neste sentido, lenha, estacas e mourões devem ser considerados nestes sistemas e várias espécies, tais como a JP e o PF, se destacam como produtoras de material lenhoso de menor dimensão.

2.3 PRINCIPAIS ESPÉCIES ARBÓREAS

Há várias espécies lenhosas da vegetação da caatinga que são exploradas tendo em vista o seu aproveitamento para lenha, carvão, estacas, mourões, remédios, assim como para utilização na construção civil e fabricação de móveis, de acordo com as suas características de crescimento e densidade da madeira. Dentre elas, temos a *M. caesalpinifolia* (sabiá) e a *Schinopsis brasiliensis* (baraúna-do-sertão), que atingem 10 e 15 metros de altura, respectivamente. Produzem madeira com densidade entre 0,86 e 1,23 g.cm⁻³, durável e que pode ser utilizada como varas, estacas, mourões, vigas, tábuas e bioenergéticos na forma de álcool combustível, lenha e carvão (Carvalho, 2006; Carvalho, 2008). Há espécies que possuem madeira leve, a exemplo da *Commiphora leptophloeos* descritores (umburana) e da *Spondias tuberosa* descritores (umbuzeiro), com densidade entre 0,43 g.cm⁻³ e 0,49 g.cm⁻³ (Carvalho, 2008; Lima *et al.*, 2012). Estes autores informam que a madeira da umburana se presta à fabricação de móveis leves e barris para armazenamento de cachaça. Suas folhas são consideradas forrageiras, seus frutos e túberas são comestíveis e, justamente por suas túberas alimentícias, esta espécie endêmica da caatinga é explorada excessivamente, fato que resultou na sua inclusão na lista das espécies vulneráveis do bioma.

As Fabaceae do gênero *Mimosa* contam com 490 a 510 espécies, distribuídas em regiões tropicais e subtropicais do México à Argentina. No Brasil, esse gênero contém o maior número de espécies dentre as Fabaceae da Caatinga (Queiroz, 2009), a exemplo da *M. ophthalmocentra* Mart. ex. Benth., a *M. acutistipula* (Mart.) Benth., a *M. caesalpinifolia*, a *M. arenosa* (Willd.) Poir., a *M. verrucosa* Benth. e a *M. tenuiflora* (Almeida *et al.*, 2006; Agra; Freitas; Barbosa-Filho, 2007, Agra *et al.*, 2008), além da *Libidia ferrea*, muito apreciada pela sua madeira de alta densidade.

2.4 ESPÉCIES ESTUDADAS

2.4.1 Jurema preta – *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poiret

Esta Fabaceae lenhosa atinge 5m de altura, mas assume porte arbustivo em terrenos secos e de solos rasos; sua copa é aberta, os ramos jovens apresentam acúleos e pelos viscosos; o caule pode ser ereto a levemente inclinado, mas geralmente apresenta-se inclinado e ramificado, com casca de coloração escura, rugosa e com fissuras longitudinais. Suas folhas forrageiras são compostas, alternas, bipinadas; as flores são melíferas, tetrâmeras e se agrupam em espigas brancas cremosas; os frutos são secos, deiscentes e,

quando atingem o estado de maturação, caem ao solo sob a ação dos ventos e seus artículos se separam de acordo com a característica do fruto; as sementes são ovoides, com coloração castanha a marrom (Costa *et al.*, 2002; Lorenzi, 1998; Queiroz, 2009). As sementes germinam no início da estação chuvosa seguinte à dispersão, apesar de parte delas apresentar dormência e permanecer viável no banco de sementes por até dois anos (Sales *et al.*, 2019).

A JP é utilizada para a construção de pequenas estruturas e móveis, assim como para a produção de estacas (Costa *et al.*, 2002; Lorenzi, 1998); a densidade da sua madeira varia de 0,91 a 0,96 g.cm⁻³ e é utilizada em construções rurais rústicas e na produção de lenha e carvão de alto poder calorífico (Oliveira *et al.*, 2006); sua casca é rica em taninos apropriados para a curtição de peles (Paes *et al.*, 2010) e para a produção de adesivo tanino formaldeído (Azevêdo *et al.*, 2015).

É considerada a espécie de maior uso na medicina popular na região Nordeste (Albuquerque, 2002): trata acne, queimaduras, inflamações, úlceras externas, dentre outras indicações (Agra *et al.*, 2008). A casca externa é a parte mais utilizada na medicina popular: após infusão, o extrato resultante é utilizado na lavagem de ferimentos e controle de infecções associadas, bem como em gargarejos para combater infecções na garganta e pequenas erupções na cavidade bucal, podendo ser ingerido para a eliminação de parasitas (Silva, 2019). Esta casca pode ser seca e moída, aplicada eficazmente em queimaduras e ferimentos em geral (Pordeus Júnior, 2014).

A JP é indicada para as fases iniciais de reflorestamentos e recuperação de áreas degradadas por ser rústica e apresentar crescimento significativo em sítios antropizados (Figueiredo *et al.*, 2012; Lima *et al.*, 2015; Maia, 2004). Mattos *et al.* (2012) observaram um incremento médio anual na altura de JP de 1,06 cm e estimaram um ciclo de corte para a produção de lenha ou carvão de no mínimo 6 anos, em função do manejo e das condições ambientais. Seus ramos finos e frutos secos são consumidos por caprinos, ovinos e bovinos, constituindo valioso alimento na época seca do ano (Leite; Viana, 1986; Bezerra *et al.*, 2011).

2.4.2 Pau-ferro –*Libidibia ferrea* (Mart. ex. Tul.) L. P. Queiroz

Esta Fabaceae, popularmente conhecida por pau-ferro (PF) ou jucá, é uma espécie arbórea que atinge 15 metros de altura em matas mais preservadas, com fuste(s) apresentando diâmetro à altura do peito (DAP), entre 10 cm e 30 cm, bem ramificado(s), formando uma copa arredondada, aberta e ampla; sua casca é lisa e acinzentada com manchas irregulares que surgem de sua descamação; sua madeira é dura e pesada, com densidade entre 0,99 a 1,27 g.cm⁻³

³, seu cerne escuro é distinto do alburno claro (Carvalho, 2003; Câmara *et al.*, 2008; Silva *et al.*, 2011). Segundo estes autores, esta madeira é considerada uma das mais densas e de maior durabilidade natural dentre as espécies da caatinga; é utilizada na construção civil e na fabricação de móveis, cabos de ferramentas, carvão e pode ser aproveitada na fabricação de álcool combustível.

Tem potencial ornamental, pois apresenta copa arredondada apropriada para a arborização de ruas e avenidas (Silva *et al.*, 2011). É uma árvore de folhas alternas, compostas, com o pecíolo verde claro e com glândulas, que renova sua folhagem nos meses de outubro e novembro e sua floração ocorre durante a estação chuvosa ou na transição entre esta e a seca (Galdino; Mesquita; Ferraz, 2007). De acordo com esses autores, suas flores se aglomeram em espigas terminais do tipo panícula, composta de flores hermafroditas de coloração amarelo ouro, vistosas e com pétalas listradas na parte interna, que dão origem a vários frutos por panícula. Seu fruto é seco, do tipo legume, verde quando imaturo e marrom na fase de maturação, indeiscente, oblongo, levemente achatado e sinuoso, com base e ápice arredondados, porém, com uma estrutura pontiaguda em seu ápice. Apresenta sementes com germinação desuniforme, devido ao tegumento impermeável e duro que dificulta a absorção de água. Essa dormência é quebrada quando passa pelo trato intestinal dos ruminantes ou após leve escarificação manual com lixa fina ou escarificação química com ácido sulfúrico concentrado (H₂SO₄) (Brasil, 2009; Santana *et al.*, 2011; Siqueira Filho *et al.*, 2013).

O PF apresenta um grande potencial econômico: suas folhas e frutos possuem alto potencial forrageiro para ovinos e caprinos, com a vantagem de manter suas folhas total ou parcialmente ao longo do ano e produzir seus frutos na estação seca (Silva *et al.*, 2011). Da sua casca obtém-se expectorante, do fruto produz-se xarope contra tosse, irritação na garganta e diabetes e das folhas, fruto e raízes prepara-se um chá antidiarreico (Câmara *et al.*, 2008).

2.5 MANEJO DA CAATINGA PARA A PRODUÇÃO DE LENHA, ESTACAS E MOURÕES

O fuste de várias espécies nativas da caatinga é utilizado como estacas e mourões, tais como a rama-de-boi (*Acacia piauhiensis* Benth.), a aroreira (*Astronium urundeuva* (M. Allemão) Engl.) e o angico (*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan.) (Silva *et al.*, 2021; Batista *et al.*, 2020) consideram o pau-branco (*Auxemma oncocalyx* (Fr. All.) Taub.), a jurema-de-embira (*Mimosa ophthalmocentra* Mart. ex Benth.), o pereiro (*Aspidosperma pyriforme* Mart.), o sabiá (*M. caesalpiniifolia*) e a jurema preta (*M. tenuiflora*) apropriadas para a produção de estacas, mourões, lenha e carvão, atingindo DAP entre 8 e 12 cm em povoamentos

nativos sem manejo. O manejo de espécies arbóreas pode ser direcionado para a produção de estacas e mourões, à semelhança do que se realiza no ambiente urbano, quando o número e o crescimento dos seus fustes são controlados de modo que cresçam retilíneos e sem bifurcação até determinada altura com o auxílio de um tutor (Lorenzi, 1998; Soares; Pellizzaro, 2019). Isto permite o desenvolvimento da copa a partir de altura compatível com a trânsito de carros e pedestres. Porém, o desenvolvimento da copa, assim como o diâmetro do fuste e a altura da planta, pode ser afetado pela ausência de chuvas no período de estiagem, fazendo a planta direcionar as reservas de carboidratos para as suas raízes, reduzindo o desenvolvimento da parte aérea (Taiz & Zeiger, 2002). Quanto mais a planta se desenvolver em diâmetro e altura, favorecerá a produção de estacas e mourões.

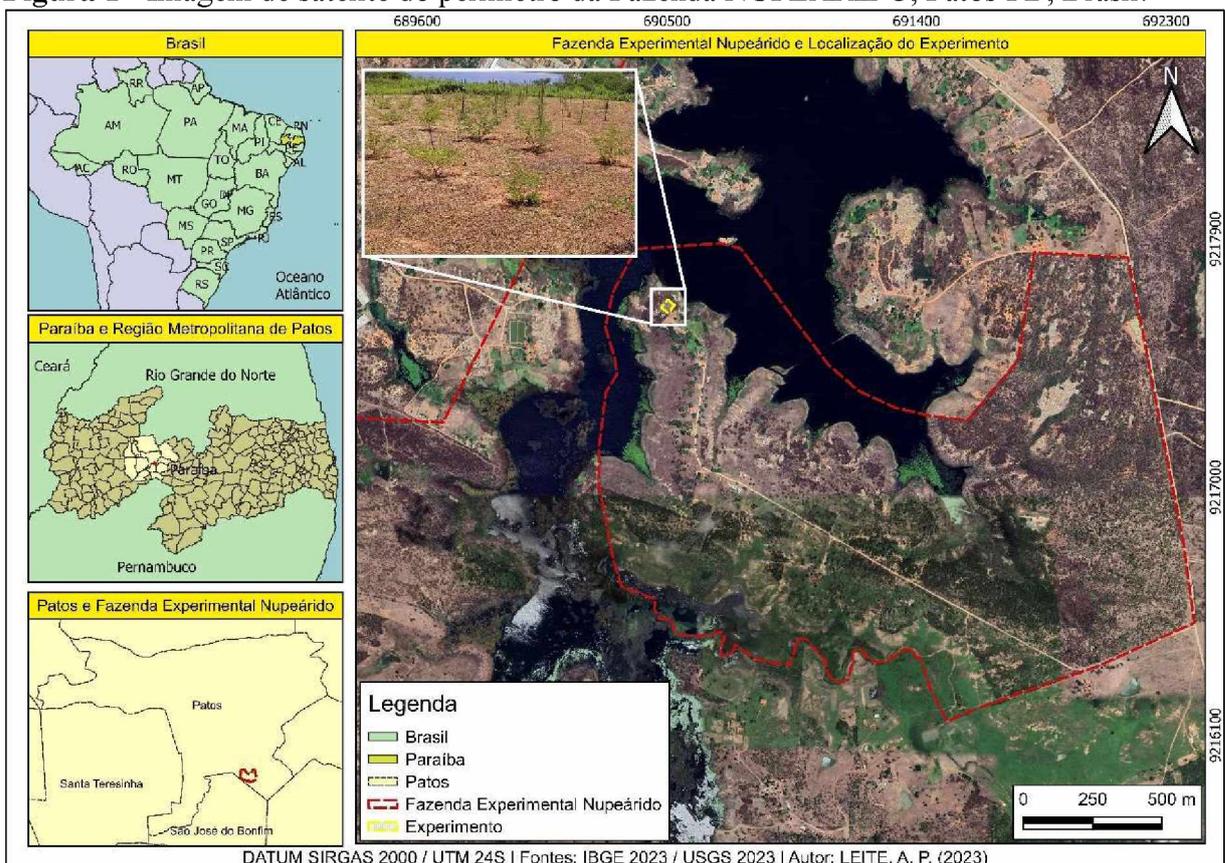
É comum que os indivíduos de JP e de PF encontrados em povoamentos nativos sejam explorados para a obtenção de material lenhoso para fins energéticos e os poucos fustes retilíneos de maior calibre sejam aproveitados como estacas e mourões (Quirino *et al.*, 2005; Lima Júnior *et al.*, 2014; Oliveira, *et al.*, 2006). Provavelmente, exemplares plantados destas espécies podem, à semelhança do que é realizado na arborização urbana, ter seus fustes manejados para aumentar a produção de estacas e mourões. Há relatos de plantios de JP e PF em covas enriquecidas com esterco e fertilizantes, utilizando-se de espaçamentos adensados: 1 m x 1 m, 2 m x 1 m ou 2 m x 2 m (Bakke *et al.*, 2007; Figueiredo *et al.*, 2012; Jesus *et al.*, 2017), as quais atingem, respectivamente, altura média de 250,5 cm em 25 meses e de 12 cm em 180 dias. Em plantios destas espécies, o manejo poderia consistir no controle do número de fustes (por exemplo, 1 fuste/planta) e no direcionamento vertical do seu crescimento por um tutor posicionado ao lado de cada planta, até atingir altura e diâmetro compatíveis com sua utilização como estaca ou mourão.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DO ESTUDO

O experimento foi conduzido na Fazenda NUPEÁRIDO (Núcleo de Pesquisa para o Semiárido) (Figura 1), pertencente à Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), localizada a 6 km ao sul da sede do município de Patos-PB, Brasil, nas coordenadas geográficas 07°05'10" S e 37°15'43" W (Bakke, 2005). O clima da região é caracterizado como sendo BSh, de acordo com a classificação de Köppen (Francisco *et al.*, 2015). Esta fazenda está inserida na região tropical semiárida do nordeste do Brasil, caracterizada por precipitação anual abaixo de 800mm, principalmente entre janeiro e abril, distribuída irregularmente no tempo e no espaço e pouca ou nenhuma precipitação entre agosto e novembro (Francisco; Santos, 2017).

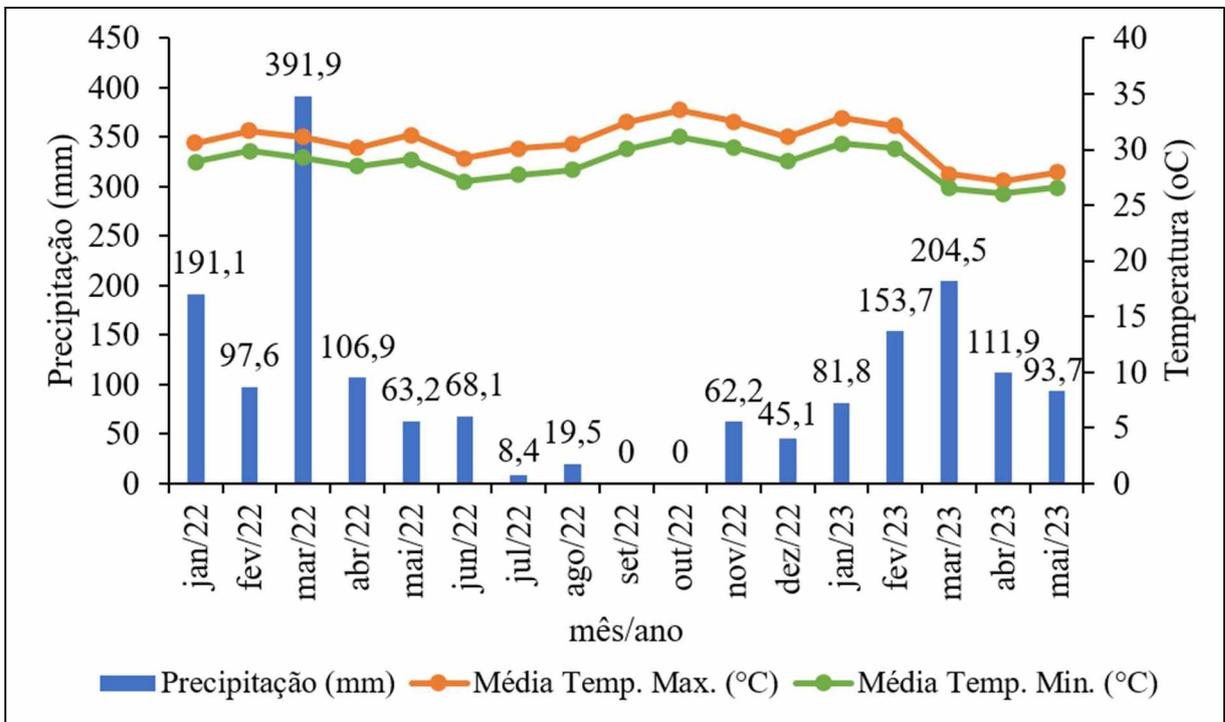
Figura 1 - Imagem de satélite do perímetro da Fazenda NUPEÁRIDO, Patos-PB, Brasil.



A precipitação mensal na Fazenda NUPEARIDO entre janeiro de 2022 e maio de 2023 variou de 0 a 391,9 mm e se concentrou entre janeiro e abril de cada ano. Observou-se precipitação significativa entre novembro de 2022 (62,2 mm) e maio de 2023, com os maiores índices em março de 2022 (391,9 mm) e março de 2023 (204,5 mm), enquanto nos demais meses do ano as chuvas foram escassas (Figura 2). A precipitação totalizou 1.054 e 645,6 mm

em 2022 e entre janeiro e maio de 2023, respectivamente. A temperatura média mínima e máxima mensal variou entre 26,0 e 27,2 °C e entre 33,5 e 31,1 °C, respectivamente.

Figura 2 - Precipitação (mm) e médias de temperatura máxima e mínima (°C) mensais, entre janeiro de 2022 e maio de 2023, Patos-PB, Brasil.



Fonte: INMET (2023); AESA, (2023).

A coleta das amostras do solo para análises física e química ocorreu em dezembro de 2021, no momento da abertura das covas para o plantio. Foram coletadas amostras de solo de cada bloco que resultaram nos dados (Figura 3).

Figura 3 - (A) Preparação e coleta do solo em dezembro de 2021 e (B) croqui demonstrativo das covas de cada parcela que tiveram o solo amostrado, Patos-PB, Brasil.



Fonte: Dados da pesquisa, 2021.

Cada amostra de solo foi acondicionada em sacos plásticos identificados (tratamento, bloco, parcela e cova. Posteriormente, foram misturadas todas as amostras de cada um dos 5 blocos formando uma única amostra. Estas cinco amostras de solo foram levadas para o Laboratório de Solos e Água da Universidade Federal de Campina Grande – *Campus Patos*, processadas e analisadas quanto aos atributos físico e químico (Tabela 1), os quais caracterizaram o solo como Planossolo, franco arenoso (percentual de areia > 700 g.kg⁻¹ de solo) levemente ácido (5,8 < pH < 6,1) e com teores de nutrientes (P, Ca, Mg, K, Na, H+Al, T e V) considerados adequados para a maioria das espécies perenes, segundo os padrões de Prezotti e Guarçoni (2013).

Tabela 1 - Atributos físicos e químicos do solo dos blocos casualizados do experimento da condução da jurema preta e do pau-ferro, NUPEÁRIDO, Patos-PB, Brasil.

Bloco	pH CaCl ₂ 0,01M	P mg.dm ⁻³	Atributos químicos							
			Ca	Mg	K	Na	H+Al	T	V %	
			-----				cmol _c .dm ⁻³		-----	
01	5,8	33,2	5,2	2,6	0,30	0,12	1,5	9,72	84,6	
02	6,1	20,2	5,8	2,2	0,31	0,14	1,3	9,75	86,7	
03	6,1	20,9	5,0	2,4	0,36	0,15	1,2	9,11	86,8	
04	5,8	16,6	5,1	1,7	0,26	0,14	1,5	8,70	82,8	
05	5,8	20,6	4,8	1,2	0,32	0,14	1,6	8,06	80,1	
			Atributos físicos							
Bloco	Granulometria							Classe Textural		

	g.kg ⁻¹			
	Teor de areia	Teor de silte	Teor de argila	
01	716	143	141	Franco arenoso
02	737	127	136	Franco arenoso
03	739	132	129	Franco arenoso
04	739	131	130	Franco arenoso
05	757	108	135	Franco arenoso

Atributos químicos = pH, fósforo (P), cálcio (Ca), magnésio (Mg), potássio (K), sódio (Na), hidrogênio+ alumínio (H+AL), soma de bases (T), saturação por bases (V).

Fonte: Dados da pesquisa, 2021.

3.2 COLETA E PROCESSAMENTO DAS SEMENTES E PRODUÇÃO DAS MUDAS DO EXPERIMENTO

As mudas utilizadas no experimento foram produzidas a partir de sementes retiradas de frutos maduros coletados sobre o solo (JP) ou diretamente da copa das plantas (PF), em junho de 2021. Após a coleta e a secagem, os frutos da jurema preta foram friccionados entre as mãos e expostos a uma corrente de ar de ventilador para separar a palha das sementes. A retirada das sementes do interior dos frutos do pau-ferro foi realizada pela maceração dos frutos com um martelo. Para tanto, cada fruto foi colocado em um sulco raso presente em uma peça maciça de madeira. Este sulco mantinha apenas a parte superior do fruto exposta aos golpes do martelo, que quebravam o invólucro das sementes, permitindo a liberação das sementes (Figura 5A).

Em meados de outubro de 2021, as sementes da JP foram tratadas de acordo com o protocolo de uniformização de germinação descrito por Bakke *et al.*, (2006): imersão das sementes por 20 a 30 segundos em água quente (após fervura e desligamento da fonte de calor (Figura 5B), seguidos de choque térmico de 1 minuto em água corrente (torneira) à temperatura ambiente (Figura 5C). As sementes de PF foram tratadas de acordo com adaptação dos protocolos descritos por Santana *et al.* (2011) e Siqueira Filho *et al.* (2013): escarificação manual de cada semente com lixa para madeira (Norton 60) seguida de imersão em água de torneira à temperatura ambiente por 30 minutos (Figura 5D).

Figura 4 - (A) Retirada das sementes do interior dos frutos do pau-ferro realizado pela maceração dos frutos com um martelo. Ilustração das fases do tratamento de uniformização da germinação das sementes de jurema preta – (B) água fervente após desligamento da fonte de calor e (C) choque térmico das sementes com água corrente em temperatura ambiente – e de pau-ferro – (D) imersão em água à temperatura ambiente por 30 minutos, Patos-PB, Brasil.



Fonte: Dados da pesquisa, 2021.

Após o tratamento, as sementes foram semeadas em tubetes (3 sementes/tubete) com 300 cc de substrato composto de solo mineral e esterco (2 partes de solo e 1 de esterco bovino curtido) (v:v) (Figura 6A). Aproximadamente, 0,5 cm deste substrato foi colado sobre as 3 sementes, colocadas em cada tubete (Figura 6B). Foram produzidas 300 mudas de cada espécie, suficientes para uma seleção de uniformização das mais vigorosas para utilização no experimento (plantio e replantio no campo).

As mudas permaneceram nos tubetes em ambiente telado (tela sombrite com fator de redução solar de 50%) no Viveiro Florestal da UFCG-Campus de Patos-PB, Brasil, sob regime de irrigação automática (dois períodos diários de pulverização de 1 minuto cada). Após 15 dias da semeadura (Figura 6C), foi feito o desbaste, deixando em cada tubete apenas a muda mais vigorosa. Após o período de 45 dias no ambiente telado, a muda de cada tubete foi transferida para saco de polietileno preto de 2 L com o mesmo substrato (Figura 6D&E) e colocada em canteiros a pleno sol (Figura 6F) sob regime diário de duas irrigações manuais. As mudas permaneceram nos canteiros por 45 dias, até o plantio nas parcelas experimentais.

Figura 5–Produção das mudas: (A) esterco bovino com terra de subsolo; (B) tubetes de 300cc com sementes recobertas de substrato; (C) sementes germinadas após 15 dias da sementeira; (D) esterco/subsolo nos sacos de polietileno 2 litros; (E&F) mudas foram transferidas para saco, Patos-PB, Brasil.

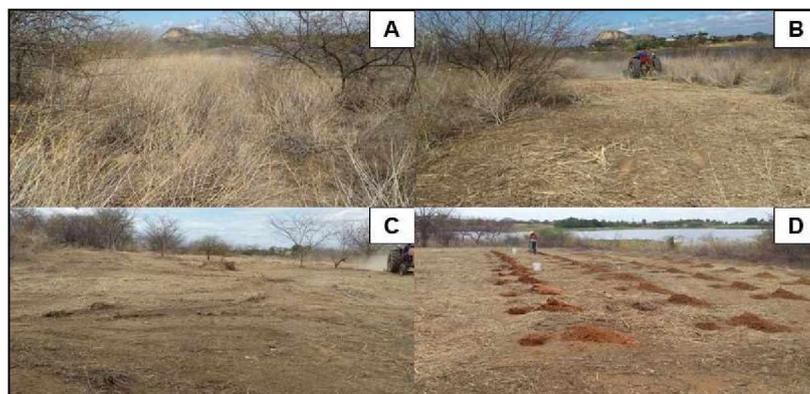


Fonte: Dados da pesquisa, 2021.

3.3 PREPARO DA ÁREA EXPERIMENTAL

Após o roço da vegetação herbácea-arbustiva da área experimental no início de dezembro de 2021, com roçadeira acoplada a trator (Figura 6A,B&C), as 20 parcelas quadradas de 81 m² e as 9 covas dispostas no espaçamento de 3 m x 3 m de cada parcela foram demarcadas. As 180 covas de 30 cm x 30 cm x 30 cm presentes nas parcelas experimentais foram abertas manualmente (Figura 6D) e o solo removido de cada cova foi enriquecido com 20 litros de esterco bovino e 50 g de fertilizante NPK Fertine EP PE5113-6 (% N total 4%, P₂O₅ 14%, K₂O 8%, Ca total 10% e S total 10%) e recolocado no interior da cova após homogeneização.

Figura 6 - (A, B & C) Preparo da área experimental com roçadeira acoplada a trator, (D) abertura das covas manualmente.



Fonte: Dados da pesquisa, 2021.

3.4 PLANTIO, REPLANTIO, IRRIGAÇÃO DAS MUDAS E REBAIXAMENTO DA VEGETAÇÃO HERBÁCEA

Nos dias 14 e 15 de janeiro de 2022 (90 dias após a semeadura), no início do período chuvoso de 2022, as mudas foram plantadas nas covas previamente preparadas. O replantio das mudas que não se estabelecerem inicialmente ocorreu apenas em 2022, aos 15, 30, 45 e 60 dias após o plantio.

Cada cova recebeu 10 litros de água nos dias 05 de fevereiro e 01 de março de 2022 (Figura 7A), tendo em vista o déficit hídrico observado no período. A vegetação herbácea foi rebaixada com aparador de grama de fio de nylon em abril e junho de 2022 e em janeiro e abril de 2023 para diminuir a competição das plantas herbáceas nativas (Figura 7B&C).

Figura 7 – (A) Irrigação das mudas e (B) aspecto geral e do(C) rebaixamento da vegetação herbácea



Fonte: Dados da pesquisa, 2021.

3.5 VARIÁVEIS CONSIDERADAS E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

O percentual de mudas sobreviventes calculado para os dados de maio de 2023 para cada tratamento experimental resultou da divisão do respectivo número de mudas remanescentes nas cinco parcelas (repetições) de cada tratamento multiplicado por 100 e dividido pelo número inicial de plantas nas parcelas, mais a quantidade de plantas replantadas nessas parcelas até março de 2022. O número inicial de plantas nas parcelas de cada tratamento foi constante e igual a 450 e a quantidade de mudas replantadas em cada parcela variou de zero a cinco.

Dados de altura (cm) e de diâmetro basal (mm) a 5 cm do solo foram coletados mensalmente entre janeiro de 2022 (no momento do plantio) até maio de 2023 (final da coleta de dados), totalizando 17 medições (Figura 8A). Considerou-se altura como sendo o comprimento do ramo mais longo de cada planta (Figura 8B) (Sales *et al.*, 2019). A altura e o diâmetro basal foram mensurados utilizando, respectivamente, vara graduada (1 cm de precisão) e paquímetro digital (0,01 m de precisão) (Figura 8C&D).

Figura 8 – Coleta de dados de altura (cm) (A&B) e de diâmetro basal (mm) (C&D) a 5 cm do solo.



Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Estes dados permitiram o cálculo dos incrementos na altura e no diâmetro basal das plantas de cada tratamento entre o início e o final do período de coleta de dados. Para este fim, os valores observados em maio de 2023 foram subtraídos dos respectivos dados coletados em janeiro de 2022. Os incrementos foram expressos em cm/parcela (H) ou mm/parcela (DB), o que desconsiderou o número diferente de plantas nas parcelas entre janeiro de 2022 e maio de 2023. Por esta razão, esses incrementos foram expressos, também, em cm/planta remanescente ($H_{\text{remanescentes}}$) ou mm/planta remanescente ($DB_{\text{remanescentes}}$), considerando os dados coletados em janeiro de 2022 e maio de 2023, mas relativos apenas às covas de cada parcela com planta sobrevivente em maio de 2023.

Alternativamente, estes incrementos foram expressos considerando os dados coletados em janeiro de 2022 e em maio de 2023 das três covas de cada parcela que abrigavam as plantas com maior altura em maio de 2023 ($H_{3\text{maiores}}$ ou $DB_{3\text{maiores}}$), para realçar o incremento de altura e diâmetro basal das maiores JP's e PF's após 17 meses de crescimento no campo, sem e com condução de fuste. Uma segunda alternativa exploratória considerou os dados coletados em janeiro de 2022 e em maio de 2023 das três covas de cada parcela que abrigavam as plantas com menor altura em maio de 2023 ($H_{3\text{menores}}$ ou $DB_{3\text{menores}}$), realçando o incremento de altura e diâmetro basal das menores JP's e PF's após 17 meses de crescimento no campo, para verificar se os efeitos da condução do fuste foram semelhantes nas plantas maiores e menores.

No momento da coleta mensal de dados de altura e de diâmetro basal, foi realizada a contagem dos ramos presentes em cada planta. Nas plantas sem condução de fuste, o número

de ramos equivaleu ao dos ramos que brotaram do fuste principal (ramos de primeira ordem) e que permaneceram se desenvolvendo na planta em cada momento de coleta de dados e até maio de 2023. Nas plantas com condução do fuste, este número se referiu aos ramos que surgiram nas axilas das folhas do fuste principal entre uma contagem e outra e que foram contados e desbastados mensalmente entre fevereiro e julho de 2022 e entre janeiro e maio de 2023 (os ramos não foram contados nem removidos em janeiro de 2022 - data do início do experimento - entre agosto e dezembro de 2022 – referente ao período de seca). Estes ramos permaneceram nas plantas e foram considerados na contagem de fevereiro de 2022 e de janeiro de 2023. O desbaste consistiu na remoção manual dos ramos primários observados nas axilas das folhas ao longo do fuste principal e das plantas das parcelas que receberam o tratamento de condução do fuste, porém, as folhas que deram origem aos ramos não foram removidas.

Os ramos desbastados mensalmente de fevereiro a julho de 2022 e de janeiro a maio de 2023 foram colocados em sacos de papel identificados (data, tratamento, bloco, parcela e cova), mantidos no campo em um recipiente de isopor com gelo e levados para o Laboratório de Fisiologia Vegetal da UFCG - *Campus Patos*, Brasil, para determinação da biomassa fresca (MF). Este material fresco foi seco a 65 °C por 72 horas em estufa de ventilação forçada de ar e pesado novamente para determinação da sua biomassa seca (MS). Os dados de biomassa fresca e seca foram obtidos em balança digital de 0,01/g de precisão.

3.6 DELINEAMENTO E TRATAMENTOS EXPERIMENTAIS

O delineamento experimental para as variáveis incremento na altura e no diâmetro basal foi o em blocos casualizados, com 2 x 2 tratamentos fatoriais [duas espécies e dois níveis de condução de fustes, resultando nos tratamentos *Mimosa tenuiflora* (jurema preta - JP) sem e com condução de fuste – T1 e T2, respectivamente - e *Libidibia ferrea* (pau-ferro - PF) sem e com condução de fuste – T3 e T4, respectivamente] e 5 repetições (blocos) dos tratamentos, totalizando 20 parcelas experimentais. Cada parcela quadrada de 81 m² abrigou 9 mudas dispostas no espaçamento 3 m x 3 m (Figura 7) e as 4 parcelas de cada bloco totalizaram 324 m² nas quais foram plantadas 18 mudas de JP e 18 mudas de PF. As 20 parcelas do experimento totalizaram 1.620 m² nas quais foram plantadas 90 mudas de JP e 90 mudas de PF.

O delineamento experimental para a variável produção de biomassa seca proveniente da condução do fuste das duas espécies foi o em blocos casualizados, com dois tratamentos (duas espécies: *Mimosa tenuiflora* e *Libidibia ferrea*) e cinco repetições (5 blocos de duas parcelas). Neste momento, foram consideradas apenas as 10 parcelas do experimento citado acima e que receberam o tratamento de condução do fuste.

O tratamento de condução consistiu, também, do direcionamento vertical do crescimento do fuste ao prendê-lo com um barbante a um tutor, colocado ao lado das plantas. Em contraste, nas parcelas que não receberam os tratamentos de condução do fuste, as plantas de JP e PF se desenvolveram livremente, sem o desbaste dos ramos e sem o direcionamento vertical do hábito de crescimento.

3.7 ANÁLISE DOS DADOS E NÍVEL DE SIGNIFICÂNCIA

Os dados de mudas remanescentes e mortas em maio de 2023, considerando o total de mudas plantadas e replantadas, foram expostos em uma tabela de contingência 2 x 4 (2 = mudas remanescentes e mortas, e 4 = JP sem e com condução de fuste e PF sem e com condução de fuste). A estes dados foi aplicado o teste de χ^2 para testar o efeito das espécies e da condução do fuste na sobrevivência das mudas em geral. Tabelas de contingência 2 x 2 com dados convenientemente retirados da tabela completa 2 x 4 foram submetidos ao teste de χ^2 para comparar a sobrevivência das mudas entre espécies, entre níveis de condução e entre os níveis do fator condução do fuste da espécie JP e da espécie PF.

O cálculo de sobrevivência das mudas considerou o número de mudas sobreviventes nas 5 parcelas de cada tratamento ao final do período experimental (maio de 2023), multiplicado por 100 e dividido por 45 + número de mudas replantadas nas parcelas de cada tratamento.

Os dados de incremento de H, DB e biomassa foram analisados de acordo com as técnicas de análise de variância (ANOVA) e os efeitos de tratamentos foram comparados pelo teste F da ANOVA. A manipulação dos dados foi feita utilizando o programa *Statistica* 10.0, *Aba Statistics*, módulo *Advanced Linear/Non linear Models*, sub-rotina *General Linear Models*. O nível de significância (5% ou 1%) foi indicado para cada situação.

Os dados de altura, diâmetro basal e biomassa seca foram relacionados com a idade ($1 = \text{janeiro de } 2022 \leq X \leq \text{maio de } 2023 = 17$) das plantas em gráficos bidimensionais, para visualização do crescimento e produção de biomassa das plantas ao longo do tempo para cada tratamento experimental. Similarmente, a evolução do número de ramos acumulados nas plantas sem condução do fuste e a quantidade de ramos emitidos e removidos mensalmente nas plantas com condução do fuste, entre janeiro e agosto de 2022 e entre janeiro e maio de 2023, também foram apresentadas em gráficos bidimensionais. Modelos de regressão não foram estimados, considerando que a correlação entre os dados coletados nas mesmas plantas ao longo do tempo prejudica a validade das estimativas dos parâmetros da regressão.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 SOBREVIVÊNCIA

Considerando o replantio de zero, um, cinco e cinco mudas nas parcelas que receberam os tratamentos de jurema preta sem e com condução de fuste e pau-ferro sem e com condução de fuste e que sobreviveram 45, 44, 31 e 34 mudas, tem-se que os percentuais de sobrevivência diferem significativamente ($p < 1\%$) entre tratamentos e atingiram $45 \cdot 100/45 = 100\%$, $44 \cdot 100/46 = 95,7\%$, $31 \cdot 100/55 = 56,4\%$ e $34 \cdot 100/55 = 61,8\%$ das mudas plantadas nas parcelas experimentais, respectivamente para T1, T2, T3 e T4 (Tabela 2a).

Os percentuais de sobrevivência diferem ($p < 1\%$) entre espécies (Tabela 2b) e são semelhantes ($p > 5\%$) entre os níveis de condução de fuste, considerando as duas espécies em conjunto (Tabela 2c) ou individualmente (Tabela 2d e 4e para a jurema preta e o pau-ferro, respectivamente).

Tabela 2 – Número de indivíduos sobreviventes e mortos após 17 meses do plantio no campo, de acordo com os tratamentos: jurema preta sem (T1) e com (T2) condução de fuste e pau-ferro sem (T3) e com (T4) condução de fuste, entre janeiro de 2022 e maio de 2023, Patos-PB, Brasil.

Efeito	Sobrevivente	Morta	χ^2	GL*	p*
a) Tratamento					
T1	45	0	32,12	3	< 1%
T2	44	2			
T3	31	24			
T4	34	21			
b) Espécie					
Jurema preta: T1+T2	89	02	32,82	1	< 1%
Pau-ferro: T3+T4	65	45			
c) Condução					
Sem condução: T1+T3	81	19	0,05	1	> 5%
Com condução: T2+T4	83	18			
d) Condução/JP					
Sem condução/JP: T1	45	0	0,49 _{cor. Yates}	1	> 5%
Com condução/JP: T2	44	2			
e) Condução/PF					
Sem condução/PF: T3	36	19	0,40	1	> 5%
Com condução/PF: T4	39	16			

*: GL = número de grau de liberdade; p = nível de significância pelo teste de Qui=quadrado.

Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

O percentual de mudas sobreviventes da JP (97,8%) foi maior do que o do PF (59,1%), considerando em conjunto as mudas sem e com condução de fuste. Além disto, a condução do fuste não afetou significativamente a sobrevivência das mudas dessas espécies. Estes dados indicam que, apesar de inesperado, o desbaste de 100% dos ramos laterais não afetou a sobrevivência das mudas destas espécies até 17 meses após o plantio no campo.

O maior percentual de sobrevivência observado nas plantas de JP do que nas de PF, certamente resulta da maior rusticidade da JP e da maior demanda ambiental do PF. Segundo Maia (2004), a JP é uma espécie pioneira e que coloniza sítios antropizados e de solos rasos e secos no bioma Caatinga, enquanto Carvalho (2003) e Rolim e Piotto (2019) caracterizam o PF como uma espécie de estabelecimento tardio, ou seja, como uma espécie secundária que se desenvolve usualmente sob a proteção de espécies pioneiras.

Os percentuais de sobrevivência observados neste estudo para a JP (95,7 a 100%) (Tabela 2a) são compatíveis com os encontrados na literatura. Figueiredo *et al.* (2012) reportaram 95,0% de sobrevivência para a JP com 26 meses após o plantio em área próxima e semelhante ao do presente estudo. Lima M. *et al.* (2015) reportaram sobrevivência para a JP de 100% aos 22 meses após o plantio em municípios do Rio Grande do Norte, Brasil, em sítios degradados de solos argilosos a arenosos, em áreas de clima BSh, de precipitação média anual de 700 mm a 850 mm. Isto mostra o potencial da JP na recuperação de áreas degradadas, por apresentar altas taxas de sobrevivência.

Os percentuais de sobrevivência observados para o PF (56,4% a 61,8%) (Tabela 2a) são inferiores aos reportados por Lima M. *et al.* (2015) aos 22 meses após o plantio e Martins *et al.* (2020) cinco a nove anos após o plantio em Paragominas-PA, região norte do Brasil (95,0% a 100%). Certamente, decorrentes da maior precipitação anual verificada nos citados estudos e.g.: 1800 mm reportada por Martins *et al.* (2020). Porém, Lima K. *et al.*, (2015) apresentaram um percentual menor (51,2% aos 12 meses após o plantio) para o PF em Paulo Afonso-BA, Brasil, em área com clima semelhante ao observado no nosso estudo (clima Bsh, semiárido quente e seco, com precipitação anual de 700 a 850 mm), mesmo com a adição de 4 g de polímero retentor de umidade por muda.

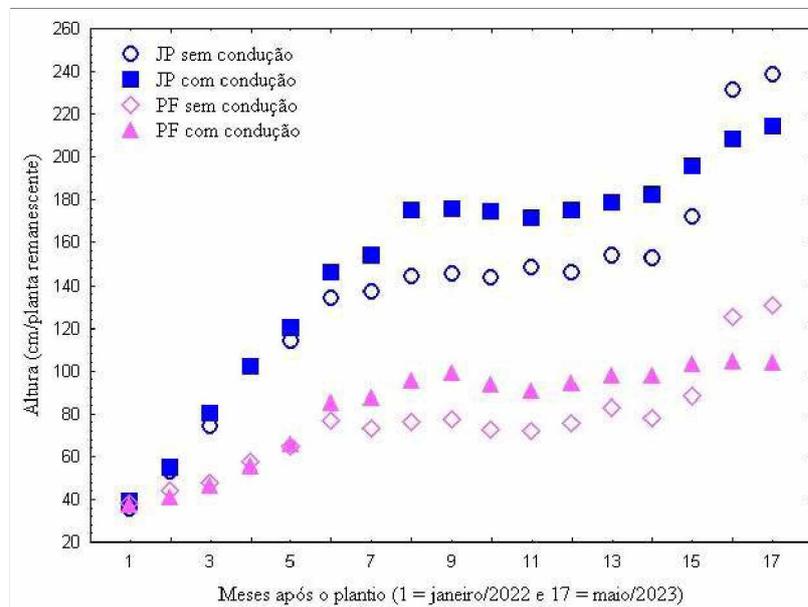
Em contraste, Almeida *et al.* (2020) constataram que o déficit hídrico favoreceu as plantas de PF ao avaliar os efeitos da adubação com potássio (K) em mudas de aroeira, JP e PF até 30 dias após a emergência das plântulas, resultando em maior sobrevivência e crescimento do PF comparado às outras duas espécies. Muitos fatores devem contribuir para a sobrevivência e o crescimento de mudas de espécies florestais, porém, a JP e o PF têm mostrado sobrevivência relativamente alta (acima de 50%) em áreas semiáridas, com limitações físicas ou químicas do solo descritos na literatura ou alto nível de estresse resultante da poda dos ramos como praticado no presente estudo. Certamente, pesquisas adicionais sobre a resistência e o crescimento de espécies nativas nas condições do semiárido são necessárias para o uso racional dessas espécies (Lima K. *et al.*, 2015).

4.2 ALTURA

No momento do plantio no campo, a altura média foi semelhante ($p > 5\%$) para as duas espécies: 37,1 cm e 37,7 cm, respectivamente, para JP e o PF, indicando a homogeneidades das plantas no início do experimento. Considerando as plantas sem e com condução do fuste, as alturas médias das 89 JP e dos 65 PF sobreviventes em maio de 2023, no final do experimento, diferiram significativamente ($p < 1\%$): 226,6 e 118,0 cm/planta, respectivamente. Estes valores mostram um incremento médio na altura de JP e PF de 189,5 cm e 80,3 cm, respectivamente, após 17 meses de crescimento no campo, numa proporção aproximada de incremento $189,5/80,3 = 2,4$ vezes maior das mudas de JP comparado ao incremento das mudas de PF.

O incremento diferenciado na H pode ser visualizado entre JP e PF sem condução e com condução de fuste (Figura 7). Esta diferença pró JP é de 124,7 cm nas plantas remanescentes sem condução e de 111,1 cm nas com condução. Diferenças nos incrementos da altura não são visualizadas entre JPs sem e com condução de fuste, nem entre PFs sem e com condução de fuste. Porém, nota-se nesta figura uma tendência das plantas de JP e PF sem condução tenderem a apresentar médias de H menores do que as das plantas conduzidas entre 6 e 15 meses após o plantio e uma tendência inversa aos 16 e 17 meses após o plantio.

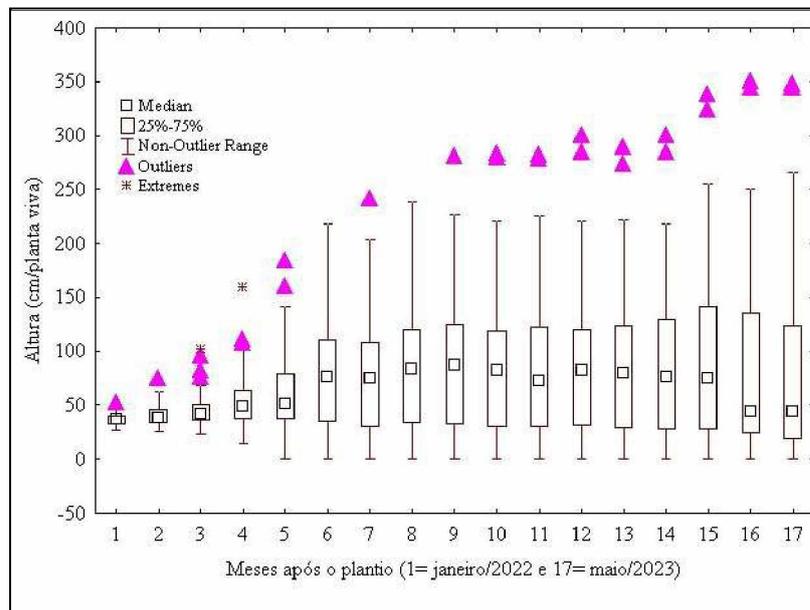
Figura 7 - Médias de altura da jurema preta (JP) e do pau-ferro (PF) sem e com condução de fuste, entre janeiro de 2022 e maio de 2023, Patos-PB, Brasil.



Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Há diferenças no incremento entre plantas da mesma espécie sob o mesmo regime de condução de fuste. Por exemplo, o PF mostrou plantas que apresentaram incrementos diferenciados na altura ao longo do tempo, mesmo quando tinham os seus ramos desbastados (Figura 8), caracterizadas como de altura discrepante (outliers) em relação às demais.

Figura 8- Crescimento discrepante (outliers) em altura de algumas plantas do pau-ferro (PF) com condução de fuste, entre janeiro de 2022 e maio de 2023, Patos-PB, Brasil.



Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Assim, considerando as três plantas maiores de cada parcela em maio de 2023, os incrementos na altura da JP e do PF não foram afetados significativamente pela condução do fuste. Na verdade, houve uma tendência de aumento nos incrementos na altura destas plantas, conduzidas até 17 meses após o plantio no campo. Diante destas informações, a variável incremento na altura, como de resto os incrementos nas demais variáveis, foi analisada considerando os dados de altura da parcela como um todo (H), das plantas remanescentes ($H_{\text{remanescentes}}$), das 3 plantas maiores ($H_{3 \text{ maiores}}$) e das 3 plantas menores ($H_{3 \text{ menores}}$), considerando as covas que as abrigavam em cada parcela em maio de 2023.

Considerando os incrementos na altura, foi detectado efeito significativo ($p < 1\%$) entre espécie para H, $H_{\text{remanescentes}}$, $H_{3 \text{ maiores}}$ e $H_{3 \text{ menores}}$ e efeito significativo ($p < 5\%$) para o fator condução de fuste para $H_{3 \text{ menores}}$, entre janeiro de 2022 e maio de 2023 (Tabela 3). Os valores para o coeficiente de variação experimental ficaram acima de 30,0%, indicando a alta variabilidade dos dados, independentemente da unidade em que o incremento da altura foi expresso.

Tabela 3 - Resultados das análises de variância dos incrementos na altura (H, H_{remanescentes}, H_{3 maiores} e H_{3 menores})^a da jurema preta e do pau-ferro, entre janeiro de 2022 e maio de 2023, Patos-PB, Brasil.

FV ^b	GL	QM			
		Incremento em altura			
		H	H _{remanescentes}	H _{3 maiores}	H _{3 menores}
Esp (E)	1	7877635** ^c	69530,0 **	84673,4 **	49501,3**
Cond (C)	1	173352	2120,3	590,4	9871,6* ^c
Int. ExC	1	61383	231,5	180,0	1274,7
Trat	3	2704124	23960,6	28481,3	20215,8
Bloco	4	218691	3374,2	4738,3	2098,1
Res	12	161956	2031,7	4655,7	1203,4
Total	19	CV = 38,1%	CV = 34,5%	CV = 36,0%	CV=48,5%

^a: incrementos na altura H = cm/parcela, H_{remanescentes} = cm/planta remanescente em cada data, H_{3 maiores} = cm/planta dentre as 3 maiores em altura em maio de 2023, e H_{3 menores} = cm/planta dentre as 3 menores em altura em maio de 2023.

^b: FV = fonte de variação; GL = número de graus de liberdade; QM = quadrado médio; CV = coeficiente de variação.

^c: * e ** indicam, respectivamente, 5% e 1% de significância pelo teste F da ANOVA.

Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Apesar da semelhança no porte das mudas no início do período experimental, a JP mostrou incrementos médios maiores ($p < 1\%$) do que os verificados para PF: respectivamente 1.683,1 vs. 427,9 cm/parcela (H), 189,8 vs. 71,9 cm/planta remanescentes em cada data (H_{remanescentes}), 254,5 vs. 124,4 cm/planta nas três covas de cada parcela que abrigavam as plantas com maior altura em maio de 2023 (H_{3 maiores}) e 121,3 vs. 21,8 cm/planta nas três covas de cada parcela que abrigavam as plantas com menor altura em maio de 2023 (H_{3 menores}) (Tabela 4).

Tabela 4 - Médias do incremento na altura (H, H_{remanescentes}, H_{3maiores} e H_{3menores})⁽¹⁾ da jurema preta (JP) e do pau-ferro (PF), entre janeiro de 2022 e maio de 2023, Patos-PB, Brasil.

	Incremento na altura							
	H		H _{remanescentes}		H _{3 maiores}		H _{3 menores}	
	JP	PF	JP	PF	JP	PF	JP	PF
Sem	a1831,6A	a465,6B	a203,5A	a78,8B	a246,1a	a121,9b	a151,3A	a26,1B
Com	a1534,6A	a390,2B	a176,1A	a65,0B	a262,9A	a126,8B	b91,1A	a7,6B
Média	1683,1A	427,9B	189,8A	71,9B	254,5A	124,4B	121,3A	21,8B

¹: H = cm/parcela, H_{remanescentes} = cm/planta remanescente em cada data, H_{3maiores} = cm/planta dentre as 3 maiores em altura em maio de 2023, e H_{3 menores} = cm/planta dentre as 3 menores em altura em maio de 2023.

Para cada variável, médias seguidas de letras diferentes à esquerda na mesma coluna (**letras vermelhas**, diferem na condução) ou seguidas de letras diferentes à direita na mesma linha (**letras verdes** e **letras azuis** diferem entre espécie **sem** e **com** condução do fuste, significativamente pelo teste F da ANOVA (letras minúsculas e maiúsculas indicam, respectivamente, nível de 5% e 1% de significância).

Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

No geral, a condução do fuste (desbaste dos ramos) não afetou significativamente ($p > 5\%$) os incrementos da altura das plantas de JP e PF, com uma tendência de aumento nas médias de H_{3 maiores} e uma tendência de redução nas demais médias, principalmente para o caso das

médias de H_3 menores de JP quando a tendência de redução nos incrementos tornou-se significativa.

Esta diferença entre espécies se verificou nas plantas sem condução ($p < 1\%$ para H , $H_{\text{remanescentes}}$ e H_3 menores, e $p < 5\%$ para H_3 maiores) e com condução ($p < 1\%$ para H , $H_{\text{remanescentes}}$, H_3 maiores e H_3 menores) de fuste. Estes dados mostram que os incrementos da JP são entre 2,0 (ver H_3 maiores) e 5,6 (ver H_3 menores) vezes maiores do que o verificado para o PF, dependendo da unidade em que o incremento da altura foi expresso. Especula-se que esta diferença entre espécies resulta da maior rusticidade da JP e da maior exigência em umidade no solo do PF (Ferreira *et al.*, 2015; Maia, 2004).

O crescimento da planta (bem como a sobrevivência e a produção de biomassa) depende de uma série de fatores, tais como atributos do solo e disponibilidade de água. Estes podem atuar em conjunto e resultar numa vegetação que espelha a ação e a interação entre eles. Por exemplo, o pH do solo próximo a 6,5 favorece a disponibilização de nutrientes importantes para o desenvolvimento da planta, tais como Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Potássio (K), de modo que poderá haver deficiência na absorção de alguns desses nutrientes pelas plantas, caso o pH se distancie de 6,5, mesmo havendo quantidades significativas dos mesmos no solo (Ferreira *et al.*, 2007; Müller; Feldmann; Mühl, 2022).

Outro exemplo da ação conjunta de fatores se refere à disponibilidade de água no solo e o estabelecimento de espécies arbóreas: locais com déficit hídrico, mesmo que apresentem solo fértil, propiciam o estabelecimento de espécies rústicas e pouco exigentes em água, tais como a JP e a favela (*Cnidocolus quercifolius* Pohl.) (Bakke *et al.*, 2006), enquanto aumentos na disponibilidade hídrica no solo podem favorecer o estabelecimento de outras espécies, tais como a craibeira (*Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook.f.) e o ipê-amarelo (*Tabebuia alba* (Cham.) Sandwith) (Lorenzi, 1992; Carvalho, 2003).

Figueiredo *et al.* (2012) reportaram incremento médio de 178,6 cm/planta para a JP em 26 meses de crescimento no campo em área próxima e similar à do presente estudo. O incremento menor relatado por estes autores para a JP, apesar do período de 26 meses de monitoramento das plantas, certamente foi afetado pelos níveis de precipitação observados no período experimental: as duas estações chuvosas entre janeiro de 2009 e dezembro de 2010 foram contrastantes, pois a precipitação anual totalizou 1595 e 364 mm, respectivamente, enquanto no nosso estudo, nas duas estações chuvosas observadas no período experimental foi de 1.054 mm em 2022 e 645,6 mm entre janeiro e maio de 2023. Porém, os dois estudos evidenciam o potencial de incremento da JP em 17 a 26 meses de crescimento, no mínimo de 178 cm/planta, conforme relatado por Figueiredo *et al.* (2012) e de até 262,9 cm/planta,

constatado nas 3 maiores plantas de cada parcela com JP com condução de fuste no presente estudo. Este potencial de incremento (e de sobrevivência, como já relatado anteriormente) foi também constatado por Cunha *et al.* (2021), caracterizando a JP como uma importante espécie pioneira, colonizadora de áreas com baixos índices pluviométricos da Caatinga.

De acordo com Martins *et al.* (2020), o incremento médio anual de PF é de 50 cm até o nono ano de crescimento em áreas degradadas pela mineração de bauxita em Paragominas-PA, Brasil, com precipitação anual de 1800 mm. Estes autores consideram que o crescimento anual do PF nessas condições ficou abaixo do esperado para o nível de precipitação, mais pelas diferenças nos diversos fatores ambientais entre os Biomas Amazônico e de Caatinga do que, especificamente, pelas deficiências do substrato do sítio minerado. Maia (2004) corrobora essa análise, pois reporta que o PF é uma espécie de crescimento lento e que não sobrevive em solos muito úmidos.

Lenhard, Scalon e Novelino (2010) reportaram maior crescimento em altura (33,0 cm/planta em 56 dias) para o PF em Dourados-MS, Brasil quando a umidade do solo é mantida a 70% da capacidade de campo. Resultado semelhante foi reportado por Ferreira *et al.* (2015), ao acompanhar o crescimento desta espécie durante 85 dias em substrato franco-arenoso, em Fortaleza - CE, Brasil. Lenhard *et al.* (2013) reportaram incrementos de 17,2, 77,6 e 51,6 cm em plantas de PF após 180 dias sob 0%, 50% e 70% de sombreamento e altas temperaturas a que as plantas ficaram expostas e que, nestas condições, os autores consideraram que o processo de fotossíntese pode ser afetado. A comparação fica prejudicada, tendo em vista as diferenças de tempo (56 a 85 dias e 17 meses) de substrato e de umidade do solo, porém, os dados das alturas e dos incrementos relatados na literatura (33,0 cm em 60 a 90 dias de crescimento em condições de viveiro e 77,6 cm aos 180 dias a 50% de sombreamento e observados no presente estudo (78,8 cm em 17 meses no campo),+ sugerem que o PF é uma espécie de crescimento lento que prefere níveis relativamente altos de umidade do solo e sombreamento de sua copa nas fases iniciais de crescimento no campo.

Note-se, também, que se a condução do fuste tendeu a reduzir o incremento médio na altura de JP e PF, consideradas no conjunto de cada parcela, observou-se uma tendência de aumento no incremento da altura de JP e PF, conduzidas ao se considerar apenas as 3 plantas maiores de cada parcela. Isso indica que há plantas de JP e PF que, além de crescerem mais, tendem a reagir positivamente na altura quando conduzidas (remoção dos ramos), fato vantajoso para a produção de estacas, pois resultam em fustes mais longos e sem ramificação.

Comparando os dados de H e de H₃ maiores com os H₃ menores, percebe-se que as plantas maiores, as quais tendem a aumentar o incremento em altura com a condução do fuste, reagem

melhor do que as plantas menores, as quais diminuem (JP) ou tendem a diminuir (PF) os incrementos com o desbaste dos ramos (Tabela 4). Isto indica que a condução de fuste deve ser realizada apenas nas plantas mais vigorosas ou aguardar que as plantas cresçam até ultrapassar certa altura (digamos 200 cm) ou idade (digamos na segunda estação de crescimento no campo) e só depois começar ou retomar a condução do fuste.

4.3 DIÂMETRO BASAL

Os diâmetros médios das mudas de JP e PF em janeiro de 2022, no momento do plantio no campo, foram semelhantes ($p > 5\%$): 4,3 mm e 3,5 mm, respectivamente. Apesar desta semelhança inicial, os diâmetros médios das mudas sobreviventes de JP e PF em maio de 2023, no final do experimento, foram 25,7mm e 8,5 mm, respectivamente. Estes valores mostram um incremento médio no DB de JP e PF de 21,4 mm e 5,0 mm, respectivamente, após 17 meses de crescimento no campo, numa proporção aproximada de incremento $21,4/5,0 = 4,3$ vezes maior das mudas de JP, comparado ao das mudas de PF.

Considerando os incrementos no diâmetro basal, foi detectada interação significativa ($p < 5\%$) entre os fatores Espécie e Condução do fuste para DB ($p < 1\%$) e $DB_{\text{remanescentes}}$ ($p < 5\%$) e para Espécie ($p < 1\%$) e Condução do fuste ($p < 1\%$) para $DB_{3 \text{ maiores}}$ e $DB_{3 \text{ menores}}$ (Tabela 5). À semelhança do observado para os incrementos na altura ($H, H_{\text{remanescentes}}, H_{3 \text{ maiores}}$ e $H_{3 \text{ menores}}$), os valores para o CV experimental ficaram acima de 30%, exceto para $DB_{3 \text{ menores}}$, indicando a alta variabilidade dos dados.

Tabela 5 - Resultados das análises de variância dos incrementos no diâmetro basal (DB, $DB_{\text{remanescentes}}$, $DB_{3 \text{ maiores}}$ e $DB_{3 \text{ menores}}$)^a da jurema preta e do pau-ferro, entre janeiro de 2022 e maio de 2023, em Patos-PB, Brasil.

FV ^b	GL	QM			
		Incremento no diâmetro basal			
		DB	$DB_{\text{remanescentes}}$	$DB_{3 \text{ maiores}}$	$DB_{3 \text{ menores}}$ ^c
Esp (E)	1	138836,1	1397,7	1372,2 **	16,4**
Cond (C)	1	41236,8	564,8	815,1 **	4,1**
Int. ExC	1	12760,8 ** d	106,7 * d	95,4	0,1
Trat	3	64277,9	689,7	760,9	6,9
Bloco	4	1731,5	30,0	35,7	0,2
Res	12	1538,0	17,8	23,7	0,1
Total	19	CV = 36,7%	CV = 32,4%	CV = 31,0%	CV = 14,5%

^a: DB = incrementos no diâmetro basal = mm/parcela, $DB_{\text{remanescentes}}$ = mm/planta remanescente em cada data, $DB_{3 \text{ maiores}}$ = mm/planta dentre as 3 maiores em altura em maio de 2023, e $DB_{3 \text{ menores}}$ = mm/planta dentre as 3 menores em altura em maio de 2023.

^b: FV = fonte de variação; GL = número de graus de liberdade; QM = quadrado médio; CV = coeficiente de variação.

^c: Dados de $DB_{3 \text{ menores}}$ apresentaram heterocedasticidade e foram log-transformados antes da ANOVA: $\log_{10}(DB_{3 \text{ menores}})$.

d: * e ** indicam, respectivamente, 5% e 1% de significância pelo teste F da ANOVA.

Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

As médias de incrementos do diâmetro basal de JP foram significativamente ($p < 1\%$) superiores aos do PF no geral, nas plantas sem condução de fuste e nas com condução de fuste (Tabela 6). A condução do fuste reduziu significativamente ($p < 1\%$ para a JP, $p < 5\%$ para os incrementos $DB_{\text{remanescentes}}$ e $DB_{3 \text{ maiores}}$ e $p < 1\%$ para $DB_{3 \text{ menores}}$ para o PF) os incrementos, exceto para o DB nas plantas de PF. Os decréscimos absolutos maiores são observados nos incrementos do diâmetro basal nas plantas de JP, porém, a redução relativa é maior no PF: aproximadamente de 55% (e.g.: redução de 261,0 para 119,7 mm/planta em DB) na JP e entre 72% (redução de 11,6 para 3,2 mm/planta em $DB_{3 \text{ maiores}}$) e 92% (redução de 43,8 para 3,5 mm/planta em DB) no PF.

Tabela 6 - Médias do incremento no diâmetro basal (DB, $DB_{\text{remanescentes}}$, $DB_{3 \text{ maiores}}$ e $DB_{3 \text{ menores}}$) ⁽¹⁾ da jurema preta (JP) e do pau-ferro (PF), entre janeiro de 2022 e maio de 2023, Patos-PB, Brasil.

	Incremento no diâmetro basal							
	DB		$DB_{\text{remanescentes}}$		$DB_{3 \text{ maiores}}$		$DB_{3 \text{ menores}}$	
	JP	PF	JP	PF	JP	PF	JP	PF
Sem	A261,0A	a43,8B	A29,0A	a7,7B	A32,6A	a11,6B	A26,5A	A4,3B
Com	B119,7A	a3,5B	B13,8A	b1,7B	B15,4A	b3,2B	B11,6A	B0,4B
Média	190,3	23,7	21,4	4,7	26,5	10,4	19,0	2,3

*DB = mm/parcela, $DB_{\text{remanescentes}}$ = mm/planta remanescente em cada data, $DB_{3 \text{ maiores}}$ = cm/planta dentre as 3 maiores em altura em maio de 2023, e $DB_{3 \text{ menores}}$ = cm/planta dentre as 3 menores em altura em maio de 2023.

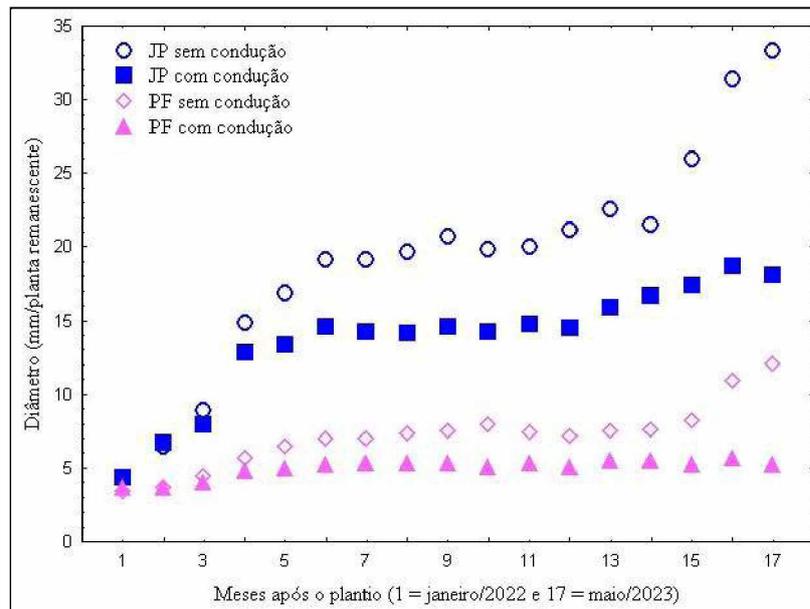
Para cada variável, médias seguidas de letras diferentes à esquerda na mesma coluna ou seguidas de letras diferentes à direita na mesma linha diferem significativamente pelo teste F da ANOVA (letras minúsculas e maiúsculas indicam, respectivamente, nível de 5% e 1% de significância).

Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

A JP apresentou, no geral, incrementos médios no DB maior ($p < 1\%$) do que o PF. Por exemplo, para $DB_{\text{remanescentes}}$, os respectivos valores médios foram 21,4 e 4,7 mm/planta, para $DB_{3 \text{ maiores}}$, foram 26,5 e 10,4 mm/planta e para $DB_{3 \text{ menores}}$, foram 19,0 e 2,3 mm/planta (Tabela 6) em 17 meses de crescimento no campo. Considerando apenas as mudas sem condução de fuste, os incrementos médios do $DB_{\text{remanescentes}}$ mantêm-se diferentes entre espécies ($p < 1\%$) e esta diferença aumentou: 29,0 vs. 7,7 mm/planta, respectivamente. Estes valores indicam que o incremento médio do $DB_{\text{remanescentes}}$ da JP sem condução é $29,0/7,7 = 3,8$ vezes maior do que o do PF. Similarmente, para as plantas conduzidas, o incremento médio do $DB_{\text{remanescentes}}$ da JP é de 8,1 vezes maior do que o do PF e indica que o impacto da condução do fuste no diâmetro basal é relativamente menor na JP (reduz o incremento $DB_{\text{remanescentes}}$ em 52,0%) do que no PF (reduz o incremento em 78,0%).

O incremento diferenciado no DB pode ser visualizado entre JP e PF sem condução e com condução de fuste. Porém, há diferenças no incremento, mesmo entre plantas da mesma espécie sob o mesmo regime de condução de fuste (Figura 8).

Figura 8 - Médias de diâmetro basal da jurema preta (JP) e do pau-ferro (PF) sem e com condução de fuste, entre janeiro de 2022 e maio de 2023, Patos-PB, Brasil.



Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Analisando as médias de DB_3 maiores e DB_3 menores na perspectiva de quantas vezes maior é o incremento da JP em relação ao do PF, tem-se que nas plantas não conduzidas a média de DB_3 maiores da JP é 2,8 vezes maior do que a do PF, enquanto para DB_3 menores essa relação aumenta para 6,2, indicando que a diferença dos incrementos entre espécies é maior nas plantas menores. Nas plantas com fuste conduzido, o efeito negativo e diferenciado entre espécies é ainda maior, pois o incremento da JP é 4,8 e 29,0 vezes maior do que o do PF para DB_3 maiores e DB_3 menores, respectivamente.

Os dados discutidos até o momento indicam que o diâmetro basal é maior na JP do que no PF e que a condução do fuste prejudica os incrementos no diâmetro basal das duas espécies, particularmente os das plantas menores (DB_3 menores) de PF. Isto certamente reflete as diferenças entre espécies nas taxas de crescimento e na resposta ao estresse provocado pelo desbaste dos ramos. Deve-se ressaltar que, ao contrário do crescimento em altura que se mostrou significativamente reduzido, apenas quando considerando as plantas menores (H_3 menores), os incrementos no diâmetro basal foram sempre prejudicados significativamente pela condução do fuste, exceto as médias DB de PF. Isto leva a se questionar pela conveniência da aplicação

da condução do fuste logo na primeira estação de crescimento no campo e na intensidade praticada neste estudo. Provavelmente seria sensato ajustar o grau de remoção dos ramos, que ao invés de mensal poderia ser aplicado, por exemplo, apenas em março e julho a partir da segunda estação de crescimento. O desbaste mais recente ocorreu em maio de 2023, podendo ser suspenso até janeiro de 2024, início da terceira estação de crescimento. Até lá, deve-se monitorar as plantas quanto à sobrevivência, altura e diâmetro na base, para então decidir a intensidade da condução do fuste.

Figueiredo *et al.* (2012) reportaram incremento no DB de JP de 35,8 mm/planta 26 meses após o plantio no campo em sítio próximo ao local do presente estudo, incremento similar ao verificado no presente estudo ($DB_{\text{remanescentes}}=29,0$ a $DB_{3 \text{ maiores}}=32,6$ mm/planta em 17 meses). Isto demonstra a resposta positiva da JP a tratos culturais (plantio em covas previamente preparadas com a adição de esterco, fertilizantes e limpas para controle da competição excessiva das plantas herbáceas).

Porém, os incrementos no DB diminuíram praticamente a metade na JP (de 29,0 para 13,8 mm) ou para 22,0% no PF (de 7,7 para 1,7 mm) nas plantas conduzidas nos 17 meses do experimento, indicando a maior tolerância da JP ao desbaste dos seus ramos do que a apresentada pelo PF. Decréscimos foram observados, também, nos incrementos de DB em JP em povoamentos nativos que tiveram os seus ramos com menos de 10 mm de diâmetro podados anualmente em três anos consecutivos (Bakke *et al.*, 2009). Enquanto as plantas testemunhas (não podadas) aumentaram o DB em 16,4 a 18,8 mm nos três anos, esse incremento no mesmo período foi de apenas 2,1 a 6,8 mm nas que tiveram os ramos podados, uma redução absoluta e relativa maior do que a verificada para a espécie no presente estudo. Provavelmente, isto ocorreu porque a poda representou a retirada de praticamente toda a superfície fotossintetizante das plantas, considerando que praticamente todas as folhas se localizam na porção final dos ramos.

Deve-se evitar uma comparação direta entre os incrementos do diâmetro basal de JP nos primeiros meses de crescimento (29,0 ou 13,8 mm/planta) com os de plantas nativas mais desenvolvidas e de maior diâmetro (16,4 e 2,1 mm/planta), pois um acréscimo de 1 mm no DB em uma planta de pequenas dimensões representa um acúmulo de biomassa bem menor do que o acúmulo de biomassa resultante do mesmo acréscimo de 1 mm no DB de uma planta de porte maior. Porém, fica patente o efeito negativo do desbaste dos ramos nos incrementos do diâmetro basal da JP entre o segundo e o 17º mês após o plantio e com diâmetro basal inicial de 4,3 mm/muda, como também o forte estresse resultante da poda anual em três anos consecutivos

dos ramos finos em indivíduos de povoamentos naturais com diâmetro basal inicial em torno de 65 mm.

Lenhard *et al.* (2013) reportaram incremento médio máximo de 6,4 mm/planta no diâmetro do colo de PF submetido a 50% de sombreamento por 180 dias, enquanto Ferreira *et al.* (2015) determinaram que a irrigação das plantas calibrada para manter a umidade em 70% e 100% da capacidade de campo no solo propicia o maior incremento no diâmetro do colo de PF nos primeiros 100 dias após a semeadura ($6,0 \text{ mm} < \text{DB} < 7,0 \text{ mm}$). Rolim e Piotto (2019) coletaram dados de crescimento em diâmetro à altura do peito (DAP) de 196 plantas, em uma plantação com espaçamento 2 x 2m ao longo de 25 anos. Estes autores observaram incrementos anuais crescentes até o 15º ano, com estimativa de aumento médio do diâmetro de 0,7 cm/ano.

O desbaste dos ramos do fuste principal em regiões de clima seco no período de estiagem diminui a área foliar e pode provocar um estímulo semelhante ao do ácido abscísico (ABA) de tolerância ao estresse ambiental, redirecionando a reserva de carboidratos para as raízes. Segundo Taiz & Zeiger (2002), a diminuição da transpiração provocada pela senescência das folhas induz à produção de ABA e o acúmulo de reservas nas raízes, um processo fisiológico de enfrentamento de períodos de seca. Certamente a retirada de 100% dos ramos têm efeito negativo nos incrementos do DB não apenas na JP, mas também no PF e na maioria das plantas. Oliveira *et al.* (2020) estudaram os efeitos da retirada de galhos na espécie *Tectona grandis* L. f. e observaram que as plantas com menos intervenção tiveram maiores diâmetros, resultante, segundo estes autores, da redução da área foliar fotossintetizante, influenciando o desenvolvimento da planta.

4.4 NÚMERO DE RAMOS

O número observado de ramos de primeira ordem em maio de 2023, 17 meses após o plantio, foi significativamente ($p < 1\%$) maior na JP do que no PF nas plantas sem condução do fuste (2190 vs. 514, respectivamente) (Tabela 7). Dezesete meses após o plantio, observou-se que, em média, cada JP e PF apresentou, respectivamente, 54,3 e 19,1 ramos considerando as três maiores plantas de cada parcela, mostrando que a JP emite aproximadamente três vezes mais ramos do que o PF (Tabela 7b e c). Isto, em conjunto com os dados de sobrevivência, de altura e de diâmetro basal, mostra o maior crescimento e vigor da JP nas condições de semiaridez da região, o que possibilita à JP colonizar com mais eficiência sítios antropizados e degradados da Caatinga (Maia, 2004; Mattos *et al.*, 2012; Silva *et al.*, 2020) e tolerar o consumo de seus ramos finos forrageiros por animais.

Tabela 7 - Número de ramos de primeira ordem da jurema preta (JP) e do pau-ferro (PF) sem condução do fuste, em maio de 2023, 17 meses após o plantio no campo, entre janeiro de 2022 e maio de 2023, Patos-PB, Brasil.

	JP	PF	χ^2	GL ^a	p ^a
a) Total de ramos em maio de 2023 nas plantas da jurema preta e do pau-ferro das cinco parcelas de nove plantas no início do experimento (desconsiderando a mortalidade de plantas).					
fo ^a	2190	514	1038,8 ** ^b	1	< 1%
fe ^a	1352	1352			
nº médio de ramos / planta (f0/45)	48,7	11,4			
b) Total de ramos em maio de 2023 nas plantas da jurema preta e do pau-ferro das cinco parcelas de nove plantas no início do experimento (com correção do número de plantas para 45 sobreviventes), considerando que sobreviveram 45 JP e 31 PF.					
Fo	2190	746	710,20 **	1	< 1%
Fe	1468	1468			
nº médio de ramos / planta (f0/45)	48,7	16,6			
c) Total de ramos em maio de 2023 nas plantas da jurema preta e do pau-ferro considerando as três covas de cada parcela que abrigaram as plantas de maior altura em maio de 2023.					
Fo	815	287	252,98 **	1	< 1%
Fe	551	551			
nº médio de ramos / planta (f0/15)	54,3	19,1			

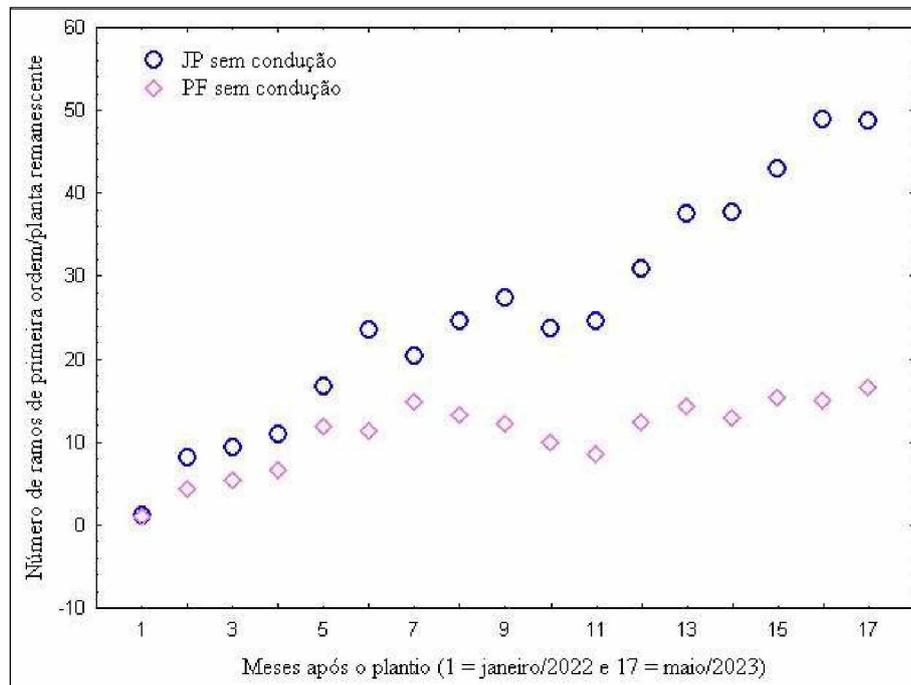
^a:fo = frequência observada, fe = frequência esperada teórica, GL = número de graus de liberdade, e p = nível de significância pelo teste de χ^2 .

^b:Indica significância a 1%.

Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Esta superioridade da JP em relação ao PF quanto ao número de ramos de primeira ordem dos tratamentos sem condução de fuste (T1 e T3) foi significativa ($p < 1\%$) em praticamente todo o período experimental (Figura 9). Comportamento semelhante foi constatado ao se considerar todas as plantas, as três maiores ou as três menores de cada parcela.

Figura 9 - Médias do número de ramos de primeira ordem da jurema preta (JP) e do pau-ferro (PF) sem condução de fuste, entre janeiro de 2022 e maio de 2023, Patos-PB, Brasil.



Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

O número total de ramos desbastados das plantas nas cinco parcelas de nove plantas para cada espécie em 11 datas (coletas mensais entre fevereiro e julho de 2022 e entre janeiro e maio de 2023) foi significativamente ($p < 1\%$) maior nas plantas de JP do que nas de PF (Tabela 8). No geral, as plantas de JP e PF submetidas à condução de fuste emitiram e tiveram desbastados 13937 e 2349 ramos, respectivamente, valores estes que, grosso modo, equivalem a no mínimo 309,7 e 52,2 ramos emitidos e desbastados nos 11 momentos por cada planta de JP e PF, respectivamente (Tabela 8a). Estes valores de ramos emitidos por planta nos 11 eventos de contagem e desbaste de ramos aumentaram para 364,9 e 67,0, respectivamente, considerando as três plantas de maior altura em cada parcela em maio de 2023 (Tabela 8b). Esta superioridade da JP no número de ramos desbastados ocorreu ao longo de todo o período experimental (Figura 10).

Tabela 8 - Número total de ramos desbastados da jurema preta (JP) e do pau-ferro (PF) com condução do fuste entre o segundo e o décimo sétimo mês após o plantio para o campo, entre janeiro de 2022 e maio de 2023, Patos-PB, Brasil.

a) Número total de ramos desbastados em 11 datas nas plantas da jurema preta (JP) e do pau-ferro (PF) em cinco parcelas de nove plantas no início do experimento (supondo que não houve mortalidade de plantas).

	JP	PF	χ^2	GL ^a	p ^a
fo ^a	13937	2349	8245,23 **b	1	< 1%
fe ^a	8143	8143			
nº médio de ramos coletados / planta (fo/45)	309,7	52,2			

b) Número total de ramos desbastados para cada espécie em 11 datas, nas plantas da jurema preta e do pau-ferro, considerando as três covas de cada parcela que abrigaram as plantas de maior altura em maio de 2023.

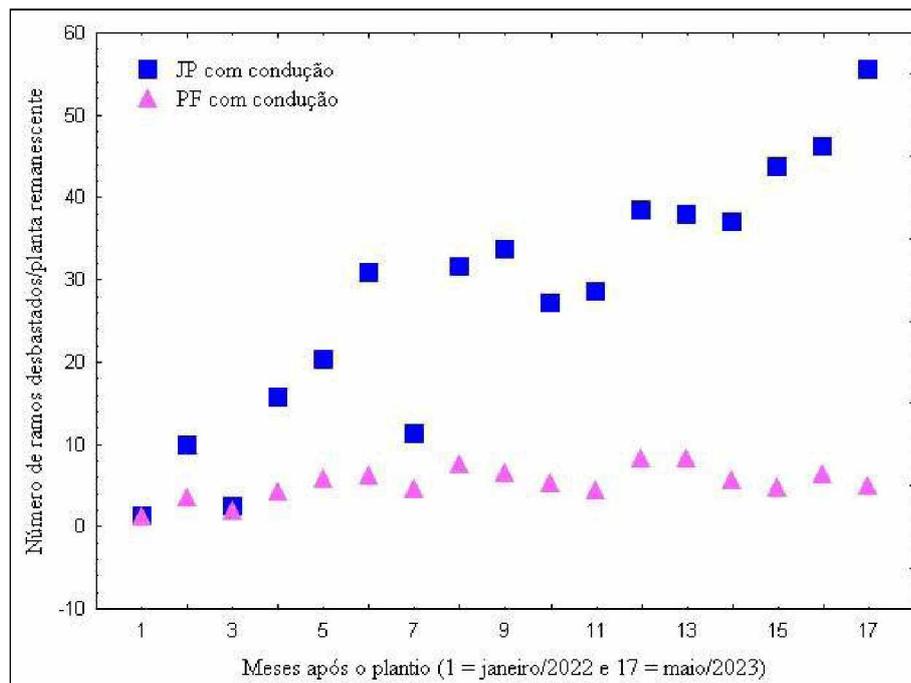
	JP	PF	χ^2	GL	P
fo	5474	1005	3082,57 **	1	< 1%
fe	3239,5	3239,5			
nº médio de ramos coletados / planta (fo/15)	364,9	67,0			

^a: fo = frequência observada, fe = frequência esperada teórica, GL = número de graus de liberdade, e p = nível de significância pelo teste de χ^2 .

^b: Indica significância a 1%.

Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Figura 10 - Médias do número de ramos desbastados mensalmente (com exceção entre agosto e dezembro de 2022) da jurema preta (JP) e do pau-ferro (PF) com condução de fuste, entre janeiro de 2022 e maio de 2023, Patos-PB, Brasil.



Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Além dos valores absolutos, estes dados revelam que a resposta e a tolerância da JP ao desbaste (“consumo”) de seus ramos é proporcionalmente maior do que o observado no PF: enquanto a JP aumenta o número de ramos emitidos de 2.190 nas plantas sem condução de fuste (Tabela 7) para 13937 nas plantas com condução de fuste (Tabela 8), o equivalente a um aumento de 5,9 vezes na emissão de ramos, verifica-se que o PF aumenta o número de ramos emitidos de 514 nas plantas sem condução de fuste para 2349, o equivalente a 4,3 vezes mais ramos emitidos nas plantas com condução de fuste.

Equivalentemente, a resposta e a resistência da JP quanto à remoção de seus ramos se mostraram aproximadamente 40% maior do que as do PF.. Isto é visualizado no campo ao se constatar que as JP com condução de fuste sempre apresentavam novos ramos entre as datas de coleta de dados, enquanto vários PF não conseguiam emitir novos ramos ou morriam.

A título de comparação e ilustração do poder de reação da JP à poda de ramos, tem-se os dados de Pereira Filho *et al.* (2010) relativos ao número de rebrotas de exemplares nativos de JP após corte raso das plantas a 25, 50, 75 e 100 cm de altura do fuste. Segundo estes autores, o número médio de rebrotas por planta, 14 e 18 meses após o corte raso, atinge entre 16,9 a 44,8 rebrota/planta, o que mostra que a emissão de novos ramos ou de rebrotas em resposta ao corte é uma característica marcante da JP.

Maia (2004) reporta que exemplares adultos de PF são capazes de renovar a sua folhagem e emitir novos ramos logo após duas remoções consecutivas de seus ramos em dois momentos de um mesmo período anual de estiagem, certamente, utilizando-se de suas reservas armazenadas no sistema radicular ao longo do tempo. Este acúmulo de reservas, provavelmente, ainda não aconteceu com as plantas de PF do presente estudo, tendo em vista a sua pouca idade, resultando em um número relativamente pequeno de ramos emitidos nas plantas sem e com condução de fuste.

No geral, o PF teve uma média de 19,1 ramos nas plantas não conduzidas, bem menor que os 54,3 ramos da JP, considerando as três plantas maiores de cada parcela (Tabela 7c). Entretanto, sob condução de fuste, as plantas maiores de PF emitiram 67,0 ramos, um incremento bem menor do que o verificado para as JP's conduzidas, as quais mostraram a emissão de 364,9 ramos (Tabela 8.b). Isto sugere que a poda mensal para o PF foi excessiva e que o intervalo mensal de remoção dos ramos não foi suficiente para as plantas recomporem as suas reservas tanto quanto as de JP.

4.5 BIOMASSA SECA

A quantidade de matéria seca proveniente do desbaste dos ramos em 11 datas entre o segundo e o décimo sétimo mês após o plantio no campo diferiram, significativamente, ($p < 1\%$) entre espécies (Tabela 9). Esta significância se verificou para MS, MS_{remanescentes}, MS_{3 maiores} e MS_{3 menores}.

Tabela 9 - Resultados das análises de variância da biomassa seca (MS, MS_{remanescentes}, MS_{3 maiores} e MS_{3 menores})^a da jurema preta e do pau-ferro, entre janeiro de 2022 e maio de 2023, Patos-PB, Brasil.

FV ^b	GL	Biomassa Seca			
		QM			
		log ₁₀ MS ^c	log ₁₀ MS _{remanescentes} ^c	log ₁₀ MS _{3 maiores} ^c	log ₁₀ MS _{3 menores} ^c
Espécie	1	4,62771** ^d	4,47412**	4,64102**	5,47629**
Bloco	4	0,04308	0,04174	0,11388	0,01886* ^d
Res	4	0,02033	0,02075	0,08969	0,00271
Total	9	CV = 4,9%	CV = 7,2%	CV = 14,5%	CV = 2,8%

^a: MS = log₁₀(MS g/parcela), MS_{remanescentes} = log₁₀(MS g/planta sobrevivente em cada data), e MS_{3 maiores} = log₁₀(MS g/planta das três covas de cada parcela que abrigavam as de maior altura em maio de 2023, e MS_{3 menores} = cm/planta dentre as 3 menores em altura em maio de 2023.

^b: FV= fonte de variação, GL= número de graus de liberdade, QM= quadrado médio e CV = Coeficiente de variação.

^c: Dados log-transformados, para correção da heterocedasticidade observada nos dados originais.

^d: * e ** indicam, respectivamente, 5% e 1% de significância pelo teste F da ANOVA.

Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Os ramos desbastados da JP produziram mais biomassa do que os do PF (Figura 10). Estes ramos totalizaram 486,1 ou 23,5 g ou mais por JP ou PF sobrevivente em cada data, respectivamente, considerando a variável MS_{remanescentes} (Tabela 10). A biomassa resultante do desbaste dos ramos das plantas de JP foi 18,3 (MS_{3 maiores}) a 21,8 (MS) vezes maior do que a do PF.

Tabela 10 - Médias da biomassa seca (MS, MS_{remanescentes} e MS_{3 maiores} e MS_{3 menores})⁽¹⁾ obtida da condução e do desbaste dos ramos da jurema preta (JP) e do pau-ferro (PF) em 11 datas, entre fevereiro de 2022 e maio de 2023, Patos-PB, Brasil.

Médias de Biomassa Seca resultante do desbaste dos ramos							
MS		MS _{remanescentes}		MS _{3 maiores}		MS _{3 menores}	
JP	PF	JP	PF	JP	PF	JP	PF
4369,6A	200,6B	486,1A	23,5B	582,4A	31,9B	389,3A	12,9B

¹: MS = g/parcela, MS_{remanescentes} = g/planta sobrevivente em cada data, e MS_{3 maiores} = g/planta nas três covas de cada parcela que abrigavam as de maior altura em maio de 2023 e MS_{3 menores} = cm/planta dentre as 3 menores em altura em maio de 2023.

Médias de MS, MS_{remanescentes}, MS_{3 maiores} ou MS_{3 menores} seguidas de letras diferentes diferem significativamente ($p < 1\%$) pelo teste F da ANOVA aplicado nos dados log-transformados.

Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

A menor produção de biomassa aérea do PF pode resultar das condições edáficas e da resposta ao estresse hídrico. O PF prefere solo argiloso (Maia, 2004), ao contrário do solo franco-arenoso observado nas parcelas experimentais (Tabela 1). Além disto, à semelhança das plantas de *Arachis hypogaea* L. (Correia; Nogueira, 2004), é possível que as plantas do PF reduziram a biomassa das folhas e dos caules e aumentaram a das suas raízes em resposta ao estresse hídrico. No conjunto, estes fatores podem e devem ter contribuído para a inferioridade, geralmente observada do PF em relação à JP nas variáveis analisadas (sobrevivência, incrementos na altura e no diâmetro basal, número de ramos e produção de matéria seca) no presente estudo.

Para MS₃ maiores, as médias de produção de biomassa foram 582,4 e 31,9 g/planta, respectivamente (Tabela 10). Apesar da produção de biomassa não ser o objetivo principal do desbaste dos ramos e, considerando o espaçamento de 3 m x 3 m e os 11 eventos de desbaste dos ramos, essa produção foi equivalente a 647 e 35 kg/ha para a JP e o PF, respectivamente, no período de 17 meses de coleta de dados. Além disto, a produção de biomassa deve aumentar à medida que as plantas crescerem.

Percebe-se, também, que uma planta de JP ou PF pode ter seus ramos desbastados repetidamente 11 vezes nas fases iniciais do seu crescimento no campo, desde o segundo mês após o plantio, gerando até 582,4 e 31,9 g de MS/planta. Estas plantas jovens certamente não tiveram tempo hábil para desenvolver e acumular reservas em seu sistema radicular e, mesmo assim, resistiram e não pereceram frente às adversidades da região tropical seca que caracterizam o Bioma Caatinga. Além disto, apresentaram incrementos na altura e no diâmetro basal, embora sejam incrementos compreensivelmente menores do que os das plantas que não tiveram seus ramos desbastados. Isto mostra a adaptação destas espécies à região e indica que é possível ajustar a condução dos fustes quanto à idade ou porte das mudas para iniciar o desbaste, bem como quanto à intensidade do desbaste dos ramos.

Na verdade, além da sobrevivência e dos incrementos na altura e no diâmetro basal, os dados da produção de biomassa seca destas JP jovens no nível de desbaste de seus ramos foram notáveis se comparados aos publicados por Bakke *et al.* (2009). Apesar da maior idade e porte das plantas, estes autores reportaram médias anuais de produção de biomassa forrageira entre 400,0 e 2000,0 g/planta, provenientes de uma poda anual, em três anos consecutivos, de todos os ramos com menos de 10 mm de diâmetro de JP nativas com 63 mm de DB.

Deve-se notar que estes autores se referem a JP's adultas espontâneas com idade seguramente maior do que três anos e que a poda anual dos seus ramos finos de até 10 mm de diâmetro tinha o objetivo de produzir forragem. Estes autores constataram que esta forragem se

apresentava fibrosa, pois proveniente de ramos com até 10 cm de diâmetro e com um ano de crescimento, porém ainda com níveis compatíveis de hemicelulose e proteína bruta para uso na alimentação de manutenção de ruminantes domésticos. Certamente, os ramos suculentos, de poucos milímetros de diâmetro e de menos de um mês de crescimento, que foram desbastados das plantas no presente estudo, apresentam propriedades nutritivas superiores às relatadas por Bakke *et al.* (2009) e que poderiam ser utilizados não apenas para a manutenção, mas também na alimentação de animais prenhes, em lactação ou em regime de engorda.

Porém, Bakke *et al.* (2009) desaconselham a poda anual em três anos consecutivos, tendo em vista a morte das plantas. Isto indica que o desbaste das ramos da JP e do PF nas parcelas experimentais do presente estudo deve ser suspenso por um ou dois anos, tanto nas plantas maiores, como nas plantas menores. Considerando os valores médios de incrementos na altura correspondente às plantas maiores (H_3 maiores) (Tabela 4), percebe-se que as médias de altura de JP e PF ultrapassaram ou se aproximaram bastante de 2 m (soma do incremento com a altura inicial de cada espécie), o que corresponde ao comprimento geralmente necessário para uso do fuste como estaca e a desnecessidade da continuidade do desbaste das ramos. Em contraste, considerando os valores médios de incrementos na altura das plantas menores (H_3 menores), percebe-se que as médias de altura destas plantas estão bem abaixo da necessária à produção de estacas, sendo, portanto, recomendável a suspensão temporária do desbaste dos ramos por uma ou duas estações de crescimento para recomposição de suas reservas e aumento na altura. Nas plantas maiores, o foco deve ser direcionado para o aumento nos valores do DB, enquanto nas menores as atenções devem se voltar para a recuperação das plantas do estresse provocado pela poda dos ramos nos primeiros 17 meses de crescimento no campo, evitando a possível morte das mesmas como relatado por Bakke *et al.* (2009).

5 CONCLUSÕES

A sobrevivência das mudas nos primeiros 17 meses no campo foi maior para a jurema preta do que para o pau-ferro, porém, não foi afetada pela condução do fuste.

As médias de altura, diâmetro basal, número de ramos e produção de matéria seca foram maiores nas plantas de jurema preta do que nas de pau-ferro.

Os incrementos médios na altura não foram afetados pela condução do fuste, enquanto os incrementos no diâmetro basal foram afetados negativamente pela condução do fuste.

A emissão de ramos e a biomassa seca proveniente da condução do fuste (desbaste dos ramos) demonstram o potencial de brotação de novos ramos, principalmente para a jurema preta.

A condução do fuste nos moldes praticados neste estudo se mostrou positiva para a produção de estacas e mourões, especialmente para a jurema preta, gerando plantas com fuste principal mais longo e sem ramos, apesar de com diâmetro basal reduzido, enquanto as plantas sem condução apresentaram muitos ramos bifurcados do fuste principal.

RECOMENDAÇÕES

Considerando a análise dos dados coletados, percebe-se que há pontos que ainda precisam ser considerados. O presente estudo se desenvolveu durante os primeiros 17 meses de crescimento no campo e consistiu basicamente da remoção sucessiva de todos os ramos que surgiram ao longo do fuste no período experimental.

Neste sentido, recomenda-se:

1. Acompanhar as plantas por mais tempo.
2. Suspender, temporariamente, a condução do fuste por um ou dois anos, para decidir pela retomada ou não do desbaste dos ramos, principalmente das plantas que até o momento (17 meses após o plantio) ainda não ultrapassaram 200 cm de altura.
3. Verificar o tempo necessário para as plantas sem e com condução do fuste atingirem o ponto de corte para produção de estacas e mourões.
4. Investigar a necessidade de ajustes na intensidade e periodicidade do desbaste dos ramos, bem como o efeito da irrigação durante o período de estiagem, de modo a propiciar o crescimento maior e contínuo das plantas.
5. Realizar melhoramento genético da jurema preta e do pau-ferro para as variáveis crescimento em altura e diâmetro, tendo em vista a existência de plantas que apresentaram crescimento diferenciado.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS. Precipitação máxima dos municípios/postos. Patos. **Governo da Paraíba; AESA** (S. I.): de 22 de janeiro a 23 de maio de 2023. Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/meteorologia-chuvas/>. Acesso em: 09jun. 2023.
- AGRA, Maria de Fátima; FREITAS, Patrícia França de; BARBOSA-FILHO, José Maria. Synopsis of the plants known as medicinal and poisonous in Northeast of Brazil. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 17, n. 1, p. 114-140, 2007. doi: <https://doi.org/10.1590/S0102-695X2007000100021>.
- AGRA, Maria de Fátima; SILVA, Kiriak Nurit; BASÍLIO, Ionaldo José Lima Diniz; FREITAS, Patrícia França de; BARBOSA-FILHO, José Maria. Survey of medicinal plants used in the region Northeast of Brazil. **Revista brasileira de farmacognosia**, v. 18, n. 3, p. 472-508, 2008. doi: <https://doi.org/10.1590/S0102-695X2008000300023>.
- ALBUQUERQUE, Ulysses Paulino. A Jurema nas Práticas dos Descendentes Culturais do Africano no Brasil. In: Mota, Clarice Novaes da; Albuquerque, Ulysses Paulino. (Orgs.). **As muitas faces da jurema: de espécie botânica à divindade afroindígena**. Bagaço, 2002, p. 171- 189.
- ALMEIDA, Cecília de Fátima Castelo Branco Rangel de; AMORIM, Elba Lúcia Cavalcanti de; ALBUQUERQUE, Ulysses Paulino.; MAIA, Maria Bernete de Souza. Medicinal plants popularly used in the Xingó region—a semi-arid location in Northeastern Brazil. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, v. 2, n. 1, p. 1-7, 2006. doi: <https://doi.org/10.1186/1746-4269-2-15>.
- ALMEIDA, Ediglécia Pereira de; OLIVEIRA, Antônio Lucineudo de Oliveira; BAKKE, Ivonete Alves, FERREIRA, Cheila Deisy; FRANÇA, George Martins; BATISTA, Antônio Wesley. Efeitos do potássio em mudas de *Myracrodruon urundeuva*, *Libidibia ferrea* e *Mimosa tenuiflora* sob curto período de déficit hídrico. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 5, p. e97953269, 2020. doi: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i5.3269>.
- ALVARES, Clayton Alacarde; STAPE, José Luiz; SENTELHAS, Paulo Cesar; GONÇALVES, José Leonardo de Moraes. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013. doi: <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>.
- AMARAL, Deus; ABREU, Heber dos Santos; LIMA, Helena Regina Pinto; Gevú, Kathlyn Vasconcelos; TENÓRIO, Jorge Alberto Soares. Anatomy and lignification status of the *Lophanthera lactescens* Ducke plant grown in vitro. **Biology**, v. 72, n. 2, mai., 2012. doi: <https://doi.org/10.1590/S1519-69842012000200019>.
- ANDRADE, Lara Erendina Almeida; DANTAS, Marcelino Soyinka Santos. Áreas protegidas e sociobiodiversidade no Semiárido brasileiro. **Anuário Antropológico**, v. 45, n. 1, p. 69-96, 2020. doi: <https://doi.org/10.4000/aa.4938>.
- ARAÚJO FILHO, João Ambrósio de; CARVALHO, Fabiano Cavalcante. **Desenvolvimento sustentado da caatinga**. Sobral: EMBRAPA - CNPC, 1997. 19 p. (EMBRAPA - CNPC).

Circular Técnica, 13). Disponível em:

<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/514827>. Acesso em: 03 jul. 2021.

ARAÚJO, Elcida Lima; SAMPAIO, Everardo Valadares de Sá; RODAL, Maria Jesus Nogueira. Composição florística e fitossociologia de três áreas de caatinga de Pernambuco.

Revista Brasileira de Biologia, v. 55, n. 4, p. 595-607, 1995. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/291967481_Composicao_floristica_e_fitossociologia_de_tres_areas_de_caatinga_de_Pernambuco. Acesso em: 9 jun. 2021.

ASSOCIAÇÃO PLANTAS DO NORDESTE. **Avaliação dos plantios de jurema preta (*Mimosa tenuiflora* (Mart.) Benth.) da empresa CarbomilQuímica S.A. Limoeiro do Norte-CE**. Relatório Técnico. Projeto conservação e uso sustentável da Caatinga. 2008. 18 p.

AZEVEDO, Sócrates Martins Araújo; BAKKE, Ivonete Alves; BAKKE, Olaf Andreas; FREIRE, Antônio Lucineudo de Oliveira. Crescimento de plântulas de jurema preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poiret) em solos de áreas degradadas da caatinga. **Engenharia Ambiental**, v. 9, n. 3, p. 150-160, jul./set., 2012. Disponível em:

<http://ferramentas.unipinhal.edu.br/engenhariaambiental/viewarticle.php?id=745>. Acesso em: 09 jun. 2021.

AZEVEDO, Tatiane Kelly Barbosa de; PAES, Juarez Benigno; CALEGARI, Leandro; NASCIMENTO, José Wallace Barbosa do. Qualidade dos taninos de jurema-preta (*Mimosa tenuiflora*) para a produção de adesivo tanino formaldeído. **Ciência Florestal**, v. 25, n. 2, p. 507-514, jun. 2015. doi: <https://doi.org/10.5902/1980509818470>.

BAKKE, Ivonete Alves. **Potencial de acumulação de fitomassa e composição bromatológica da jurema preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poiret) na região semi-árida da Paraíba**. 2005. 92f. Tese (Doutorado em Agronomia) –Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba. 2005. Disponível em:

<https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/tede/8108>. Acesso em: 21 jun. 2021.

BAKKE, Ivonete Alves; FREIRE, Antônio Lucineudo de Oliveira; BAKKE, Olaf Andreas; ANDRADE, Alberício Pereira de; BRUNO, Riselane de Lucena Alcântara. Water and sodium chloride effect on *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poiret seed germination. **Revista Caatinga**, v. 19, n.3, p. 261-267, 2006. Disponível em:

<https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/caatinga/article/view/82>. Acesso em: 21 jun. 2021.

BAKKE, Ivonete Alves; BAKKE, Olaf Andreas; ANDRADE, Alberício Pereira; SALCEDO, Ignacio Hernan. Forage yield and quality of a dense thorny and thornless " jurema-preta" stand. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 3, p. 341-347, mar., 2007. doi: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2007000300006>.

BAKKE, Ivonete Alves; BAKKE, Olaf Andreas; SALCEDO, Ignacio Hernan; ANDRADE, Alberício Pereira. In situ fodder production of *Mimosa tenuiflora* under pruning in native caatinga tropical dry forest in Brazil. **Tropical Grasslands**, v. 43, 178–187, 2009. Disponível em:

[researchgate.net/publication/265411832_In_situ_fodder_production_of_Mimosa_tenuiflora_under_pruning_in_native_caatinga_tropical_dry_forest_in_Brazil](https://www.researchgate.net/publication/265411832_In_situ_fodder_production_of_Mimosa_tenuiflora_under_pruning_in_native_caatinga_tropical_dry_forest_in_Brazil). Acesso em: 11 ago. 2023.

BATISTA, Felipe Gomes; MELO, Rafael Rodolfo de; MEDEIROS, Dayane Targino de; OLIVEIRA, Antônio Giliard dos Santos; FREITAS, Cirilo Berson Alves; SILVA, Erick

Daniel Gomes de; PIMENTA, Alexandre Santos. Longitudinal variation of wood quality in the five forest species from Caatinga. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 15, n. 4, p. 1-9, 2020. doi: <https://doi.org/10.5039/agraria.v15i4a8572>.

BEZERRA, Denise Aline Casimiro; RODRIGUES, Fabíola Fernandes Galvão; COSTA, José Gualberto Martins da; PEREIRA, Andrea V.; SOUSA, Erlandio Oliveira de; RODRIGUES, Onaldo Guedes. Abordagem fitoquímica, composição bromatológica e atividade antibacteriana de *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poiret e *Piptadenia stipulacea* (Benth) Ducke. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**. v. 33, n. 1, p. 99-106, 2011. doi: 10.4025/actascibiolsci.v33i1.5366.

BIRUEL, Rosângela Perez; AGUIAR, Ivor Bergemann de; PAULA, Rinaldo Cesar de. Germinação de sementes de pau-ferro submetidas a diferentes condições de armazenamento, escarificação química, temperatura e luz. **Revista brasileira de sementes**, v. 29, p. 151-159, 2007. doi: <https://doi.org/10.1590/S0101-31222007000300018>.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2009. 399 p. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/arquivos-publicacoes-insumos/2946_regras_analise_sementes.pdf. Acesso em: 07 set. 2023.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. **Relatório Final do Grupo de Trabalho Interministerial para Redelimitação do Semiárido Nordestino e do Polígono das Secas**. Brasília: Ministério da Integração Nacional, 2005. 118 p. Disponível em: https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosSNPU/Biblioteca/publicacoes/relatorio_semi_arido.pdf. Acesso em: 30 jun. 2021.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Portaria n.º 34, de 18 de janeiro de 2018. Atualiza a classificação das microrregiões segundo a tipologia do Política Nacional de Desenvolvimento Regional - PNDR, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, seção 1, n.º 14, p. 28, 2018. pt. 1. Disponível em: <https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosSNPU/ArquivosPDF/Portaria-34-de-18-de-janeiro-de-2018-Tipologia-PNDR.pdf>. Acesso em: 7 jun. 2021.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Portaria IBAMA n.º 37-N, de 3 de abril de 1992. Reconhece como lista oficial das espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção a relação que apresenta. Brasil. Brasília, **Diário Oficial da União**, seção 1, n.º 14, p. 28. de 3 de abril de 1992. pt. 6. Disponível em: <https://www.ibama.gov.br/component/legislacao/?view=legislacao&legislacao=95519>. Acesso em: 30 jun. 2021.

CÂMARA, Francisco Augusto Alves; TORRES, Salvador Barros; GUIMARÃES, Isaias Porfírio; OLIVEIRA, Mychelle Karla Teixeira; OLIVEIRA, Francisco de Assis de. Biometria de frutos e sementes e superação de dormência de jucá (*Caesalpinia ferrea* Mart. ex. Tul. (LEGUMISOSAE – CAESALPINOIDEAE). **Revista Caatinga**. v. 21, n. 4, p. 172-1778, 2008. ISSN 0100-316X. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/2371/237117689026.pdf>. Acesso em: 11 ago. 2023.

CARVALHO, Fabianno Cavalcante de; GARCIA, Rasmô; ARAÚJO FILHO, João Ambrosio de; COUTO, Laércio; NEVES, Júlio Cesar L.; ROGÉRIO, Marcos Cláudio Pinheiro. Manejo

in situ do sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth.) para produção simultânea de madeira e forragem, em um sistema silvipastoril. **Agrossilvicultura**, v. 1, n. 2, p. 121-129, 2004. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/531975>. Acesso em: 21 jul. 2023.

CARVALHO, Jullyana Nair de; BECKMANN-CAVALCANTE, MárkillaZunete; RODRIGUES, Renato Garcia; FONTANA, AndréPaviotti; PIFANO, DanielSalgado. Native caatinga species for the recovery of degraded areas in the Brazilian semiarid region. **Revista Árvore**, v. 46, p. e4610, 2022. doi: <https://doi.org/10.1590/1806-908820220000010>.

CARVALHO, Paulo Ernani Ramalho. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília. Embrapa Informação Tecnológica, Colombo: Embrapa Florestas, 2003. 1039 p. (Coleção Espécies Arbóreas Brasileiras, v. 1). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/229483/1/Especies-Arboreas-Brasileiras-vol-1-Livro.pdf>. Acesso em: 30 jun. 2023.

CARVALHO, Paulo Ernani Ramalho. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília. Embrapa Informação Tecnológica, Colombo: Embrapa Florestas, 2006. 627 p. (Coleção Espécies Arbóreas Brasileiras, v. 2). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/229489/1/Especies-Arboreas-Brasileiras-vol-2red.pdf>. Acesso em: 30 jun. 2023.

CARVALHO, Paulo Ernani Ramalho. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília. Embrapa Informação Tecnológica, Colombo: Embrapa Florestas, 2008. 593 p. (Coleção Espécies Arbóreas Brasileiras, v. 3). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/229490/1/Especies-Arboreas-Brasileiras-vol-3red.pdf>. Acesso em: 30 jun. 2023.

CARVALHO, Paulo Ernani Ramalho. Braúna-do-sertão – *Schinopsis brasiliensis*. **Comunicado Técnico**: Embrapa Florestas, Colombo, v. 3, p. 9, jul., 2009. ISSN 1517-5030. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/578550/1/CT222.pdf>. Acesso em: 11 ago. 2023.

CARVALHO, Paulo Ernani Ramalho. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília. Embrapa Informação Tecnológica, Colombo: Embrapa Florestas, 2010. 644 p. (Coleção Espécies Arbóreas Brasileiras, v. 4). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/229491/1/Especies-Arboreas-Brasileiras-vol-4red.pdf>. Acesso em: 30 jun. 2023.

CAVALCANTI, Iracema Fonseca Albuquerque. Large scale and synoptic features associated with extreme precipitation over South America: A review and case studies for the first decade of the 21st century. **Atmospheric Research**, v. 118, n. 15, p. 27-40, 2012. doi: <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2012.06.012>.

CHAVES, Luiz Carlos Guerreiro; LOPES, Fernando Bezerra; MAIA, Anthony Rafael Soares; MEIRELES, Ana Célia Maia; ANDRADE, Eunice Maiade. Qualidade da água e impactos antrópicos em bacias hidrográficas de açudes no semiárido brasileiro. **Revista Ciência Agronômica**, v. 50, n. 2, p. 223-233, abr.-jun., 2019. doi: <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20190026>.

CONRADO, Jefte Arnon de Almeida; CAVALCANTE, Ana Clara Rodrigues; TONUCCI, Rafael Gonçalves; SALDANHA, Alan Rocha; CÂNDIDO, Magno José Duarte. O manejo da pastagem natural incrementa a biomassa herbácea nativa e exótica e a biodiversidade na Caatinga no Brasil. **SEMINA. Ciências Agrárias (online)**, v. 40, n. 2, p. 867-884, 2019. doi: 10.5433/1679-0359.2019v40n2p867.

CORREIA, Karina Guedes; NOGUEIRA, Rejane Jurema Mansur Custódio. Avaliação do crescimento do amendoim (*Arachis hypogaea* L.) submetido a déficit hídrico. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 4, n. 2, 2004. ISSN 1519-5228. Disponível em: https://www.redalyc.org/pdf/500/Resumenes/Resumo_50040214_5.pdf. Acesso em: 11 ago. 2023.

COSTA, Jorge Antônio Silva; NUNES, Teonildes Sacramento; FERREIRA, Ana Paula Lopes; STRADMAN, Maria Theresa Sopena; QUEIROZ, Luciano Pagnucci de. **Leguminosas forrageiras da Caatinga: espécies importantes para as comunidades rurais do sertão da Bahia**. Feira de Santana: Universidade Estadual de Feira de Santana. SASOP, 2002. 112 p. Disponível em: <http://www.cnip.org.br/livro/LEGUMINOSAS-guiasCAMPO-v2.pdf>. Acesso em: 11 ago. 2023.

CUNHA, Maria do Carmo Learth; ALMEIDA, Ediglécia Pereira; FERREIRA, Thiago Costa. Seed bank induced with species native to the caatinga (fabaceae) in São Mamede, PB. **Revista Ciência Agrícola**, v. 19, n. 1, p. 9-16, 2021. doi: <https://doi.org/10.28998/rca.v19i1.9500>

DIÓGENES, Allan Guimarães; MARTINS, Ildeu Soares; MARTINS, Rosana Carvalho. Avaliação da produção de mini-estacas em mini cepas de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. (Aroeira). **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, v.21, n.1, ano 11, p.49-57, fev. 2013. Disponível em: http://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/7dBiJqSOy4N9Qhn_2013-4-29-16-29-49.pdf. Acesso em: 19 jun. 2021.

EVANGELISTA, Antônia dos Reis Salustiano. O processo de desmatamento do bioma caatinga: riscos e vulnerabilidades socioambientais no território de identidade do Sisal, Bahia. **Revista Geográfica de America Central**, v. 2, p. 1-13, 2011. (Número Especial EGAL) Disponível em: <http://observatoriogeograficoamericatinalatina.org.mx/egal13/Procesosambientales/Impactoambiental/50.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2023.

FERREIRA, Ivan Carlos de Moraes; COELHO, Ricardo Marques; TORRES, Roseli Buzanelli; BERNACCI, Luís Carlos. Solos e Remanescentes de Vegetação Nativa em Campinas, SP. 2007. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 9, set. 2007. doi: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2007000900014>.

FERREIRA, Wanessa Nepomuceno, LACERDA, Claudivan Feitosa de, COSTA, Rafael Carvalho da; MEDEIROS FILHO, Sebastião. Effect of water stress on seedling growth in two species with different abundances: the importance of Stress Resistance Syndrome in seasonally dry tropical forest. **Acta Botanica Brasilica**, v. 29, n. 3, p. 375-382, 2015. doi: <https://doi.org/10.1590/0102-33062014abb0045>.

FIGUEIREDO, Juliana Matos; ARAÚJO, Joab Medeiros; PEREIRA, Osilene Nóbrega; BAKKE, Ivonete Alves; BAKKE, Olaf Andreas. Revegetation of degraded caatinga sites.

Journal of Tropical Forest Science, v. 24, n. 3, p. 332–343, 2012. Disponível em: <https://www.frim.gov.my/v1/JTFSONline/jtfs/v24n3/332-343.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2021.

FLORA E FUNGA DO BRASIL. 2023. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/listaBrasil/ConsultaPublicaUC/ConsultaPublicaUC.do#CondicaoTaxonCP>. Acesso em: 14 ago. 2023.

FRANCISCO, Paulo Roberto Megna; MEDEIROS, Raimundo Mainar de; SANTOS, Djail; MATOS, Rigoberto Moreira de. Classificação climática de Köppen e Thornthwaite para o estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 8, n. 4, p. 1006-1016, 2015. doi: <https://doi.org/10.5935/1984-2295.20150049>.

FRANCISCO, Paulo Roberto Megna; SANTOS, Djail. **Climatologia do Estado da Paraíba**. 1ª ed. Campina Grande: EDUFCG, 2017. 75 p. Disponível em: <https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/573985/2/Climatologia%20do%20Estado%20da%20Paraiba.pdf>. Acesso em: 9 jun. 2021.

GALDINO, Graciliano; MESQUITA, Mariana Rabello; FERRAZ, Isolde Dorothea Kossman. Descrição morfológica da plântula e diásporos de *Caesalpinia ferrea* Mart. **Revista Brasileira de Biociências**, v.5, n. S1, p.747-749, 2007. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/rbrasbioci/article/view/115724>. Acesso em: 25 jun. 2021.

GONZAGA, Taciana Walesca Cruz; SILVA, Humberto; DUARTE, Maria Elita Martins; MATA, Mário Eduardo R. M. Cavalcanti. Crioconservação de sementes de aroeira (*Astronium urundeuva* Engl.), e baraúna (*Schinopsis brasiliensis* Engl.). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 5, n. 2, p. 145-154, 2003. doi: <http://dx.doi.org/10.15871/1517-8595/rbpa.v5n2p145-154>.

HASTENRATH, Stefan. Exploring the climate problems of Brazil's Northeast: a review. **Climatic Change**, v. 112, n. 2, p. 243-251, 2012. doi: <https://doi.org/10.1007/s10584-011-0227-1>.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Ministério da Agricultura e Pecuária. **Dados Históricos Anuais: Patos - Anos 2022-2023**. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/dadoshistoricos>. Acesso em: 09 jun. 2023.

JESUS, Janisson Batista de; FERREIRA, Robério Anastácio; GAMA, Dráuzio Correia; GOES, João Horácio Almeida de. Estabelecimento de espécies florestais nativas via semeadura direta no rio Piauitinga-Sergipe. **Floresta e Ambiente**, v. 24, p. e20150288, 2017. doi: <https://doi.org/10.1590/2179-8087.028815>.

LEITE, Eneas Reis; VIANA, João J. Avaliação do potencial forrageiro nos cariris paraibanos. In: 1986. 23th **Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, 1986. 269. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/514510>. Acesso em: 16 jul. 2023.

LENHARD, Nádia Regina; PAIVA NETO, Vespasiano Borges de; SCALON, Silvana de Paula Quintão; ALVARENGA, Amauri Alves de. Crescimento de mudas de pau-ferro sob diferentes níveis de sombreamento. **Produção Vegetal: Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.43, n.2, p.178-186, jun., 2013. doi: <https://doi.org/10.1590/S1983-40632013000200012>.

LENHARD, Nádia Regina; SCALON, Silvana de Paula Quintão; NOVELINO, José Oscar. Crescimento inicial de mudas de pau ferro (*Caesalpinia ferrea* Mart).

extul. var. *leiostachya*Benth.) sob diferentes regimes hídricos. **Ciências Agrotécnicas**, v. 34, n. 4, p. 870-877, jul./ago., 2010. doi: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542010000400011>.

LIMA, André Luiz Alves de; SAMPAIO, Everardo Valadares de Sá Barretto; CASTRO, Cibele Cardoso de; RODAL, Maria Jesus Nogueira; ANTÔNIO, Antônio Celso Dantas; MELO, André Laurênio de. Do the phenology and functional stem attributes of woody species allow for the identification of functional groups in the semiarid region of Brazil? **Trees**, 26, 1605-1616, 2012. doi: <https://doi.org/10.1007/s00468-012-0735-2>.

LIMA JÚNIOR, Claudemiro de; SAMPAIO, Everardo Valadares de Sá Barretto; LIMA, Regina Lúcia Félix de Aguiar; MENEZES, Rômulo Simões César. Potencial de aproveitamento energético de fontes de biomassa no Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 7, n. 02, p. 207-221, 2014. doi: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v7.2.p207-221>.

LIMA, Khadidja Dantas Rocha; CHAER, Guilherme Montandon; ROWS, Janaína Ribeiro Costa; MENDONÇA, Vander; RESENDE, Alexander Silva. Seleção de espécies arbóreas para revegetação de áreas degradadas por mineração de piçarra na caatinga. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 1, p. 203 - 213, jan./mar., 2015. ISSN 1983-2125 (online). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/122318/1/Khadidja-et-al-selecao-de-especies-arboreas-para-revegetacao.pdf>. Acesso em: 11 ago. 2023.

LIMA, Micheline Maria de; SANTOS, Lucília de Araújo; MOURA, Flávia de Barros Prado; NOGUEIRA, Eliane Maria de Souza. Sobrevivência inicial de seis espécies usadas na recuperação de uma área degradada na caatinga. **Revista Ouricuri**, v. 5, n. 2, jul./ago., 132–137, 2015. ISSN 2317-0131. Disponível em: <https://www.revistas.uneb.br/index.php/ouricuri/article/view/1489>. Acesso em: 11 ago. 2023.

LIRA, Elder Cunha de; PEREIRA, Daniel Duarte; NASCIMENTO, George Vieira do; FELIX, Evaldo dos Santos; OLIVEIRA FILHO, T. J.; RIBEIRO, N. L. O Marmeleiro (*Croton* sp.) e os seus arredores: manejo e oportunidades de utilização na produção florestal. **Brazilian Journal of Development**, v.5, n. 11, p. 27147-27160, 2019. <https://doi.org/10.34117/bjdv5n11-327>.

LORENZI, Harri. **Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Vol.1. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 1992. 352 p.

LORENZI, Harri. **Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Vol. 2. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. 368 p.

MAIA, Gerda Nickel. **Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades**. São Paulo: D&Z, 2004. 413 p.

MARTINS; Walmer Bruno Rocha. BARROS, Welton dos Santos; DIONISIO, Luiz Fernandes Silva; BEZERRA, Talita Godinho; SANTOS, Mario Lima dos; FERREIRA, Gracial da Costa; BARBOSA, Victor Moreira; OLIVEIRA, Francisco de Assis. Survival, growth and regeneration of forest species in mining areas in the Eastern Amazonia. **Scientia Plena**, v. 16, n. 6, p. 1-13, 2020. doi:<https://doi.org/10.14808/sci.plena.2020.060204>.

MATTOS, Patrícia Póvoa de; BRAZ, Evaldo Muñoz; DOMENE, Vitor Dressano; PAREYN, Frans Germain Corneel; ALVAREZ, Ivan André; LIMA, Kleber Costa. **Crescimento diamétrico de jurema-preta em Limoeiro do Norte, CE**. Colombo: Embrapa Florestas, 3 p.

2012. (Comunicado Técnico/Recomendações Técnicas). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/945471>. Acesso em: 26 julho 2023.

MÜLLER, Tiago; FELDMANN, Neuri Antônio; MÜHL, Fabiana Raquel Mühl. Diagnóstico da fertilidade do solo de pequenas propriedades nos municípios de Itapiranga e São João do Oeste. **Revista Inovação: Gestão e Tecnologia no Agronegócio**, v. 1, n. 1, 29-45, 2022. Disponível em <https://revistas.uceff.edu.br/inovacao/article/view/11>. Acesso em: 28julho2023.

MUTTI, Pedro Rodrigues.; LINDENBERG Lucena. da Silva; SALOMÃO, de Sousa. Medeiros; VICENT, Dubreuil; MENDES, Keila Rêgo.; MARQUES, Thiago Valetim.; LÚCIO, Paulo Sérgio.; SILVA, Cláudio Móises. Santos e; BEZERRA, Bergson Guedes. Basin scale rainfall-evapotranspiration dynamics in a tropical semiarid environment during dry and wety ears. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, v. 75, p. 29-43, 2019. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jag.2018.10.007>.

OLIVEIRA, Elisabeth de; VITAL, Benedito Rocha; PIMENTA, Alexandre Santos; DELLA LUCIA, Ricardo Marius; LADEIRA, Ana Márcia M.; CARNEIRO, Angélica de Cássia Oliveira. Estrutura anatômica da madeira e qualidade do carvão de *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir. **Revista Árvore**, v. 30, n. 2, p. 311-318, 2006. doi: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622006000200018>.

OLIVEIRA, Pedro Paulo Gomes de; ACOSTA, Hugo Armando Barúa; MARIA, Luciano de Souza; CARVALHO, Marco Antônio Camilo de. Influência da época e do número de desrama sobre o desenvolvimento inicial de *Tectona grandis* L. F. no sistema silvipastoril. **Investigación Agraria**, v. 22, n. 1, p. 39-45, jun. 2020. doi: <https://doi.org/10.18004/investig.agrar.2020.junio.39-45>.

PAES, Juarez Benigno; SANTANA, Gregório Mateus; AZEVEDO, Tatiane Kelly Barbosa de; MORAIS, Rayssa de Medeiros; CALIXTO JÚNIOR, João Tavares. Substâncias tânicas presentes em várias partes da árvore angico-vermelho (*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan. var. cebil (Gris.) Alts.). **Scientia Forestalis**, v. 38, n. 87, p. 441-447, set. 2010. doi: <http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br:80/handle/123456789/16466>.

PÁSCOA, Kalil José Viana da; SCOLFORO, José Roberto Soares; FERRAZ FILHO, Antônio Carlos; ALTOÉ, Thiza Falqueto; GOMIDE, Lucas Rezende. Growth of *Eremanthus erythropappus* (DC.) Mac Leish in Different Planting Spacings. **Floresta e Ambiente**, v. 26, n. 2, p. e20170834, 2019. doi:<https://doi.org/10.1590/2179-8087.083417>.

PEREIRA FILHO, José Moraes; VIEIRA, Ednéia de Lucena; SILVA, Aderbal Marcos de Azevedo; CÉSAR, Marcílio Fontes; CARVALHO JÚNIOR, Aloísio Monteiro de. Efeito da altura de corte no controle da jurema-preta [*Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir.]. **Revista Caatinga**, v. 23, n. 2, p. 51-58, abr.-jun., 2010. Disponível em: <http://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/sistema>. Acesso em: 11 ago. 2023.

PEREIRA JÚNIOR, José de Sena. **Nova delimitação do semiárido brasileiro**. Biblioteca Digital da Câmara dos Deputados. Centro de Documentação e Informação. Brasília, 2007. 25 p. Disponível em: https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosSNPU/Biblioteca/publicacoes/cartilha_delimitacao_semi_arido.pdf. Acesso em: 30 jun. 2021.

PORDEUS JÚNIOR, Ismael. A expansão da Jurema na Península Ibérica. **Revista de Ciências Sociais**, v. 45, n. 1, p. 247-262, 2014. Disponível em: <http://www.periodicos.ufc.br/revcienso/article/view/2435/1879>. Acesso em: 15 jun. 2023.

PREZOTTI, Luiz Carlos; GUARÇONI, André M. **Guia de interpretações de análise de solo e foliar**. Incaper, 2013. 104 p. Disponível em: <https://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/bitstream/item/40/1/Guia-interpretacao-analise-solo.pdf>. Acesso em: 13 jul. 2023.

QUEIROZ, Luciano. Paganucci de. **Leguminosas da caatinga**. Feira de Santana, Universidade Estadual de Feira de Santana, 2009. 914 p. Disponível em: <https://www.passeidireto.com/arquivo/37813025/queiroz-2009-leguminosas-da-caatinga>. Acesso em: 9 jun. 2021.

QUIRINO, Waldir Ferreira.; VALE, Ailton Teixeira; ANDRADE, Ana Paula Abreu de; ABREU, Vera Lúcia Silva; AZEVEDO, Ana Cristina dos Santos. Poder calorífico da madeira e de materiais lignocelulósicos. **Revista da Madeira**, n. 89, p. 100-106, abr. 2005. <https://docplayer.com.br/6368339-Poder-calorifico-da-madeira-e-de-materiais-ligno-celulosicos.html>. Acesso em: 19 jun. 2021.

ROLIM, Samir Gonçalves.; PIOTTO, Daniel. (Eds.). Silviculture and wood properties of native species of the Atlantic Forest of Brazil. **Ed. Rupestre**, 2019. 164 p. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/336409072_Silviculture_and_Wood_Properties_of_Native_Species_of_the_Atlantic_Forest_of_Brazil. Acesso em: 29 jul. 2023.

SALES, Francisco das Chagas Vieira; BAKKE, Olaf Andreas; BAKKE, Ivonete Alves; SOUZA, Bruna Vieira de; FERREIRA, Cheila Deyse; BAKKE, Erick Alves. How do Native Trees Establish on Degraded Caatinga Sites? **Journal of Experimental Agriculture International**, v. 32, n. 1, p. 1-9, 2019. doi: ISSN: 2231-0606. doi: 10.9734/jeai/2019/v32i130094.

SAMPAIO, Everardo Valadares de Sá Barretto. Overview of the Brazilian caatinga. *In* S. Bullock, H. S.; Mooney, Harold A.; Medina, Ernesto. (Eds.). **Seasonally Dry Tropical Forests**. Cambridge University Press, 1995. p.35-63. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/books/seasonally-dry-tropical-forests/overview-of-the-brazilian-caatinga/8F01044DCEEAE0A6F1E91EC739312313>. Acesso em: 9 jun. 2021.

SANTANA, José Augusto da Silva; FERREIRA, Larissa da Silva; COELHO, Robson Rogério Pessoa; VIEIRA, Fábio de Almeida; PACHECO, Mauro Vasconcelos. Tecnologias de baixo custo para superação de dormência em sementes de *Caesalpinia ferrea* var. *ferrea* Mart. ex. Tul. (pau ferro). **Revista Verde**, v. 6, n. 1, p. 225-229, jan./mar., 2011. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/524>. Acesso em: 25 jun. 2021.

SANTOS, Patrícia Menezes; VOLTOLINI, Tadeu Vinhas; CAVALCANTE, Ana Clara Rodrigues; PEZZOPANE, José Ricardo Macedo; MOURA, Magna Soelma Beserra de; SILVA, Thieres George Freire da; BETTIOL, Giovana Maranhão; CRUZ, Pedro Gomes da. Mudanças Climáticas Globais e a Pecuária: Cenários Futuros para o Semiárido Brasileiro. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.4, n. 6, p. 1176-1196.2011. doi: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v4i6.232765>.

SANTOS, William de Sousa; BAKKE, Olaf Andreas; SANTOS, Wellington de Sousa; SILVA, Amanda de Araújo; JUSTINO, Sérgio Túlio Pereira. Produção de lenha e forragem de *Poincianella pyramidalis* (Tul.) LP Queiroz submetida à poda anual. **Ciência Florestal**, v. 30, n. 1, 89-103, jan./mar., 2020. doi: <https://doi.org/10.5902/1980509832500>.

SCUR, Luciana; GIMENEZ, Juliano Rodrigues; BURGEL, Caroline Ferri. (Orgs.). **Biodiversidade, Recursos Hídricos e Direito Ambiental**. Educ, 2020. p. 201. Disponível em: <https://www.ucs.br/site/midia/arquivos/ebook-biodiversidade-rec-hid.pdf>. Acesso em: 9 jun. 2021.

SILVA, Byanca Eugênia Duarte. **A etnobotânica da jurema preta e seus efeitos fitopsicológicos e espirituais dentro de um sistema agroindustrial**. 2019. 63 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) - Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Universidade Federal de Campina Grande, 2019. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/11549>. Acesso em: 15 jul. 2023.

SILVA, Carlos Eduardo Silveira da; MARTINS, Bianca Cerqueira; CARVALHO, Paulo César Leal de; REIS, Cláudia de Azevedo; MACIEL, Norma da Silva Rocha; PEREIRA, Marcos Gervásio; GOMES, Fernando José Borges; ROLIM, Samir Gonçalves; PIOTTO, Daniel; CARVALHO, Alexandre Monteiro de; LATORRACA, João Vicente de Figueiredo. Caracterização física, mecânica e de trabalhabilidade de madeiras de seis espécies da Mata Atlântica. In: EVANGELISTA, Wescley Viana (Org.). **Madeiras Nativas e plantas do Brasil: qualidade, pesquisas e atualidades**. Científica Digital, 2021. p. 19-41. doi: 10.37885/210303812.

SILVA, José Crisólogo de Sales; ABDALLA, Adibe Luiz; OLIVEIRA, Alex Romualdo Nunes de Oliveira; SANTOS, Neilson Silva; SILVA, Lívio Kelder Martins da; LIMA, Edvânia da Conceição Pontes. Consumo voluntário por caprinos no Bioma Caatinga no Brasil. **Diversitas Journal**. v. 5, n. 4, p.3211-3225, out./dez. 2020. doi: 0.17648/diversitas-journal-v5i4-1375.

SILVA, Maiele Leandro; PINTO, José Rivandildo de Souza; DOMBROSKI, Jeferson Luiz Dallabona; FARIAS, Raul Martins de. Desenvolvimento inicial de plântula de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tull. em função de diferentes substratos. **Cadernos de Agroecologia**, v. 6, n. 2, p. 1-5, dez., 2011. ISSN 2236-7934. Disponível em: <https://revistas.aba-agroecologia.org.br/index.php/cad/article/view/11910>. Acesso em: 25 jun. 2021.

SIQUEIRA-FILHO, J. A.; MEIADO, M. V.; RABBANI, A. R. C.; SIQUEIRA, A. A.; VIEIRA, D. C. M. **Guia de campo de árvores das caatingas**: volume II. Editora Progressiva LTDA, 2013. p. 67.

SOARES, Jeandra; PELLIZZARO, Luciana. Inventário da Arborização Urbana do município de Ampére (Paraná - Brasil). **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 5, n. 1, p. 111-127, 2019. Disponível em: <https://revistabrasileirademeioambiente.com/index.php/RVBMA/article/view/142>. Acesso em: 20 jun. 2021.

SOUZA, Amanda Pereira de; COSTA, Francisco Carlos Pinheiro da; ALENCAR, Rosana Ferreira de; LIMA, Silvio Felipe Barbosa. Exploração e utilização do potencial madeireiro da Caatinga no município de Aurora – estado do Ceará. **Pesquisa e Ensino em Ciências Exatas e da Natureza**, v. 2, n. 2, p. 158-168, 2018. doi: <http://dx.doi.org/10.29215/pecen.v2i2.1070>.

SOUZA, Bartolomeu Israel; SOUZA, Ramon Santos. Processo de ocupação dos Cariris Velhos–PB e efeitos na cobertura vegetal: contribuição à Biogeografia Cultural do semiárido. **Caderno de Geografia**, v. 26, n. 2, p. 229-258, dez., 2016. Edição Especial. doi: <https://doi.org/10.5752/p.2318-2962.2016v26nesp2p229>.

SOUZA, Bartolomeu Israel; SUERTEGARAY, Dirce Maria Antunes; LIMA, Eduardo Rodrigues Viana de. Desertificação e seus efeitos na vegetação e solos do cariri Paraibano. **Mercator**, v. 8, n. 16, p. 217-232, out., 2009. doi: 10.4215/RM2009.0816.0017.

SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE. Ministério da Integração Nacional. **Nova delimitação do Semiárido**. De acordo com a Resolução CONDEL nº 107, de 27/07/2017 e nº 115, de 23/11/2017. Disponível em: <https://www.gov.br/sudene/pt-br/centrais-de-conteudo/relao-de-municipios-semirido-pdf>. Acesso em: 06 jun. 2021.

SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE. Ministério do Desenvolvimento Regional. **Delimitação do Semiárido -2021**. Relatório Final. Recife, 2021. <https://www.gov.br/sudene/pt-br/centrais-de-conteudo/02semiaridorelatorionv.pdf>. Acesso em: 10 jul., 2023.

TABARELLI, Marcelo; LEAL, Inara R.; SCARANO, Fábio R.; SILVA, José M. C. da. Caatinga: legado, trajetória e desafios rumo à sustentabilidade. **Ciência e Cultura**, v. 70, n. 4, p. 25-29, out./dez., 2018. <http://dx.doi.org/10.21800/2317-66602018000400009>.

TAIZ, Lincoln. & ZEIGER, Eduardo. 2002. **Plant Physiology**. 3 ed. Sinauer Associates, Inc., Publishers. Disponível em: <https://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/PlantPhysiologyTaiz2002.pdf>. Acesso em: 15 out., 2023.

VAN SOEST, Peter J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2 ed. New York: Cornell University Press, 1994. 122 p. Disponível em: <https://www.bibliotecaagptea.org.br/zootecnia/nutricao/livros/NUTRICA0%20DE%20RUMI NANTES.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2021.

WILCKEN, Carlos Frederico; LIMA, Alexandre Coutinho Vianna; DIAS, Thaise Karla Ribeiro; MASSON, Marcus Vinícius; FERREIRA FILHO, Pedro José; DAL POGETTO, Mário Henrique F. A. **Guia Prático de Manejo de Plantações de Eucalipto**. Botucatu: FEPAF, 2008. 25 p. Disponível em: www.iandebo.com.br/pdf/plantioeucalipto.pdf. Acesso em: 22 jun. 2021.