

ARQUITETURA DE COPA DE INDIVÍDUOS DE *Poincianella pyramidalis* (TUL) L.P. QUEIROZ NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Gilbevan Ramos de Almeida¹; Dilma Maria de Brito Melo Trovão².

¹Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação – *Universidade Estadual da Paraíba*, gilbevanramos@gmail.com.

²Professora Doutora, Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação – *Universidade Estadual da Paraíba*, dilmatrova@gmail.com.

RESUMO: A arquitetura de copa de *Poincianella pyramidalis* (Tul) L.P. Queiroz foi observada e analisada através de uma rede de nós e conectores, objetivando representar e verificar se há um padrão na disposição desses parâmetros em indivíduos jovens da referida espécie. Para padronizar os indivíduos em análise convencionou-se coletar dados em espécimes com diâmetro < 3,25 e altura < 2,25. As mensurações foram realizadas em um fragmento florestal localizado no semiárido brasileiro, região de Caatinga, no município de Barra de Santana-PB. Para cada indivíduo foi contabilizado o número de conectores, nós regulares, nós finais e nós de emissão, além das distâncias entre os diferentes tipos de nós. Os resultados mostraram que os tipos de nós que ocorreram com maior frequência nesses indivíduos foram os nós regulares e nós finais. Os indivíduos 1 e 5 com diâmetro ao nível do solo (DNS) 3,24 e de 1,72 respectivamente, foram os que apresentaram o maior número tanto de conectores como de nós. Dessa forma, com base nos dados obtidos através de uma metodologia nova e proficiente destacando a diferenciação no número de nós e conectores, pode-se afirmar que não houve um padrão de desenvolvimento nesses indivíduos jovens.

Palavras-chave: Caatinga, rede de nós, padrão de desenvolvimento, ecofisiologia vegetal.

INTRODUÇÃO

O modelo arquitetônico de uma planta reúne componentes que dizem respeito à sua forma, tipo biológico, localização e/ou orientação no espaço e a forma como se relacionam (GODIN, 2000). Segundo Zhang et al (2009), espécies que conseguem se adaptar e desenvolver uma arquitetura ideal para o ambiente, por sua vez, conquistam uma vantagem em sua produtividade, mas quando há um desequilíbrio dos fatores limitantes ao desenvolvimento, o organismo é então submetido a uma situação de estresse, podendo ser biótico ou abiótico, com conseqüente diminuição no seu potencial reprodutivo e de crescimento. As plantas são frequentemente submetidas a situações de estresse, que podem interferir no número de ramificações e na altura da planta.

Os estudos envolvendo arquitetura de copa, são considerados um avanço em relação às pesquisas que buscam compreender a morfologia das plantas, dessa forma, consistindo em uma análise com abordagem dinâmica, contemplando vários níveis (BARTHÉLÉMY; CARAGLIO, 2007). A forma como a planta se desenvolve está diretamente ligado ao seu sucesso reprodutivo, sendo assim, um estudo de grande importância ecológica. Dessa forma, a relação entre o tamanho e a forma de árvores, pode refletir estratégias adaptativas de uma espécie para captação de recursos ao longo do seu desenvolvimento (WEINER et al, 2009).

O crescimento e desenvolvimento da parte aérea da planta são comprometidos quando ficam diante de situações com baixa aptidão de água. Souza et al (2011), levou adiante estudos envolvendo essa temática, quando analisaram estratégias arquitetônicas de árvores do Cerrado, apontando a existência de uma relação entre a fenologia foliar e a estrutura de ramificação das copas de espécies arbóreas, por meio de uma rede contendo nós e conectores. Godin, (2000), aponta que os modelos estruturais da copa de uma planta, podem ser utilizados para obter informações morfofisiológicas de grande importância sobre a espécie estudada e sua interação com o microambiente e seus modelos de desenvolvimento.

A Caatinga possui um clima propício a déficit hídrico e essa falta de água acontecendo nos tecidos e/ou solo, causado pela alta taxa de evapotranspiração, pode causar certo comprometimento das funções vitais ou mesmo, estimular o vegetal a apresentar respostas adaptativas, tornando possível sua sobrevivência por longos períodos de escassez de chuvas (KRIEG, 1993). Silva et al (2004), argumentam que é comum encontrar em áreas de Caatinga, espécies vegetais com características fisiológicas e/ou morfológicas similares e que permitem o seu estabelecimento, resistindo a esses períodos de estresse hídrico.

Assim, a caracterização da arquitetura de uma espécie vegetal, produz informações de componentes que dependendo do tipo de análise, podem variar em diferentes tipos, expondo a hierarquia do sistema de ramificação (GODIN, 2000). Sabe-se que a arquitetura da copa influencia no transporte de água, interceptação de luz, bem como a assimilação e alocação de carbono (SOUZA, 2011), mas pouco se sabe acerca das estratégias de crescimento e ramificação adotados por espécies em áreas de Caatinga.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo

As atividades de coleta de dados e mensuração dos indivíduos, foram realizadas na fazenda Pocinho propriedade particular (7° 29' 48" S, 35° 58' 13" W), localizada no município de Barra de Santana, estado da Paraíba.

Obtenção dos dados referentes aos nós e conectores

A forma de analisar os ramos e as suas interligações na copa toda dos indivíduos ocorreu por meio de uma rede formada por componentes básicos, incluindo conectores e nós. Utilizou-se a metodologia desenvolvida por Souza et al (2011), onde cada nó foi classificado da seguinte maneira: nó regular, quando conectado a três conectores, sendo um de origem e os dois outros que se originam do nó; nó de emissão, quando conectado a três ou mais conectores, sendo um de origem e três ou mais que se originam do nó. De acordo com a posição dos nós na rede eles foram classificados como: nó inicial, apresentando um conector que ligado à parte subterrânea da planta e outros que dão início a toda ramificação aérea; nó final, ligado a apenas um conector, que lhe dá origem, encontrado então no final de cada ramificação, onde não há mais emissões de conectores, também podendo ser um nó regular ou de emissão.

Também foram consideradas quatro diferentes tipos de distâncias de acordo com a quantidade de conectores entre os nós, dessa forma, o número de conectores entre o nó inicial e cada nó final, foi chamada de distância IF. Já o número de conectores entre o nó inicial e cada nó de emissão, foi denominada IE. Verificou-se a distância entre dois nós finais vizinhos (FF) e a distância entre cada nó regular e um nó de emissão mais próximo denominada NE. Estas distâncias servem para mensurar o grau de dificuldade de alocação de informação e massa e as estratégias adotadas por uma planta para atender toda a demanda que a copa necessita (SOUZA et al. 2011).

Para comparar as distâncias encontradas em cada indivíduo, foram calculadas as médias e os desvios-padrão para cada distância analisada além da quantidade total de nós, de conectores, de nós finais e de nós de emissão (SOUZA et al., 2011). A média de altura dos indivíduos analisados foi de 147,2 cm \pm 24,13 cm e a média dos diâmetros ao nível do solo dos indivíduos foi 2,62 cm \pm 0,57cm.

Representação dos indivíduos em redes

Os indivíduos foram selecionados de acordo com o valor do diâmetro ao nível do solo (DNS). Foi estabelecido $DNS < 3,5$ para identificar como indivíduos jovens. Para a seleção foram feitas escolhas aleatórias de cinco indivíduos de catingueira em estágio inicial de crescimento vegetativo, com altura e DNS de acordo com o estabelecido. Onde afixados no solo, teve-se acesso a toda estruturação de suas copas. Todos os nós e conectores de cinco indivíduos de *P. pyramidalis* sob condições naturais foram registrados.

(83) 3322.3222

contato@conidis.com.br

www.conidis.com.br

A coleta das informações para representação gráfica e análise de nós e conectores deu-se pela identificação dos nós e representação em campo de toda a copa dos indivíduos. Iniciava-se a contagem a partir do nó inicial, próximo ao solo e que dá origem a toda a ramificação aérea da árvore, seguindo, individualmente, até cada um dos nós finais existentes. Em campo os desenhos eram feitos à mão, com auxílio de prancha, folha e caneta e posteriormente foi feita a representação gráfica das copas dos 5 indivíduos. As fitas coloridas eram utilizadas a fim de demarcar os locais que estavam sendo representados na prancha de desenho e evitar a contagem repetida em decorrência da complexidade das copas analisadas, posteriormente utilizou-se o software Corel Draw X6 para melhor expor a representação gráfica das redes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A média de nós e conectores estão representados na **Tabela 1**. O indivíduo 5 apresentou o maior número tanto de nós como conectores, seguido pelo o indivíduo 1. Apesar de ambos possuírem os maiores valores de nós e conectores, o indivíduo 1 se mostrou mais ramificado que o indivíduo 5, possuindo um valor mais elevado de nós de emissão, evidenciando que estes indivíduos apresentam estratégias diferenciadas de conquista do espaço aéreo. Os nós regulares e os finais foram os que tiveram a maior frequência entre os indivíduos, apresentando médias de 46,8 e 43,6; respectivamente.

Pode-se observar que as maiores distâncias foram IF (nó inicial para nó final) e IE (nó inicial para nó de emissão) (**Tabela 2**). Esse valor representa a distância média de conectores que alguma informação (hormônios) e/ou a massa (água, nutrientes e fotossintatos) enfrenta para atender toda a copa (SOUZA et al, 2011). A menor média foi observada na distância FF, indicando que a copa conquista o espaço aéreo por meio de ramificações e mais ramificações de ramos com curtas distâncias entre os nós finais vizinhos, ao invés de alongamento dos ramos com número elevado de nós regulares e conseqüente maiores distâncias FF (SOUZA et al, 2011).

Tabela 1: Número de cada nó, número de conectores e total de nós de cada indivíduo jovem analisado, juntamente com as devidas médias, desvio e erro padrão. Onde NR: nó regular; NF: nó final; NE: nó de emissão.

Indivíduos	NR	NF	NE	Nº Conectores	Total de nós
1	68	85	13	164	166
2	18	14	4	36	36
3	31	18	3	52	52
4	20	15	1	36	36
5	97	86	4	184	187

Média	46,8	43,6	5,00	94,4	95,4
Desvio	34,52	38,28	4,64	73,30	74,69
Erro padrão	15,44	17,12	2,07	32,78	33,40

Tabela 2: Médias e erro-padrão (\pm EP) das distâncias medidas em número de conectores entre os diferentes tipos de nós.

<i>Distâncias</i>	<i>Média e erro padrão</i>
<i>IF (do inicial para o final)</i>	7,99 \pm 0,17
<i>IE (do nó inicial para os de emissão)</i>	6,08 \pm 0,55
<i>FF (entre nós finais vizinhos)</i>	2,87 \pm 0,12
<i>NE (de cada nó regular para um de emissão mais próximo)</i>	4,97 \pm 0,21

A estrutura heterotrófica que cada espécie vegetal apresenta, em sua maioria, não é aleatória. Desde a germinação, cada espécie tem o seu desenvolvimento específico que é controlado por genes, mas os fatores ambientais, ecológicos, são de suma importância quando se refere a diferenciação fenotípica das mesmas, sendo essas mediadas por hormônios vegetais (BARTHELEMY, 2007; ZHANG, 2009). Ao modelar o padrão básico de crescimento, a rede de nós e conectores pode refletir as restrições ambientais e de desenvolvimento, características de diferentes grupos funcionais de árvores (SOUZA et al. 2011).

Os indivíduos jovens analisados, mostram uma estrutura de copa complexa ao comparar ramificações analisadas por Souza et al. (2011) no Cerrado, apresentando -se com muito mais ramificações. Com diâmetros do caule semelhantes, mas quantidade de nós e conectores bem diferenciados, os indivíduos apresentaram uma estruturação que podem indicar uma arquitetura de copa em diferentes etapas de desenvolvimento (**Figuras 1 a 5**). Assim, comprovando que uma espécie vegetal, de acordo com as variações ambientais e ecológicas, pode apresentar indivíduos que alcançam diferentes fenofases em tempos diferentes (GATSUK, 1980).

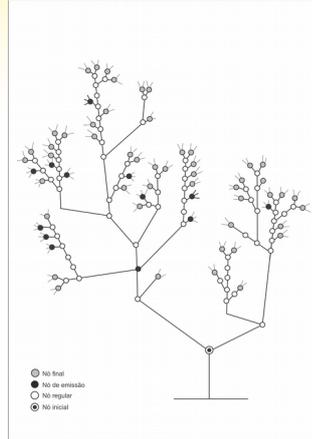


Figura 1: Rede com nós e conectores do indivíduo jovem 1 de *Poincianella pyramidalis* (Tul)
L.P. Queiroz

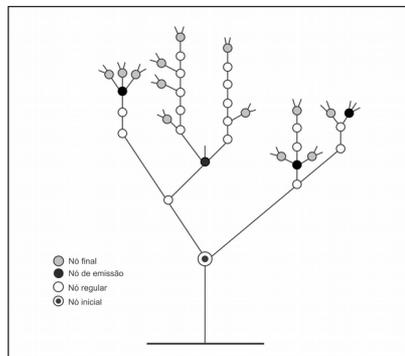


Figura 2: Rede com nós e conectores do indivíduo jovem 2 de *Poincianella pyramidalis* (Tul)
L.P. Queiroz

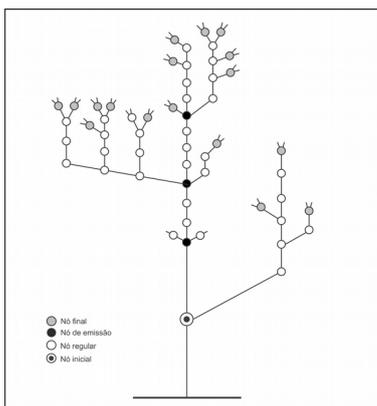


Figura 3: Rede com nós e conectores do indivíduo jovem 3 de *Poincianella pyramidalis* (Tul)
L.P. Queiroz

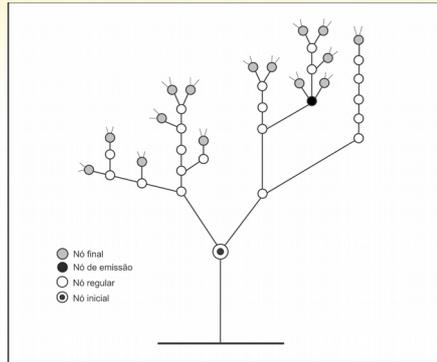


Figura 4: Rede com nós e conectores do indivíduo jovem 4 de *Poincianella pyramidalis* (Tul)
L.P. Queiroz

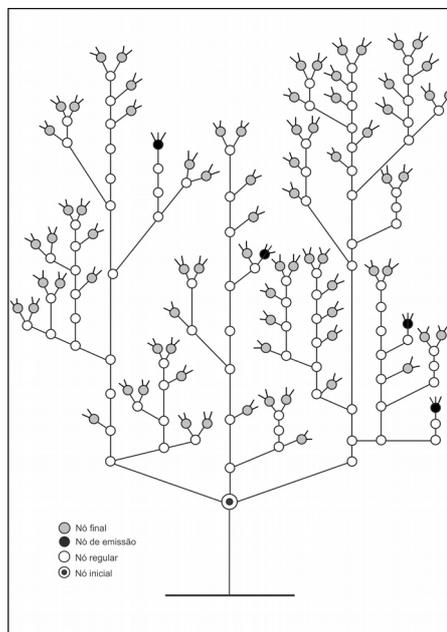


Figura 5: Rede com nós e conectores do indivíduo jovem 5 de *Poincianella pyramidalis* (Tul)
L.P. Queiroz

Ao fazer a comparação entre os 5 indivíduos jovens analisados, é nítido como não se obteve o mesmo padrão de desenvolvimento, mesmo apresentando características similares como: serem da mesma espécie, condições, comunidade vegetal, precipitações, relações intra e interespecíficas. Locatelli & Machado (2004), ao observar a fenologia de espécies arbóreas em uma região de Pernambuco, Nordeste do Brasil, demonstraram que os eventos fenológicos que essas espécies arbóreas apresentam, na sua maioria, são sazonais, principalmente na medida em que as florestas estão mais sujeitas a uma forte estacionalidade climática e na Caatinga uma estação seca é bem definida. Assim, ficando claro evidências observadas nesses

(83) 3322-3222
indivíduos, que ao analisa-los com suas morfologias diferentes e adaptativas, a relação com o contato@conidis.com.br

clima é óbvia e dessa forma, sujeitas a variações internas e externas. Já com jovens de diferentes espécies sendo observadas, Portela & Santos (2003), indicaram certo ajustamento a um único modelo alométrico sendo observado nas plântulas e jovens de espécies arbóreas, sugerindo que os fatores ecológicos podem ter um papel restritivo.

Barbosa et al (1989), sugeriram que espécies da Caatinga devem apresentar mecanismos morfológicos e fisiológicos que são refletidos no comportamento fenológico das espécies, induzindo-as a apresentarem diferentes respostas adaptativas funcionais e estruturais, resultando em uma flexibilidade de fenótipos observados para um genótipo específico. Essa flexibilidade adquirida, de variar-se ou não, nos indivíduos jovens, dar-se pela plasticidade fenotípica que podem exercer em determinados momentos ecológicos, se adequando ou não a essas variações ambientais e fenotípicas, apresentando vantagens adaptativas (VALLADARES et al., 2005), dessa forma, obtendo capacidade de adaptação frente a mudanças de radiação, desempenhando um importante papel na aquisição de recursos. As respostas plásticas, têm importantes implicações em termos da dinâmica ecológica, uma vez que permitem identificar tendências do processo sucessional.

O diâmetro dos indivíduos analisados, mostraram nenhuma similitude em relação a obter uma maior estruturação da copa, investindo pouco em diâmetro. Os indivíduos 1 e 2 (Figuras 1 e 2), foram os que apresentaram os menores diâmetros e, conseqüentemente, os menores números de nós e conectores. Contudo, segundo Dobbertin et al. (2005), o diâmetro do caule está entre os traços de caráter mais sensíveis em árvores susceptíveis de serem afetadas por estresses ambientais locais. Onde crescendo em pleno sol apresentam maiores fluxos transpiratórios e demandam sistemas radiculares maiores e mais eficientes, favorecendo a absorção de água (TAIZ; ZEIGER, 2009).

Para fases de desenvolvimento inicial Barbosa et al (2003), promovem o entendimento que, espécies pioneiras como a *P. pyramidalis*, obtém um maior investimento para expansão foliar do que na emissão de nós e conectores, visto que, a competição pela interceptação luminosa é menor em virtude da menor competição por esse recurso. Sterck & Bongers (2001) e Scalon (2003), observaram que características específicas e diferenças na disponibilidade de luz podem influenciar a arquitetura de espécies arbóreas e nativas, apresentando grande diversidade de respostas, principalmente quanto ao desenvolvimento vegetativo da parte aérea e a sobrevivência das mudas. Analisando a produção de mudas de *P. pyramidalis* Tul. em função de substratos e luminosidades, Dantas et al, (2011), puderam

(83) 3327-3222 e cada espécie florestal apresenta exigência luminosa própria para seu contato@conidis.com.br

desenvolvimento, sendo que algumas plântulas e jovens podem aproveitar e desenvolver-se melhor em locais com alta intensidade luminosa e outras em sombreamento. Existindo ainda, aquelas espécies que são intermediárias e as de ampla dispersão (PORTELA et al, 2001).

Os índices pluviométricos relatados na data das coletas foram de 0,0mm (AESA, 2015), demonstrando as condições adversas que a espécie *P. pyramidallis* enfrentava, podendo ter sido refletidas na estruturação das copas analisadas, visto que a limitação na disponibilidade de água no solo durante o período de pre-florescimento, acaba por afetar o desenvolvimento de estruturas vegetativas das plantas, podendo reduzir a capacidade de produção de fitomassa, crescimento e desenvolvimento, onde de modo geral, observa-se que a disponibilidade de nutrientes para as plantas fica a depender do teor de umidade do solo (SANTOS & CALESSO, 1998; TAIZ & ZEIGER, 2009). E com a estação seca sendo tão definida na região dos indivíduos analisados, ocasionando aumento no fotoperíodo e temperatura contribui dessa maneira, para abscisão foliar das espécies vegetais (LOCATELLI & MACHADO, 2004), ou mesmo uma quebra dos ápices, paralisando as ramificações. Este é um dos fatores que pode ter ocasionado uma não padronização dos indivíduos, visto a grande diferença ao compara-los, tanto na quantidade de nós, como na representação arquitetônica.

Ao analisar os dados entre a altura total dos indivíduos e os diferentes tipos de nós, obteve-se um dado relevante, onde ambos nós regulares e finais foram significativos, dando a resposta esperada, da influência da quantidade de nós juntamente com a altura, em uma copa maior. Porém, ocorreu um dado peculiar dos resultados entre os nós de emissão e a altura total dos indivíduos, que foi a obtenção de resultados não- significativos ($p > 0,05$), constatando a ideia já analisada de Portela & Santos (2003), onde corroboram que jovens de espécies arbóreas investem predominantemente no crescimento vertical, como forma de “fuga” a condições adversas do meio, pois com os menores números de nós sendo os de emissão, uma arquitetura de copa mais ampla horizontalmente seria um pouco improvável, visto que, os nós de emissão presente em um vegetal, pode proporcionar uma maior expansão lateral e consequentemente, mais ramificações.

Com as maiores médias de distância sendo IF e IE, pôde-se observar como indivíduos jovens da Caatinga, na estação de seca, enfrentam estresse para atender toda a copa, levando os nutrientes necessários. Já a menor média observada sendo a FF, caracteriza que a espécie aplica uma maior produção energética, pela maior exposição de órgãos fotossintetizantes (SOUZA et al. 2009).

Assim, de acordo com o padrão de desenvolvimento de uma espécie, a expressão da unidade de arquitetura pode ser diferente (Barthélémy & Caraglio, 2007) e essa expressão

(83) 3322-3222
contato@conidis.com.br

www.conidis.com.br

pôde ser bem observada nesse estudo, ao analisar os cinco indivíduos estudados. Assim, para Souza et al (2011), a estrutura de uma copa está relacionada com processos fisiológicos, como a distribuição de água, incidência luminosa e a absorção e distribuição de carbono. E dessa forma, influenciam o desenvolvimento da planta no seu estágio de desenvolvimento inicial, conduzindo o seu crescimento de acordo com as pressões ecológicas do ambiente (PORTELA e SANTOS, 2003).

CONCLUSÃO

Pôde-se concluir, através de uma rede de nós e conectores, que a arquitetura de copa em indivíduos jovens de *P. pyramidalis*, na Caatinga paraibana, não apresenta um único padrão de desenvolvimento estrutural. Os indivíduos analisados exibiram uma arquitetura com diversificadas ramificações, apresentando número de nós, conectores e distâncias diferenciadas entre eles. Essa versatilidade na copa desses indivíduos jovens, realça a discussão do efeito da escassez de água no solo e na planta, que é responsável pela deciduidade de espécies, por promover diversas adaptações morfofisiológicas, sinalizando a plasticidade fenotípica, afetando o crescimento e a absorção de nutrientes e as respostas fisiológicas das plantas, onde o pouco investimento na obtenção de um caule com diâmetro elevado pode significar, certa redução do custo energético pela sensibilidade das condições adversas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO FILHO, J. A.; SOUSA, F. B.; CARVALHO, F. C. Pastagens no semiárido: Pesquisa para o desenvolvimento sustentável. In: SIMPÓSIO SOBRE PASTAGENS NOS ECOSISTEMAS BRASILEIROS, 32. 1995, Brasília. Anais... Brasília: SBZ, 1995. p. 63-75.

ARAÚJO FILHO, J.A. 1996. Desenvolvimento sustentável da caatinga. Sobral: Ministério da Agricultura/EMBRAPA/CNPC.

ARAÚJO, S.M.S. A REGIÃO SEMIÁRIDA DO NORDESTE DO BRASIL: Questões Ambientais e Possibilidades de uso Sustentável dos Recursos, Rios Eletrônica- **Revista Científica da FASETE** ano 5 n. 5 dezembro de 2011.

BARBOSA, D. C. de A.; BARBOSA, M. C. de A.; LIMA, L. C. M. de. Fenologia de Espécies Lenhosas da Caatinga. In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. (Org.) **Ecologia e Conservação da Caatinga**, p. 657-693, 2003.

BARTHELEMY, D.; CARAGLIO, Y. Plant architecture: a dynamic, multilevel and comprehensive approach to plant form, structure and ontogeny. **Annals of Botany**, v. 99, n. 3, p. 375-407, 2007.

(83) 3322.3222

contato@conidis.com.br

www.conidis.com.br

- CARVALHO, E. C. D.; SOUZA, B. C.; TROVÃO, D. M. B. M. Ecological succession of the caatinga in the semi-arid tropics of Brazil. **Revista Brasileira de Biociências**, v.10, n.1, p.13-19, 2012
- DANTAS, B.F.; LOPES, A.P.; SILVA, F.F.S.; BATISTA, P.F.; PIRES, M.M.M.L.; ARAGÃO, C. A. Produção de mudas de catingueira-verdadeira (*Caesalpinia pyramidalis* Tul.) em função de substratos e luminosidades. **Científica Jaboticabal**, v.39, n.1/2, p.34-43, 2011.
- DIAS FILHO, M. B. Physiological response of *Solanum crinitum* Lam. to contrasting light environments. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, n.7 p.789-796, 1997.
- ENCINAS, I. J.; SILVA, G. F.; PINTO, J. R. R. Idade e crescimento das árvores. Brasília, DF: UNB, 40p. 2005.
- GATSUK. E.; SMIRNOVA, O. V.; VORONTZOVA, L. I.; ZAUGOLNOVA. L. B.; ZHUKOVA, L. A. Age states of plants of various growth forms: a review. **Journal of Ecology**, v. 68, p. 675-696, 1980.
- HALLÉ, F.; OLDEMAN, R. A. A.; TOMLINSON, P. B. Tropical trees and forests: an architectural analysis. **Springer-Verlag**, Berlim, 441 p., 1978.
- KING DA (1990) Allometry of saplings and understorey trees of a Panamanian forest. *Functional Ecology* 4:27-32.
- KRIEG, D. R. Stress tolerance mechanisms in above ground organs. In: Proceedings of the Workshop on Adaptation of Plants to Soil Stress. **INTSORMIL**, Nebraska, p. 65-79, 1993.
- LOCATELLI, E.; MACHADO, I. C. Fenologia das Espécies Arbóreas de uma Mata Serrana em Pernambuco, Nordeste do Brasil. Brasília : Ministério do Meio Ambiente, 2004.
- MCSTEEN, P. Hormonal regulation of branching in grasses. *Plant physiology*, v. 149, pp. 46-55, 2009.
- NOGUEIRA, F.C.B.; FILHO, A.J.D.S.P.; GALLÃO, M.I.; BEZERRA, A.M.E.; FILHO, S.M. Fenologia de *Dalbergia cearensis* Ducke (Fabaceae) em um fragmento de floresta estacional, no semiárido do Nordeste, Brasil. *Rev. Árvore* vol.37 no.4 Viçosa July/Aug. 2013.
- PORTELA R.C.Q.; SANTOS F.A.M.; (2003) Alometria de plântulas e jovens de espécies arbóreas: Copa x Altura. **Biota Neotropica** 3: 1-5.
- PORTELA, R.C.Q.; SILVA, I.L.; PINÃ- RODRIGUES, F.C.M. Crescimento inicial de mudas de *Clitória fairchildiana* Howard e *Peltophorum dubium* (Spreng) Taub em diferentes condições de sombreamento. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.11, n.2, p.163-170, 2001.
- SANTANA, J.A.S., SOUTO, J.S. Diversidade e estrutura fitossociológica da Caatinga na Estação Ecológica do Seridó-RN. **Revista Brasileira de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 6, n. 2, p. 232-242, 2006.
- SANTANA, J.A.S., VIEIRA, F. A., PACHECO, M. V., OLIVEIRA, P.R.S. Padrão de distribuição e estrutura diamétrica de *Caesalpinia pyramidalis* Tul. (Catingueira) na Caatinga do Seridó. **Revista Brasileira de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 11, n. 1, 2011.
- SANTOS, C.A., WALTER, L.S., PACHECO, C.M., SILVA, N.V., SILVA, L.A.C., NOGUEIRA, R.J.MC. Curso Diário das Trocas Gasosas em mudas de *Caesalpinia pyramidalis* Tul. XIII JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO – JEPEX, 2013.

SANTOS, R. F.; CARLESSO, R. Déficit Hídrico e os Processos Morfológicos e Fisiológicos das Plantas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 2, n. 3, p. 287-294, 1998.

SCALON, S.P.Q., MUSSURY, R.M., RIGONI, M.R. & SCALON FILHO, H. 2003. Crescimento inicial de mudas de *Bombacopsis glabra* (Pasq) A. Robyns sob condição de sombreamento. **Revista Árvore**, 27: 753-758.

SILVA LB, Santos FAR, Gasson P, Cutler D (2009) Anatomia e densidade básica da madeira de *Caesalpinia pyramidalis* Tul. (Fabaceae), espécie endêmica da caatinga do Nordeste do Brasil. **Acta bot. bras.** 23: 436-445.

SOUZA, J. P.; PRADO, C. H. B. A.; ALBINO, A. L. S.; DAMASCOS, M^a. A.; SOUZA, G. M. Network analysis of tree crowns distinguishes functional groups of Cerrado species. **Plant Ecology**, v. 212, n. 1, p. 11-19, 2011.

SOUZA, J. P.; PRADO, C. H. B. A.; DAMASCOS, M. A.; ALBINO, A. L. S. Influence of shoot inclination on irradiance and morphophysiological leaf traits along shoots in cerrado trees with distinct leaf deciduousness. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 21, n. 4, p. 281-290, 2009.

STERCK, F.J. & BONGERS, F. 2001. Crown development in tropical rain forest trees: patterns with tree height and light availability. **J. Ecol.** 89:1-13.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Artmed, Porto Alegre, p. 449-484, 2004.

VALLADARES, F.; ARRIETA, S.; ARANDA, I.; LORENZO, D.; SÁNCHEZ-GÓMEZ, D.; TENA, D.; SUÁREZ, F.; PARDOS, J. A. Shade tolerance, photoinhibition sensitivity and phenotypic plasticity of *Ilex aquifolium* in continental Mediterranean sites. **Tree Physiology**, v. 25, n. 8, p. 1041-1052, 2005.

Weiner J, Campbell LG, Pino J, Echarte L (2009) The allometry of reproduction within plant populations. *Journal of Ecology* 97: 1220-1233.

ZHANG, S.; LI, C.; CAO, J.; ZHANG, Y.; ZHANG, S. XIA, Y.; SUN, D.; SUN, Y. Altered Architecture and enhanced drought tolerance in rice via the down-regulation of indole-3-acetic acid by TLD1/OsGH3.13 activation. **Plant physiology**, v. 151, p. 1889-1901, 2009.