



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA- PGAGRO

ANA CAROLINA CAVALCANTE JUCÁ

**RESPOSTAS MORFOFISIOLÓGICAS EM MUDAS DE COQUEIRO APÓS
DESFOLHA ARTIFICIAL EM SIMULAÇÃO AO ATAQUE DE *Opsiphanes
invirae* (Lepidoptera: Nymphalidae)**

Belém-PA

2019

ANA CAROLINA CAVALCANTE JUCÁ

**RESPOSTAS MORFOFISIOLÓGICAS EM MUDAS DE COQUEIRO APÓS
DESFOLHA ARTIFICIAL EM SIMULAÇÃO AO ATAQUE DE *Opsiphanes
invirae* (Lepidoptera: Nymphalidae)**

Dissertação apresentada a Universidade Federal Rural da Amazônia como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agronomia, para obtenção do título de Mestre.

Área de Concentração: Agronomia.
Linha de pesquisa: Produção vegetal

Orientador: Prof^a. Dra. Telma Fátima Vieira Batista

Belém-PA

2019

Jucá, Ana Carolina Cavalcante

Respostas morfofisiológicas em mudas de coqueiro após desfolha artificial em simulação ao ataque de *Opsiphanes invirae* (Lepidoptera: Nymphalidae) / Ana Carolina Cavalcante Jucá. – Belém, 2019.

41 f.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2019.

Orientadora: Dra. Telma Fátima Vieira Batista.

1. Inseto - *Opsiphanes invirae* 2. Coqueiro - *Cocos nucifera* L. 3. Coqueiro – Lagartas desfolhadoras I. Batista, Telma Fátima Vieira (orient.) II. Título.

CDD – 595.7

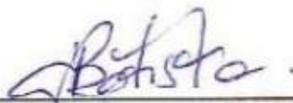
Bibliotecária-Documentalista: Leticia Lima de Sousa – CRB2/1549

ANA CAROLINA CAVALCANTE JUCÁ

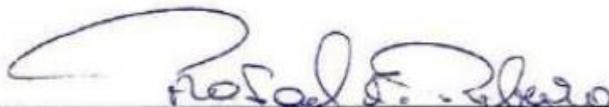
**RESPOSTAS MORFOFISIOLÓGICAS EM MUDAS DE COQUEIRO APÓS
DESFOLHA ARTIFICIAL EM SIMULAÇÃO AO ATAQUE DE *Opsiphanes
invirae* (Lepidoptera: Nymphalidae)**

Defesa de dissertação apresentada a Universidade Federal Rural da Amazônia como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agronomia, para obtenção do título de Mestre. Área de Concentração: Agronomia. Linha de pesquisa: Produção vegetal.

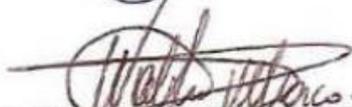
Belém (PA), 26 de fevereiro de 2019.



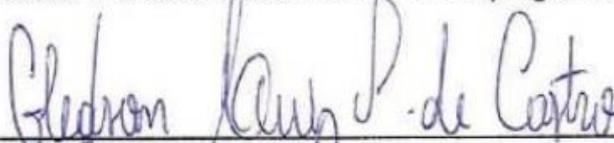
Prof^ª. Dra. Telma Fatima Vieira Batista (Presidente/Orientadora)



Prof.. Dr. Rafael Coelho Ribeiro (Primeiro Examinador)



Dr. Walter Velasco Duarte Silvestre (Segundo Examinador)



Prof. Dr. Gledson Luiz Salgado de Castro (Terceiro Examinador)



Prof^ª. Dra. Gisele Barata da Silva (Coordenadora do PPGAgro)

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: - Medições de variáveis de crescimento em mudas de coqueiro <i>Cocos nucifera</i> L, de cinco meses de idade, em casa de vegetação.	24
Figura 2: Medições de dimensões lineares comprimento (C) e largura (L) de mudas de coqueiro <i>Cocos nucifera</i> L, em casa de vegetação.	24
Figura 3: Taxa de assimilação líquida de CO ₂ (A), condutância estomática (gs) e taxa de transpiração (E) em mudas de coqueiro híbrido PB121 e anão verde do Brasil de cinco meses de idade, em casa de vegetação.	27
Figura 4: Análise de regressão da taxa de assimilação líquida de CO ₂ (A), condutância estomática (gs) e taxa de transpiração (E) em mudas de coqueiro híbrido PB121 e anão verde do Brasil de cinco meses de idade, em casa de vegetação.	28
Figura 5: Análise de regressão taxa de transpiração (E) em mudas de coqueiro híbrido PB121 e anão verde do Brasil de cinco meses de idade, em casa de vegetação. Belém, Pa.	31
Figura 6: Taxa de assimilação líquida de CO ₂ (A) e taxa de transpiração (E) em mudas de coqueiro híbrido PB121 e anão verde do Brasil de cinco meses de idade, em casa de vegetação.	31
Figura 7: Análise de regressão taxa de assimilação líquida de CO ₂ (A) e taxa de transpiração (E) em mudas de coqueiro híbrido PB121 e anão verde do Brasil de cinco meses de idade, em casa de vegetação.	32
Figura 8: Condutância estomática (gs), taxa de transpiração (E) e relação carbono intercelular e carbono atmosférico (Ci/Ca) em mudas de coqueiro híbrido PB121 e anão verde do Brasil de cinco meses de idade, em casa de vegetação.	32
Figura 9: Análise de regressão da taxa de assimilação líquida de CO ₂ (A) e relação carbono intercelular e carbono atmosférico (Ci/Ca) em mudas de coqueiro híbrido PB121 e anão verde do Brasil de cinco meses de idade, em casa de vegetação.	33
Figura 10: Altura, diâmetro do coleto, massa seca da parte aérea e área foliar das variedades híbrido PB121 e anão verde do Brasil de cinco meses de idade, em casa de vegetação.	34
Figura 11: Incremento de área foliar de mudas de coqueiro do híbrido PB121 e anão verde do Brasil de cinco meses de idade, em casa de vegetação.	35
Figura 12: Análise de regressão da taxa da matéria seca da parte aérea e área foliar em mudas de coqueiro híbrido PB121 e anão verde do Brasil de cinco meses de idade, em casa de vegetação.	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Desempenho dos modelos linear, potencial, exponencial e polinomial para a estimativa da área foliar das folhas não expandidas e dos folíolos de mudas de coqueiro <i>Cocos nucifera</i> L, de cinco meses de idade, em casa de vegetação.	26
Tabela 2: Relação carbono intercelular e carbono atmosférico (Ci/Ca) das variedades híbrido PB121 e anão verde do Brasil de cinco meses de idade, um dia após a desfolha, em casa de vegetação.	29
Tabela 3: Taxa de assimilação líquida de CO ₂ (A) das variedades híbrido PB121 e anão verde do Brasil de cinco meses de idade, em casa de vegetação.	30
Tabela 4: Relação carbono intercelular e carbono atmosférico (Ci/Ca) das variedades híbrido PB121 e anão verde do Brasil de cinco meses de idade, após dez dias de desfolha em casa de vegetação.....	30

RESUMO

A cocoicultura representada pela espécie *Cocos nucifera*, tem grande importância sócio econômica no Brasil, principalmente para as regiões Norte e Nordeste, gerando emprego e renda para os habitantes nessas regiões. Entretanto, a cultura pode ser atacada por várias espécies de insetos praga, principalmente no viveiro por lagartas desfolhadoras *Opsiphanes invirae* (Lepidoptera: Nymphalidae) e *Synale hylaspes* (Lepidoptera: Hesperidae), que causam reduções significativas de crescimento e emissão de novas folhas aumentando o tempo para atingir o status de “muda padrão para campo”. O objetivo do estudo foi avaliar os efeitos do desfolhamento artificial através dos parâmetros morfofisiológicos, biométricos e da biomassa de mudas de coqueiro *Cocos nucifera* L. Foram utilizados quatro tratamentos: sem desfolha e desfolhas de 30 %, 60% e 90%. Os seguintes parâmetros de trocas gasosas foram mensurados: Taxa de assimilação líquida de CO₂ (*A*), Condutância estomática (*g_s*), Taxa de transpiração (*E*) e Relação carbono intercelular e Carbono atmosférico (*C_i/C_a*), além de variáveis de crescimento: Área foliar, altura, diâmetro do coleto, massa seca da parte aérea, massa seca da raiz e índice de robustez de dois materiais genéticos, anão verde do Brasil e o híbrido PB121. Os resultados evidenciam que ao final do experimento as mudas de coqueiro do material híbrido PB121, submetidas a 30% de desfolha apresentaram recuperação de variáveis de biometria como altura e área foliar, além da biomassa, mostrando que mudas de coqueiro são capazes de suportar um desfolhamento de até 30% sem comprometer o seu desenvolvimento. O coqueiro anão verde do Brasil não foi capaz de recuperar a área foliar em nenhum dos tratamentos de desfolha, sendo, todos inferiores ao tratamento controle. A desfolha prejudica o desenvolvimento de mudas de coqueiro, pois a muda proporciona mais energia para a defesa do ataque do inseto desfolhador em detrimento ao seu desenvolvimento.

Palavras chave: *Cocos nucifera*, lagartas desfolhadoras, crescimento, trocas gasosas.

ABSTRACT

Coconut farming is represented by *Cocos nucifera*, has the greatness of being a partner in Brazil, mainly for the North and Northeast regions, generating employment and income for the inhabitants in these regions. However, the culture can be attacked by several species of insects, mainly by Life Loss Virus, *Opsiphanes envirae* (Lepidoptera: Nymphalidae) and *Synale hylaspes* (Lepidoptera: Hesperiiidae), which cause significant reductions in growth and emission of new islands. to reach the status of "default switch to field". The objective of the study was to evaluate the effects of artificial change through the morphological, biometric and biomass parameters of *Cocos nucifera* coconut seedlings: 30%, 60% and 90%. The following gas exchange parameters were measured: CO₂ net absorption rate (*A*), stomatal conductance (*g_s*), transpiration rate (*E*) and intercellular carbon ratio and atmospheric carbon (*C_i / C_a*), in addition to the variables Growth rate: leaf area, height, shoot diameter, aerial shoot dry matter, root dry matter, and robustness index of two genetic materials, Brazilian green dwarf and PB121 hybrid. The results were compared with the final results of the experiment as PB121 hybrid seedlings submitted to 30% recovery of biometrics variables such as height and leaf area, in addition to biomass, showing the coconut seedlings are able to withstand a defoliation of up to 30% without commitment of its development. The Brazilian green dwarf coconut was not able to recover a leaf area in any of the treatments being, being all the smaller ones to control the control. The deterioration has hampered the development of cohesion strategies to the detriment of their development.

Keywords: *Cocos nucifera*, leafhopper caterpillars, growth, gas exchange

Sumário

1. CONTEXTUALIZAÇÃO	12
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	14
2. RESPOSTAS MORFOFISIOLÓGICAS EM MUDAS DE COQUEIRO APÓS DESFOLHA ARTIFICIAL EM SIMULAÇÃO AO ATAQUE DE <i>Opsiphanes invirae</i> (Lepidoptera: Nymphalidae)	15
2.1. Introdução	15
2.2 Revisão de literatura	17
2.2.1 A cultura do coqueiro.....	17
2.2.2 Origem e Importância econômica	17
2.2.3 Classificação botânica.....	18
2.2.4 Desfolhamento artificial.....	19
2.2.5 Aspectos fisiológicos do desfolhamento	20
2.2.6 Efeito do desfolhamento no crescimento	21
3. Material e métodos	22
3.1 Área experimental, material vegetal e delineamento experimental	22
3.2 Avaliações fisiológicas	23
3.3 Avaliações de crescimento e biomassa.....	23
4. Resultados e discussão	27
4.1 Trocas gasosas em folhas	27
4.2 Variáveis de crescimento	33
5. Conclusão	36
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37

Aos meus pais, Ana Jucá e Pedro Jucá, que são meu porto seguro e meus maiores incentivadores para seguir em frente e realizar meus sonhos.

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida e por me permitir uma nova chance todos os dias.

A empresa SOCOCO que financiou o projeto e deu total apoio durante a realização do experimento. Em especial ao Dr. Paulo Manoel Pontes Lins, por estar sempre disposto a contribuir.

A Universidade Federal Rural da Amazônia, juntamente ao programa de Pós-Graduação em Agronomia- PgAgro.

A Dra. Telma Fátima Batista Vieira, por sua orientação.

A toda minha família, meus pais e minhas irmãs, por todo o apoio me dado até aqui.

As minhas amigas de graduação e hoje parceiras de vida Rosileia Carvalho e Carolina Sarmanho por viverem todos os meus sonhos junto comigo.

Aos amigos que fiz no programa de pós-graduação, que foram fundamentais no incentivo a persistir todos os dias em especial a Lana Carvalho.

Ao meu amigo Denis de Pinho, que foi incansável ao meu lado durante todo esse processo, sem a sua parceria não teria conseguido, muito obrigada!

Ao Gledson Castro, por todo conhecimento dividido, todas as ideias e sugestões para crescimento do trabalho, muito obrigada.

Ao meu companheiro Wagner Lopes, por todo seu incentivo e paciência nos momentos difíceis, pelo amor e carinho a mim dedicado, fazendo de mim uma mulher mais feliz a cada dia.

A todos os membros do Laboratório de Proteção de Plantas -LPP, em especial a Gleiciane Santos, por sua paciência e seu jeito gentil sempre disposta a ajudar.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização desse trabalho, muito obrigada.

1. CONTEXTUALIZAÇÃO

Existem duas variedades de coqueiro: Anão e Gigante, no entanto há cruzamentos intervarietais que surgiram com o objetivo de reunir características desejáveis das duas variedades em um único indivíduo, são denominados híbridos (LOIOLA, et al 2005). O coqueiro anão verde do Brasil tem sua produtividade destinada à água de coco, principalmente por maior precocidade, menor porte, maior produção de frutos e melhor sabor da água (CUENCA, et al 2002).

A cocoicultura no Brasil vem se destacando nos últimos anos, com os incentivos à produção de coco seco *in natura*, coco ralado, leite de coco, óleo de coco e água de coco. Atualmente, o país detém a quarta colocação mundial em área cultivada com 2,6%, representando 15,3% de toda produção mundial (IBGE, 2017).

Na região norte, o estado do Pará possui a maior área plantada de coco, com 25.781 hectares, produzindo 254 milhões de frutos, o estado ocupa a quarta maior produção brasileira de cocos (IBGE, 2008).

Grande parte das propriedades responsáveis pela produção de coco no Pará ainda se desenvolve com baixos investimentos tendo como resultado baixas produtividades, semelhante as principais regiões produtoras no País. A otimização da produtividade de um coqueiral se dá com a utilização de mudas selecionadas, aliado à melhoria das condições culturais e de manutenção aplicadas às plantas desde as primeiras fases de desenvolvimento e durante todo o período de exploração (LINS, 2009)

A cocoicultura tem grande importância socio econômica, principalmente para as regiões norte e nordeste do país, gerando emprego e renda para habitantes destas regiões. É uma cultura que permite consórcio com outras culturas e até mesmo a criação de animais, contribuindo com a fixação do homem no campo (RODRIGUES et al., 2016).

No Pará, o cultivo do coco intensificou-se através da empresa Sococo S/A - Agroindústria da Amazônia, responsável em difundir o fruto no nordeste paraense, onde encontrou condições edafoclimáticas favoráveis para seu pleno desenvolvimento (CAVALCANTE, 2015).

As condições edafoclimáticas do estado, de modo geral, são favoráveis para o desenvolvimento de palmeiras, porém os monocultivos de coqueiro na Amazônia brasileira favorecem o desenvolvimento de pragas e doenças que precisam de um rígido monitoramento para manter perdas aceitáveis (LINS, 2009).

As doenças foliares, o anel vermelho, a murcha-de-phytomonas, as brocas do olho-do-coqueiro e da coroa-foliar e o ácaro-da-necrose-do-fruto, os insetos desfolhadores e sugadores de modo geral, são algumas das enfermidades fitossanitárias de destaque na cultura do coqueiro (LINS,2009), capazes de comprometer a produtividade em todas as fases de desenvolvimento, bem como, a qualidade final do produto propiciando elevados danos econômicos aos produtores (JUHÁSZ et al., 2013).

Entre as espécies-praga da palma de óleo e também do coqueiro destacam-se as lagartas desfolhadoras *Opsiphanes invirae* Hübner e *Brassolis sophorae* L. (Lepidoptera: Nymphalidae) que apresentam grande consumo foliar, e podem provocar danos significativos a esses cultivos em função de prejudicar o desenvolvimento e a produção das plantas atacadas (SAENZ & OLIVARES 2008). Entretanto, mudas de coqueiro no Estado do Pará são mais atacadas pelas desfolhadoras *Opsiphanes invirae* (Lepidoptera: Nymphalidae) e *Synale hylaspes* (Lepidoptera: Hesperidae).

As lagartas se alimentam de folhas de diversas idades, mas, mostram preferência por folhas medianas jovens, localizadas na parte superior da copa das plantas, abaixo da primeira espiral de folhas, no caso de plantas adultas (TINOCO, 2016). Segundo Genty, Morin e Korytkowski (1978), observaram que uma lagarta consome de 700 a 800 cm² de área foliar ao longo do estágio larval, consumindo todo o limbo do folíolo exceto a nervura central. Seu ciclo de vida varia entre 59 a 77 dias, sendo 8 a 10 dias para a fase de ovo, 36 a 47 dias para a fase de larva e 15 a 29 dias para a fase de pupa.

A desfolha pode alterar de maneira considerável a fisiologia da planta e, conseqüentemente a produção de cachos. Inicialmente, a injúria se caracteriza por uma raspagem causada pelas larvas de primeiro ínstar. Com a mudança dos ínstaes, a injúria se intensifica, com destruição de toda a estrutura parenquimatosa da folha (PEÑA, 2013).

Lins, et al (2000) estudando o efeito do desfolhamento causado por *Brassolis sophorae* concluiu que o desfolhamento em coqueiros provoca redução na produção de frutos durante dois anos e essa redução de produção é proporcional ao nível de desfolhamento das palmeiras.

Fazolin e Estrela (2003) reportaram que a desfolha artificial em culturas de importância econômica é uma metodologia útil para simular danos ocorrentes em lavouras, tais como os frequentes ataques de pragas desfolhadoras.

Para Moscardi e Villas Bôas (1983), o método de desfolha artificial é capaz de mensurar o quanto de perda de área foliar a espécie pode suportar em determinado estágio

fenológico e ainda quantificar a perda de produtividade em diferentes níveis de desfolha, pois a capacidade de recuperação após a desfolha varia em função da porcentagem e época de desenvolvimento em que for submetido ao dano.

O presente estudo teve como hipótese, que o desfolhamento causado por lagartas desfolhadoras, representado nesta pesquisa pelo desfolhamento artificial, provoca impactos negativos como a redução nos parâmetros morfofisiológicos, biométricos e da biomassa em mudas de coqueiro *Cocos nucifera L.*

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAVALCANTE, L.V. **A nova geografia do coco: Reestruturação produtiva, territorialização do capital e dinâmicas socioespaciais.** 298 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) -Universidade estadual do Ceará. Fortaleza, CE, 2015.

FAZOLIN, M.; ESTRELA, J. L. V. Comportamento da cv. Pérola (*Phaseolus vulgaris* L.) submetida a diferentes níveis de desfolha artificial. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 5, p. 978-984, 2003.

IBGE. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (LSPA):** Pesquisa Mensal De Previsão E Acompanhamento Das Safras Agrícolas No Ano Civil. Rio de Janeiro v.30 n.1 p.1-81 janeiro, 2017.

JUHÁSZ, A. C. P. **Desafios fitossanitários para a produção de soja:** Defesa vegetal e sustentabilidade do agronegócio. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 34, n., p. 66 – 75 set./out. 2013.

LINS, P. M. P. **Avaliação agrônômica de um sistema agroflorestal composto de progênies de cupuaçuzeiro e híbrido de coqueiro no município de Moju-Pa.** Tese de Doutorado. 122p. 2009.

LOIOLA, C. M; ARAGÃO, W. M; PEDROSO, G. T; ALVES, A. S; ARAGÃO, F. B. **Seleção de cultivares de coqueiro com menor porte.** EMBRAPA Tabuleiros Costeiros. Disponível em: <http://www.cpatc.embrapa.br>, 2005.

MOSCARDI, F.; VILLAS BÔAS, G. L. **Influência da desfolha artificial, em quatro diferentes estádios fenológicos da planta, sobre o rendimento e outras características do girassol.** In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. **Relatório de pesquisa.** Londrina: Centro Nacional de Pesquisa de Soja. p. 22-26.1983.

PEÑA, Y. Y. C. **Bioecología del gusano de la palma, *Brassolis sophorae* L.** **Produção agrícola municipal.** Disponível em: < <http://www.sidra.ibge.gov.br>>. 2013

RODRIGUES, M. J. A. et al. **Fauna edáfica em pastagens de *Brachiariabrizanthacv.* Marandu em sistema Silvipastoril com coqueiros:** Cadernos de Agroecologia. Universidade Federal do Piauí – V. 11, N. 2, 2016.

SAENZ, A. A; OLIVARES, W. Speed of movement of first instar larvae of *Sagalassa valida* (Lepidoptera: Glyphipterigidae). **Rev Col Entomol** 34: 57-61. 2008

TINOCO, R.S. **Determinação do nível de dano econômico para *Opsiphanes invirae* Hubner, 1808 (Lepdoptera: nyphalidae)** em palma de óleo. Tese (Doutorado em agronomia) – Universidade estadual paulista, SP, 2015.

LINS, P.M.P; MULLER, A.A.; BRICENO, S.H.R; **Efeitos do Desfolhamento Provocado por *Brassolis sophorae* na Produção de Frutos de Coqueiros.** 2000.

2. RESPOSTAS MORFOFISIOLÓGICAS EM MUDAS DE COQUEIRO APÓS DESFOLHA ARTIFICIAL EM SIMULAÇÃO AO ATAQUE DE *Opsiphanes invirae* (Lepidoptera: Nymphalidae)

2.1. Introdução

O coqueiro (*Cocos nucifera* L.) é uma monocotiledônea pertencente à família Arecaceae e à subfamília Cocoideae (SOUZA, 2006). Tem origem registrada no sudeste asiático e foi introduzida no Brasil através do estado da Bahia (MIRISOLA FILHO, 2002). O Nordeste é a principal região produtora, representando 85,6% da produção nacional total de coco (HOLANDA, et al 2007). O estado da Bahia é o maior produtor de coco do país com área total de cultivo de 79.596 ha, produção de 467.080 toneladas e produtividade de 5.868 kg/ha (IBGE, 2009).

A cultura do coqueiro é amplamente encontrada em diversas regiões do país, derivando diversos produtos a partir da industrialização do fruto, como óleo, leite, água de coco, farinha, fibra e ração animal (CUENCA, 1998). O coqueiro é amplamente cultivado em solos de fertilidade baixa, sobretudo neossolos quartzarênicos, resultando em uma produtividade inferior as expectativas. Poucas áreas detêm insumos como irrigação e fertilizantes, essas áreas atingem uma produtividade mais elevada.

Responsável por gerar cerca de quinhentos mil empregos diretos e indiretos, a cocoicultura no Brasil ocupa uma área em torno de 281 mil hectares distribuídos em cerca de 220 mil propriedades.

A variedade gigante e híbridos resultantes de diversos cruzamentos intervarietais ocupam a maior parte destas áreas, principalmente na faixa litorânea do Nordeste em sistemas de produção semi extrativistas (FONTES, et al., 2003)

Os coqueirais são alvo do ataque de diversas pragas e doenças que acarretam na redução significativa da produção e em prejuízos econômicos para aqueles que cultivam a cultura. A incidência de pragas e doenças constitui um fator limitante da produção no país, respondendo de maneira significativa, por complicações gerais de plantios e pela baixa produtividade registrada em importantes zonas de produção deste fruto (FERREIRA, et al 1998).

Os danos causados por insetos-praga ocasionam prejuízos consideráveis a cultura do coqueiro e são encontrados em diversos locais do Brasil. As pragas da cultura podem ser identificadas em diferentes estágios de crescimento da planta, podendo ser observados desde a implantação da cultura até a fase adulta. Prolongamento do tempo de viveiro, atraso do início da produção e necessidade de replantios são algumas das consequências do ataque de insetos praga (Ferreira; Warwick; Siqueira, 1998).

A desfolha artificial permite mensurar a intensidade da desfolha causada por insetos. O baixo investimento em incremento de árvores desfolhadas pode ser determinado em comparação com árvores livres de dano (tratamento controle), quando cultivadas sob mesmas condições. (Kulman, 1971).

Lagartas desfolhadoras são pragas de considerável importância para a cultura do coqueiro. Quando o ataque é intenso, as lagartas são capazes de desfolhar por completo a planta, destruindo todo o limbo foliar a partir da borda, deixando apenas a nervura central (Ferreira, 2006), em plantas adultas. Em mudas os desfolhamentos são mais intensos e as lagartas podem se alimentar totalmente das folhas. As principais espécies de lagartas desfolhadoras que atacam mudas de coqueiro são *Opsiphanes invirae* (Lepidoptera: Nymphalidae) e *Synale hylaspes* (Lepidoptera: Hesperidae).

Tendo em vista a carência de informações técnicas e científicas desta natureza sobre o efeito da desfolha das mudas de coqueiro no estado, e visando contribuir para o desenvolvimento da cultura na região. O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos de diferentes níveis de desfolhamento artificial através dos parâmetros fisiológicos, biométricos e de biomassa de mudas de coqueiro.

2.2 Revisão de literatura

2.2.1 A cultura do coqueiro

2.2.2 Origem e Importância econômica

Provavelmente o coqueiro (*Cocos nucifera*) teve suas origens no sudeste Asiático, em países como a Índia ou Sri Lanka que, por sua vez, teve seu processo de introdução de Moçambique. Passados algum tempo, foi introduzido em países como Malásia, Costa do Marfim entre outros (Aragão et al., 2009).

No Brasil, foi introduzido em 1553 pelos portugueses através do estado da Bahia. A partir disso, disseminou-se pelo litoral nordestino, especialmente por se tratar de uma espécie frutífera típica de países tropicais e por possuir condições favoráveis para cultivo. Mais tarde, acabou se adaptando em outras regiões do país. Até meados da década de 90, o cultivo de coqueiro se limitava, principalmente, às regiões Norte e Nordeste do Brasil. Atualmente, o que se verifica é que há cultivo de coqueiros em quase todos os estados brasileiros (Martins, 2011).

Um dos motivos da disseminação dos plantios da cultura no Brasil e no Mundo, é que ela demonstra centenas de utilidades. Sendo algumas delas como fonte de alimento, bebida, fibras, materiais de construção, óleo (com utilização farmacêutica e industrial) e carvão (Gunn et al., 2011)

Do ponto de vista agrônomo, agroindustrial, socioeconômico e alimentar, o coqueiro é uma das espécies de palmeiras mais importante, principalmente no que diz respeito à sustentabilidade de ecossistemas frágeis das regiões litorâneas, nas quais poucas culturas são capazes de sobreviver. É uma cultura perene, com vida útil econômica variando de 30 a 70 anos de acordo com a variedade cultivada (Cintra et al., 2009).

Os países Asiáticos são os maiores produtores e estão à frente do Brasil, no que diz respeito à área plantada. Porém, o Brasil é, possivelmente, o único país que utiliza o coqueiro como fruteira e não como oleaginosa, onde na maioria dos países produtores do coco é empregado na produção de óleo (Fontes, 2010).

O coqueiro é também uma planta de alta relevância econômica e social nas regiões intertropicais do globo, onde as condições são favoráveis para se desenvolver, tanto com relação ao clima como solo. E é apontado como uma das mais significativas plantas cultivadas do mundo, pela geração de emprego e conseqüentemente renda em vários países. Os seus frutos podem ser consumidos *in natura* ou industrializados na forma de mais de 100 produtos. Além, de estipe, folhas, palmito raiz e inflorescência geram inúmeros subprodutos ou derivados de importância, a cultura ainda pode ser empregada em projetos paisagísticos (EMBRAPA, 2007).

A cocoicultura brasileira acarreta cerca de 100 mil empregos diretos e vem trazendo grandes investimentos, em razão do seu potencial em poder chegar até 250 frutos por planta ao ano, podendo ser aproveitada tanto para a produção de coco-verde (destinado ao consumo “*in natura*”), como matéria prima para processamento agroindustrial (coco seco) (IBGE, 2011).

2.2.3 Classificação botânica

O sistema radicular do tipo fasciculado, característico das monocotiledôneas, onde podendo alcançar uma profundidade de 1,20 m, no entanto, a região mais explorada pelo sistema radicular é na média de 0,20 a 0,60 m (Holanda et al. 2007); o crescimento das radículas inicia na germinação e se desenvolve a partir da base do estipe, produzidas continuamente, durante todo seu ciclo de vida (Frémond et al. 1975).

Seu caule é do tipo estipe tem por média 18 m de altura e é bastante resistente em seu ápice, prende-se um tufo de folhas que protege sua única gema terminal. É considerado um ramo caulinar modificado, pois sua inflorescência é a única ramificação deste caule (Ferri, 1973; Holanda et al. 2007).

Possuem folhas do tipo penada, sendo capazes de emitir por ano de 12 a 18 folhas, suas flores são individualmente masculinas e femininas, entretanto se encontram em uma mesma planta (monoíca) (Passos, 1998; Holanda et al. 2007). Uma folha madura tem, aproximadamente, seis metros de comprimento, com 200 a 300 folíolos de 90 cm a 130 cm de comprimento. Esse comprimento e o número de folíolos por folha decrescem à medida que a idade do coqueiro aumenta (Menon & Pandalai, 1958).

As inflorescências são do tipo paniculado, axilar, protegido por brácteas grandes, chamadas espatas. A espata, ao completar seu desenvolvimento (três a quatro meses), abre-se, liberando a inflorescência, que é formada pelo pedúnculo, espigas e flores. Cada espiga

possui, em sua base, algumas flores femininas e numerosas flores masculinas nos dois terços terminais. O fruto do coqueiro é botanicamente, uma drupa. É formado por uma epiderme lisa ou epicarpo, que envolve o mesocarpo espesso e fibroso, ficando mais para o interior uma camada muito dura, o endocarpo.

A semente, envolvida pelo endocarpo, é constituída por uma camada fina de cor marrom (tegumento) que fica entre o endocarpo e o albúmen líquido. Próximo a um dos orifícios do endocarpo, e envolvido pelo albúmen sólido, encontra-se o embrião (Passos, 1998).

2.2.4 Desfolhamento artificial

Estudos relacionados à desfolha artificial produzem informações básicas e técnicas seguras que possibilitam o conhecimento quantitativo a respeito da capacidade das culturas tolerarem perdas de área foliar (Fazoli; Estrela, 2004). Essa metodologia permite mensurar seguramente quanto de desfolha a cultura pode suportar em determinado estágio fenológico, quantificando a perda de produtividade em diferentes níveis de desfolha (Lima Junior et al. 2010).

Resultados encontrados por (Reis Filho et al. 2011), utilizando a desfolha artificial para determinar os danos causados por formigas cortadeiras em *Pinus taeda*, verificando que, aos seis meses de idade, somente a desfolha de 100%, incluindo o corte do meristema apical, prejudicou a altura das plantas. Esses resultados mostram que a altura das plantas de *Pinus taeda* pode ser pouco afetada pela desfolha parcial, mesmo quando altamente suscetíveis, observou-se que as plantas de *P. taeda* foram mais afetadas no diâmetro do que na altura.

No caso de plantações florestais, um ecossistema gerenciado pela produtividade vegetal primária é otimizado através da compreensão e potencialmente o controle de múltiplos estresses bióticos e abióticos que limitam o crescimento e qualidade. Uma diversidade de cultivos e árvores estão sujeitas a vários tipos de danos bióticos (desfolha) em ambientes de crescimento típicos, incluindo insetos, mamíferos e pragas patógeno. (Quentin et al., 2009; Zvereva et al., 2010).

Uma recente análise demonstrou que os danos provocados por insetos desfolhadores são significativamente maior sob condições de estresse hídrico (Jactel et al. 2011). Além disso, também tem sido relatado que o desfolhamento pode limitar a tolerância das árvores

em condições ambientais adversas (Valladares et al. 2007). No entanto, em outros estudos sugerem o efeito combinado do desfolhamento e o stress por seca com plantas lenhosas mais tolerantes a desfolhação quando os recursos por água são limitantes (Wise & Abrahamson, 2007).

Destacando apenas a desfolhamento artificial, este pode ter efeitos prejudiciais, por exemplo sobre o crescimento de mudas *Picea abies* (Chen et al. 2002). Considerando que a redução de uma área foliar fotossinteticamente ativa, também irá reduzir a oferta de carboidratos não estruturais (Pinkard et al. 2011, Jacquet et al. 2012).

No entanto, não está claro como esses mecanismos ecofisiológicos podem interagir de uma combinação de estresse por seca e desfolha (Quentin et al. 2012). Pois, por outro lado, ao se reduzir a biomassa foliar, através da desfolha por inseto ou artificial pode também diminuir a taxa de transpiração pelo dossel e, assim, reduzir os efeitos nocivos da seca sobre o metabolismo de pinheiros (Quentin et al. 2012). Há, portanto, uma necessidade de compreender melhor os riscos combinados de estresses bióticos (desfolhamento) e abióticos no crescimento de diversos cultivos para fornecer uma visão mais holística do efeito das alterações climáticas sobre a produtividade das culturas.

2.2.5 Aspectos fisiológicos do desfolhamento

Nos primeiros estudos de (Inoue & Ribeiro. 1988), investigando o potencial da produção fotossintética e da transpiração de clones de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna*, observou que para alguns clones, a maior produção diária deveu-se mais à maior área foliar do que o próprio potencial fotossintético, enquanto que para outros (*E. saligna*) a produção esteve correlacionada com o seu potencial fotossintético. No entanto, a taxa transpiratória diária esteve correlacionada, para alguns clones, com o potencial transpiratório e para outro, tão somente com a área foliar. Então a capacidade de um indivíduo produzir e manter uma grande área foliar influencia nos parâmetros fisiológicos, podendo também interferir no desempenho em campo.

No caso de árvores, geralmente experimentam uma gama de limitações de recursos que afetam a produtividade. A desfolhação associada à herbivoria ou doença também pode reduzir a produtividade. No entanto, há pouca compreensão de seus efeitos interativos sobre a fotossíntese e o crescimento (Gieger & Thomas 2002, 2005).

Os resultados de respostas fisiológicas de *Eucalyptus globulus* Labill. ao estresse, focalizaram um único estressor, a desfolhação. Quentin et al., 2010; Quentin et al., 2011; O'Grady et al., 2008 nestes mesmos confirma, que a desfolha de *E. globulus* comumente induz um aumento na taxa de fotossíntese líquida.

Em estudos anteriores em condições bem irrigadas, observou-se que o desfolhamento de *Eucalyptus globulus* resultou em um aumento transitório na fotossíntese foliar (Pinkard et al. 2007, Quentin et al. 2010). Devido ao mecanismo de regulação positiva da fotossíntese em resposta à desfolhação que é frequentemente interpretada como um mecanismo compensatório (Quentin et al., 2010; Eyles et al., 2011), de modo que a assimilação aumentada do tecido foliar remanescente possa compensar pelo menos parcialmente a perda de tecido fotossinteticamente ativo e a assimilação das perdas pela desfolha.

Durante a pesquisa de Cowie et al. 2017 em folhas de *Parthenium hysterophorus* expostas à herbivoria de *Zygodramma bicolorata* exibiram declínio significativo na fotossíntese. Estes resultados confirmam a premissa de que plantas com diferentes capacidades fotossintéticas podem apresentar desempenhos distintos em função de sua capacidade em formar uma grande área foliar.

2.2.6 Efeito do desfolhamento no crescimento

Na maioria dos casos, os insetos desfolhadores, tem como maior dano a redução da área foliar, comprometendo, assim, a capacidade fotossintética da planta. Em condições de infestação de maior magnitude, o substancial desfolhamento torna-se fator limitante ao pleno crescimento da planta (Cantarelli et al. 2008).

Segundo Pereira et al. (2007) o desfolhamento afeta o crescimento de espécies florestais, fundamentalmente pela diminuição da área fotossintetizante, o que implica na redução da produtividade primária, podendo em caso de desfolhas sucessivas paralisar o seu crescimento. Sendo, a desfolha descendente a mais prejudicial do que a desfolha ascendente, para crescimento de plantas por exemplo, de *Eucalyptus spp*, pois as desfolhas totais sucessivas reduzem drasticamente o crescimento inicial em altura, diâmetro e volume de madeira (Bertulio, 2008).

No caso de perda de produção ocasionada pela desfolha em milho, está relacionada principalmente à intensidade da perda de área foliar e ao estágio de crescimento em que ele é submetido (Lauer et al., 2004). Segundo Muro et al. (2001) as maiores reduções na

produção do girassol ocorrem com 100% da desfolha nos estádios reprodutivos, isso acontece porque as plantas estão mais sensíveis à desfolha extrema nesses estádios.

No estudo de Lima Junior et al. (2010) com girassol (*Helianthus annuus L.*, Asteraceae) os componentes de produção avaliados (diâmetro, biomassa total de sementes de cada planta e biomassa de 100 aquênios) são afetados significativamente em função do nível de desfolha e, dependendo, do estágio fenológico em que a planta se encontra. O que neste caso afetou diretamente o estágio R5 do girassol, sendo o mais sensível à desfolha, ocasionando perdas em todos os componentes de produção.

Essa interferência de mudanças na alocação de biomassa como uma resposta a desfolha foram identificados em estudos anteriores durante o crescimento de plantas jovens de eucaliptos (Pinkard et al., 2007; Eyles et al., 2009; Barry et al., 2012). Segundo Barry et al. (2012) *Eucalyptus globulus*, afirmam que os recursos da folhagem foram mais importantes para o crescimento da haste após a desfolha repetida, ao invés do carbono armazenado em outros tecidos. Portanto, a recuperação foliar seria a prioridade para a recuperação de crescimento antes da alocação para a haste.

Estudos tem sugerido que os carboidratos não estruturais, geralmente consideradas como uma reserva de carbono para a energia e biossíntese, podem mediar as respostas de crescimento das plantas para desfolha (Eyles et al. 2009, Pinkard et al. 2011). E de fato em alguns casos, o desfolhamento moderada e grave resultou em concentrações reduzidas de carboidratos não estruturais (Palacio et al. 2011, Jacquet et al. 2013).

3. Material e métodos

3.1 Área experimental, material vegetal e delineamento experimental

O experimento foi realizado em casa de vegetação no Instituto de Ciências Agrárias-ICA na Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA localizada a 1°27'1"S, 48°0'14"W, com temperatura média anual de 26,4°C, umidade relativa anual de 84,0% e clima do tipo Af_i pela classificação de Köppen.

As mudas de coqueiro de cinco meses de idade foram produzidas e doadas pela fazenda Reunidas SOCOCO, localizada no município de Santa Isabel do Pará, com as coordenadas geográficas 1°17'56" S, 48°9'39" W e transportadas até o Instituto de Ciências Agrárias - ICA da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), onde as plantas passaram por um

período de 20 dias de aclimação mantidas em sacos de dimensão 40x40x40cm com substrato de fibra de coco. As plantas receberam adubação recomendada de uréia, superfosfato simples, cloreto de potássio (KCl) e óxido de magnésio (MgO), com um mês de idade, aos três meses de idade e aos cinco meses, sendo irrigadas, quando necessário, a fim de se manterem próximas a sua capacidade de campo.

O experimento foi realizado em casa de vegetação, em esquema fatorial 2x4 (dois materiais genéticos e quatro níveis de desfolha) totalizando 8 tratamentos em delineamento inteiramente casualizado, os 4 níveis de desfolha foram: T0 (Controle), T30, T60 e T90 % de desfolha artificial com cinco repetições de cada nível. Os materiais genéticos comerciais utilizados foram Híbrido PB121 (Anão-amarelo da Malásia x Gigante Oeste Africano) e o Anão verde do Brasil. Os dados dos tratamentos foram submetidas à análise de variância – ANOVA.

3.2 Avaliações fisiológicas

Inicialmente, cinco plantas foram utilizadas para a realização da curva diurna nas condições do local do experimento. Trocas gasosas foram mensuradas a cada hora no período de 06h:00min às 18h:00min a fim de identificar o intervalo ótimo para mensuração de parâmetros. Definiu-se a janela de medição de 9h:00min às 11h:00min, para mudas de coqueiro, sendo este, o intervalo com os melhores resultados de taxa de assimilação líquida de CO₂ (*A*), condutância estomática (*gs*), taxa de transpiração (*E*) além de relação carbono intercelular e carbono atmosférico (*Ci/Ca*).

As medições foram realizadas pelo LI-6400XT, LI-COR, Lincoln, NE, medidas por um fluxo aberto portátil com sistema de troca gasosa sob uma concentração externa de CO₂ de 400 μmol^{-1} de ar e luz artificial PAR 1.000 μmol de fótons $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$.

As medidas de trocas gasosas foram mensuradas na porção intermediária da segunda folha expandida a partir do ápice da planta. Cada planta teve suas trocas gasosas mensuradas 1, 10, 20 e 40 dias após a imposição dos tratamentos. Foram mensurados os parâmetros: Taxa de assimilação líquida de CO₂ (*A*), Condutância estomática (*gs*), Taxa de transpiração (*E*) e relação Carbono intercelular e Carbono atmosférico (*Ci/Ca*).

3.3 Avaliações de crescimento e biomassa

Para análise de crescimento foram coletados dados de altura, diâmetro do coleto e área foliar, que foram mensuradas no início (antes da imposição dos tratamentos) e ao final

do experimento. Utilizou-se fita métrica para determinação da altura das plantas, considerada a partir da base do coleto até o ápice da folha mais alta e paquímetro digital para mensuração do diâmetro do coleto, onde foram feitas duas medidas para obter um valor médio de cada planta.

Figura 1: - Medições de variáveis de crescimento em mudas de coqueiro *Cocos nucifera L.*, de cinco meses de idade, em casa de vegetação.



Fonte: Autor, 2018

Para determinação da área foliar do coqueiro utilizou-se equações que relacionam a área de folhas individuais com duas dimensões lineares. Tomou-se o cuidado de destacar as folhas na sua inserção, de modo que somente a porção fotossintética ativa da folha fosse amostrada. Após o destacamento foram medidos o comprimento (C) e a maior largura (L) de cada folha (Figura 1), baseando-se na metodologia proposta por Monteiro, et al 2005.

Figura 2: Medições de dimensões lineares comprimento (C) e largura (L) de mudas de coqueiro *Cocos nucifera L.*, em casa de vegetação.



Fonte: Autor, 2018

O comprimento foi definido como a distância entre o ponto de inserção da folha no limbo foliar e a extremidade oposta da folha e a largura, como a maior dimensão perpendicular ao eixo do comprimento. Em seguida, determinou-se a área foliar real de cada uma das 70 folhas, por meio do método dos quadrados que consiste em desenhar a silhueta das folhas em papel milimetrado que continha quadrados medindo 0,04 cm² cada, e em seguida contou-se os quadrados preenchidos pelo contorno de cada folha. A área foliar foi determinada pelo somatório do número de quadrados preenchidos (pelo menos 50%).

Posteriormente realizou-se regressão entre a área foliar determinada pelo método dos quadrados e o produto do comprimento x largura (CxL). Em seguida a relação entre área da folha e suas dimensões lineares foi ajustada a quatro modelos: linear, potencial, exponencial e polinomial. Foram selecionados os dois melhores modelos para determinação da área foliar do coqueiro, sendo um modelo potencial (equação 1) para determinar a área foliar de folhas que não se apresentavam completamente expandidas (folíolos não separados entre si) e um modelo polinomial quadrático (equação 2) para determinar a área foliar dos folíolos.

$$Af = 0,6569 \times (CxL)^{0,9787} \quad (1)$$

$$Af = 0,0051 \times (CxL)^2 - 0,4444 \times (CxL) + 66,865 \quad (2)$$

As equações foram selecionadas com base em seu desempenho que foi avaliado pelas estatísticas (tabela 1): coeficiente de correlação (r); índice de concordância (d); índice de

confiança ou desempenho (c); raiz quadrada média do erro (RQME), conforme as equações 3, 4, 5 e 6, respectivamente.

$$r = \frac{a \sum Si + b \sum Si \times Oi - N(\bar{Si})^2}{\sum Si^2 - N(\bar{Si})^2} \quad (3)$$

$$d = 1 - \left[\frac{\sum_{i=1}^N (Si - Oi)^2}{\sum_{i=1}^N (|Si'| + |Oi'|)^2} \right] \quad (4)$$

$$c = r \times d \quad (5)$$

$$RQME = \sum_{i=1}^N \frac{(Si - Oi)^2}{N} \quad (6)$$

Nas equações 3, 4, 5, e 6 o Si representa os valores estimados, Oi os valores observados e N o número de observações, onde $Si' = Si - O$ e $Oi' = Oi - O$. O RQME expressa a magnitude do erro produzido pelo modelo, de modo que quanto mais próximas de zero, melhor é o modelo. O índice d é uma medida de quanto o modelo está livre de erro, quanto mais próximo de 1, menor erro apresenta essa estimativa (Willmott, 1981). Os valores do índice d variam de 0 (zero), para nenhuma concordância, e 1, para a concordância perfeita. O índice de confiança ou desempenho (c), proposto por Camargo e Sentelhas (1997), indica o desempenho dos métodos, quanto mais próximo de 1, melhor é o desempenho do modelo. O coeficiente de correlação (r) indica o grau de dispersão e associação dos dados simulados em relação aos dados observados. Quanto mais próximo de 1, mais correlacionados serão os dados simulados e observados.

Tabela 1: Desempenho dos modelos linear, potencial, exponencial e polinomial para a estimativa da área foliar das folhas não expandidas e dos folíolos de mudas de coqueiro *Cocos nucifera L.*, de cinco meses de idade, em casa de vegetação.

Folha não expandida				
Parâmetros estatísticos	Equação			
	Linear	Potencial	Exponencial	Polinomial quadrática
R	0,93	0,97	0,95	0,92
D	0,97	0,98	0,96	0,96
C	0,93	0,96	0,93	0,94
RQME	5,98	4,96	5,48	6,09
Folíolos				
Parâmetros estatísticos	Equação			
	Linear	Potencial	Exponencial	Polinomial quadrática
R	0,95	0,95	0,97	0,97
D	0,97	0,97	0,98	0,98

C	0,93	0,92	0,94	0,95
RQME	5,53	5,64	4,81	4,69

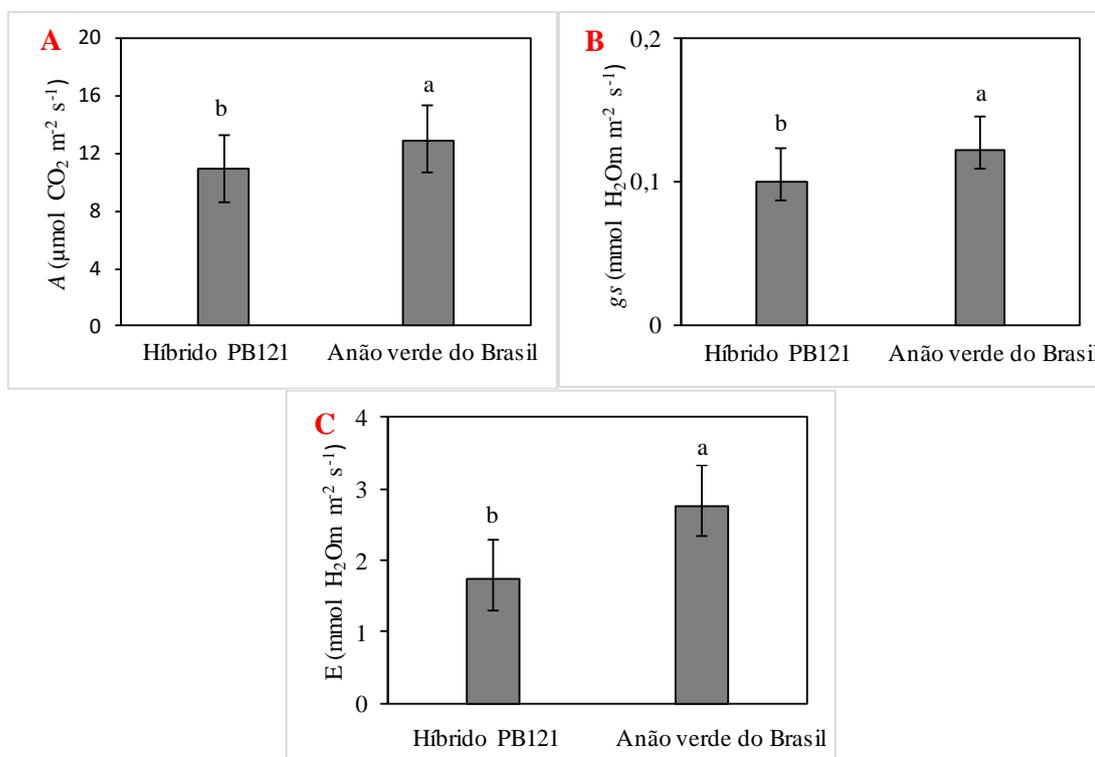
Para a análise de biomassa total das mudas de coqueiro as amostras tiveram seus órgãos separados em caule, folha e raiz. Posteriormente, as amostras foram colocadas para secar em estufa com ventilação forçada a 50 °C para obter o peso constante da matéria seca total.

4. Resultados e discussão

4.1 Trocas gasosas em folhas

As mudas de coqueiro da variedade híbrido PB121 e anão verde do Brasil quando comparadas, apresentaram taxa de assimilação de CO₂ (*A*), condutância estomática, (*gs*) e taxa de transpiração (*E*) diferentes entre si, tendo as mudas de anão verde do Brasil, os maiores valores absolutos em todas as variáveis. (Figura 3)

Figura 3: Taxa de assimilação líquida de CO₂ (*A*), condutância estomática (*gs*) e taxa de transpiração (*E*) em mudas de coqueiro híbrido PB121 e anão verde do Brasil de cinco meses de idade, em casa de vegetação.

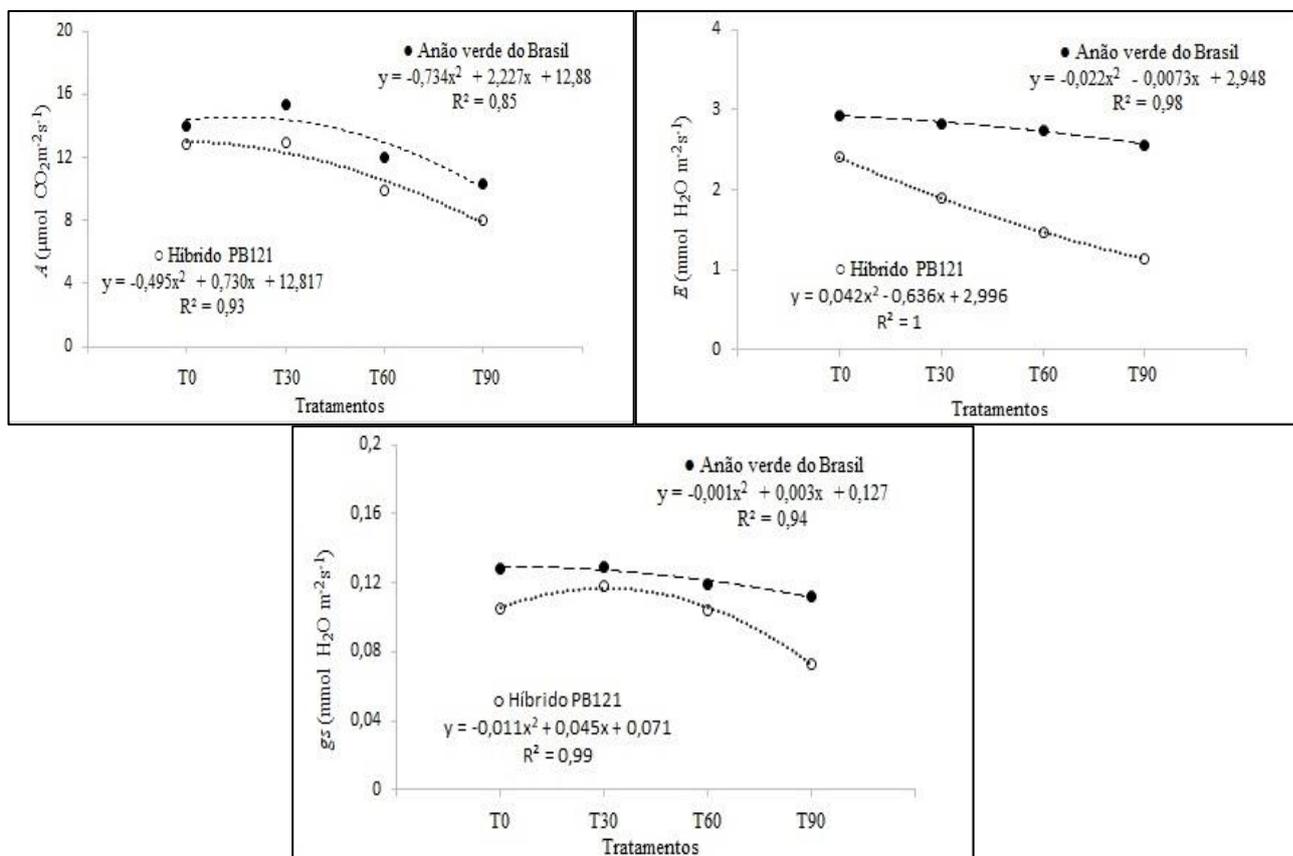


Médias com a mesma letra não diferem entre si pelo teste Student- Newman- Keuls a 5% de probabilidade

Gomes (2006), pesquisou plantas jovens de dois ecótipos da cultivar anão verde do Brasil e observou que as taxas de condutância estomática (g_s) decresceram após a suspensão da irrigação, sugerindo a elevada sensibilidade desta variável a redução de água no solo, neste estudo não foi possível observar tal decréscimo desta variável, o que pode ter relação com o fato de que as mudas foram irrigadas diariamente, não sofrendo estresse hídrico.

Os três níveis de desfolha (T30, T60 e T90) e o tratamento controle (T0), apresentaram respostas diferentes a 5% de probabilidade para todas as variáveis neste primeiro dia de análise. A figura 4, mostra a regressão da taxa de assimilação líquida de CO_2 (A), condutância estomática (g_s) e taxa de transpiração (E) onde os valores dos tratamentos que sofreram os maiores percentuais de desfolha (T60 e T90) apresentaram menores taxas absolutas desses parâmetros.

Figura 4: Análise de regressão da taxa de assimilação líquida de CO_2 (A), condutância estomática (g_s) e taxa de transpiração (E) em mudas de coqueiro híbrido PB121 e anão verde do Brasil de cinco meses de idade, em casa de vegetação.



Lins, et al (2000) estudando os efeitos do desfolhamento causado por *Brassolis sophorae* na produção de frutos de coqueiros da variedade híbrido PB121 verificou que as palmeiras que não sofreram desfolhamento produziram a média de 304,20 frutos por planta, enquanto que as plantas que tiveram redução em 25%, 50%, 75% e 100% do limbo foliar tiveram redução na produção de frutos em 15,25%, 20,68%, 49,67% e 71,37% respectivamente.

A tabela 2 mostra a interação da relação carbono intercelular e carbono atmosférico (Ci/Ca) das variedades híbrido PB121 e anão verde do Brasil, onde o tratamento de maior desfolha (T90) do híbrido PB121 mostrou-se menor relação Ci/Ca comparado a todos os outros níveis de desfolha, bem como para a variedade anão verde do Brasil, onde o tratamento controle (T0) obteve as maiores médias. Isto evidencia que plantas não desfolhadas ou submetidas a pouca redução de área foliar possuem mais CO₂ para suas reações de carboxilação.

Tabela 2: Relação carbono intercelular e carbono atmosférico (Ci/Ca) das variedades híbrido PB121 e anão verde do Brasil de cinco meses de idade, um dia após a desfolha, em casa de vegetação.

Material genético	Níveis de desfolha			
	0%	30%	60%	90%
Híbrido PB121	0,47 Aab	0,49 Ab	0,44 Aa	0,35 Ac
Anão verde do Brasil	0,54 Ba	0,49 Ab	0,48 Bb	0,45 Bb

As médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na coluna não diferem estatisticamente a variedade e as mesmas letras minúsculas na linha não diferem estatisticamente aos níveis de desfolha pelo teste Student-Newman-Keuls a 5% de probabilidade.

A interação das mudas de coqueiro híbrido PB121 e anão verde do Brasil, submetidas a três níveis de desfolha (T30, T60 e T90) e tratamento sem desfolha (controle (T0) estão presentes nas tabelas 5 e 6, respectivamente, onde, a primeira mostra que houve pouca variação entre os materiais genéticos testados, no entanto, os níveis de desfolha T0, T30 e T60 do coqueiro híbrido tiveram as maiores médias em comparação ao e T90. A tabela 6 com interação VxD mostra que os tratamentos de menor percentual de desfolha (T0 e T30) tiveram menor relação Ci/Ca comparadas aos T60 e T90 com médias de 0,54 e 0,58 $\mu\text{mol de CO}_2\text{mol}^{-1}$ de ar.

Tabela 3: Taxa de assimilação líquida de CO₂ (A) das variedades híbrido PB121 e anão verde do Brasil de cinco meses de idade, em casa de vegetação.

Material genético	Níveis de Desfolha			
	0%	30%	60%	90%
Híbrido PB121	12,58 Aab	12,98 Ab	11,07 Aa	8,01 Ac
Anão verde do Brasil	13,14 Aa	11,21 Bb	11,77 Aab	9,51 Ac

As médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na coluna não diferem estatisticamente a variedade e as mesmas letras minúsculas na linha não diferem estatisticamente aos níveis de desfolha pelo teste Student-Newman-Keuls a 5% de probabilidade.

Tabela 4: Relação carbono intercelular e carbono atmosférico (C_i/C_a) das variedades híbrido PB121 e anão verde do Brasil de cinco meses de idade, após dez dias de desfolha em casa de vegetação.

Material genético	Níveis de Desfolha			
	0%	30%	60%	90%
Híbrido PB121	0,56 Aa	0,55 Aa	0,61 Ab	0,59 Ab
Anão verde do Brasil	0,54 Aa	0,61 Bb	0,60 Ab	0,63 Bb

As médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na coluna não diferem estatisticamente a variedades e as mesmas letras minúsculas na linha não diferem estatisticamente aos níveis de desfolha pelo teste Student-Newman-Keuls a 5% de probabilidade.

A taxa de transpiração (E), dos tratamento T90 obteve a menor média comparado a todos os outros níveis de desfolha (T0, T30 e T90) para os dois materiais genéticos testados. (Figura 5). Este parâmetro refere-se a perda de água na forma de vapor, sendo, a transpiração a força motriz para a absorção de água e nutrientes, seu comprometimento pode afetar a taxa de assimilação de CO₂, como foi observado neste trabalho.

Figura 5: Análise de regressão taxa de transpiração (E) em mudas de coqueiro híbrido PB121 e anão verde do Brasil de cinco meses de idade, em casa de vegetação. Belém, Pa.

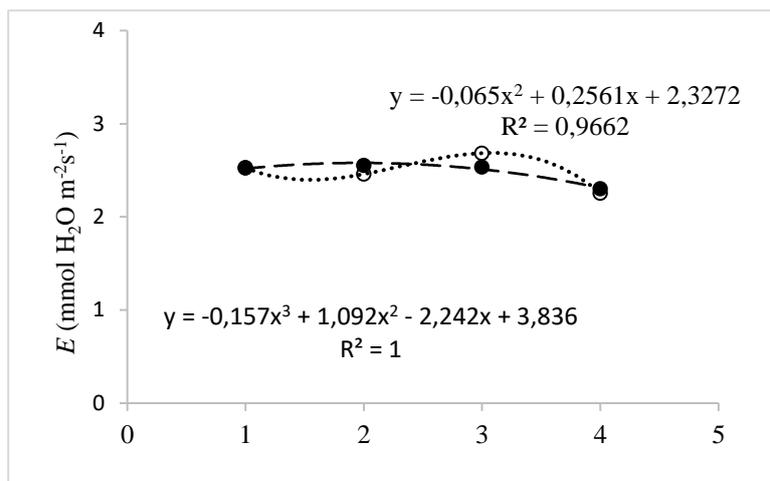
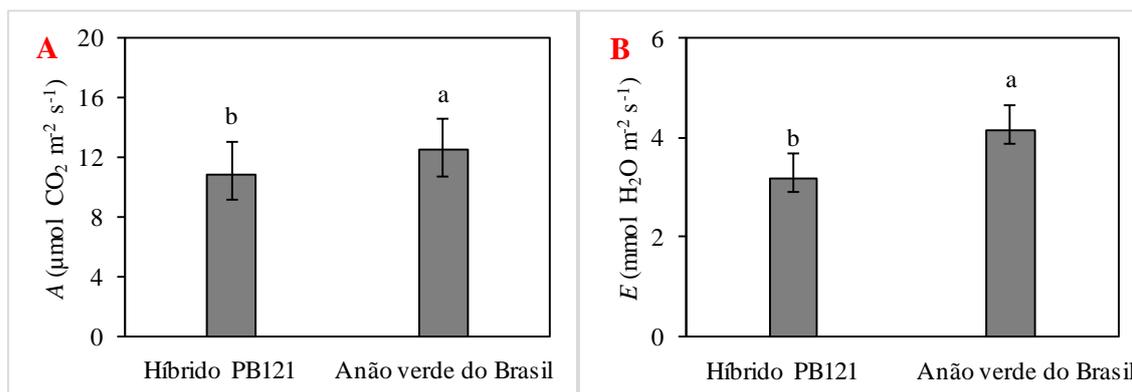


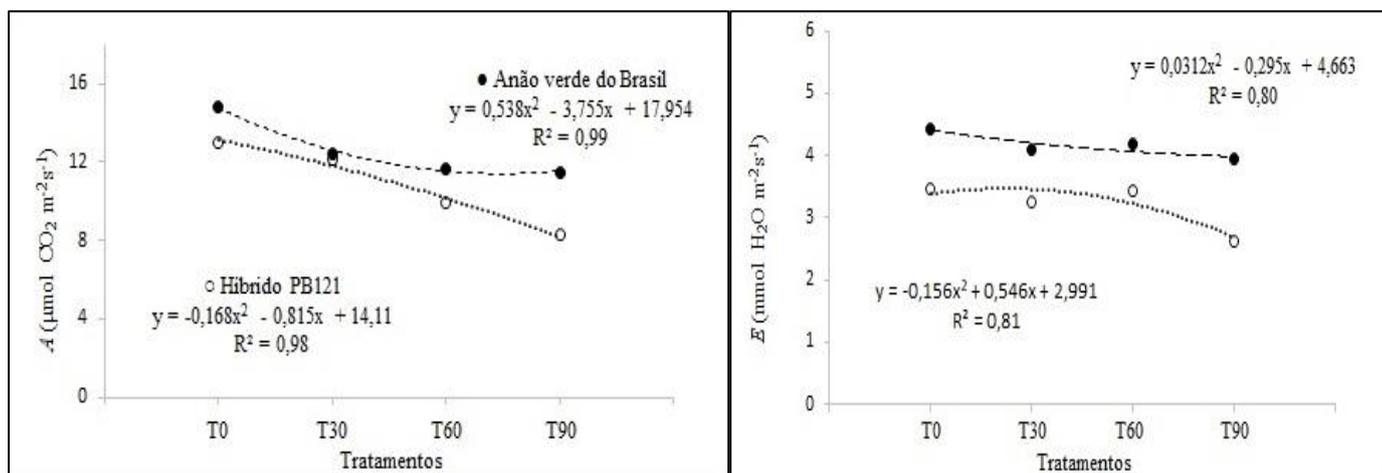
Figura 6: Taxa de assimilação líquida de CO_2 (A) e taxa de transpiração (E) em mudas de coqueiro híbrido PB121 e anão verde do Brasil de cinco meses de idade, em casa de vegetação.



Médias com a mesma letra não diferem entre si pelo teste Student- Newman- Keuls a 5% de probabilidade

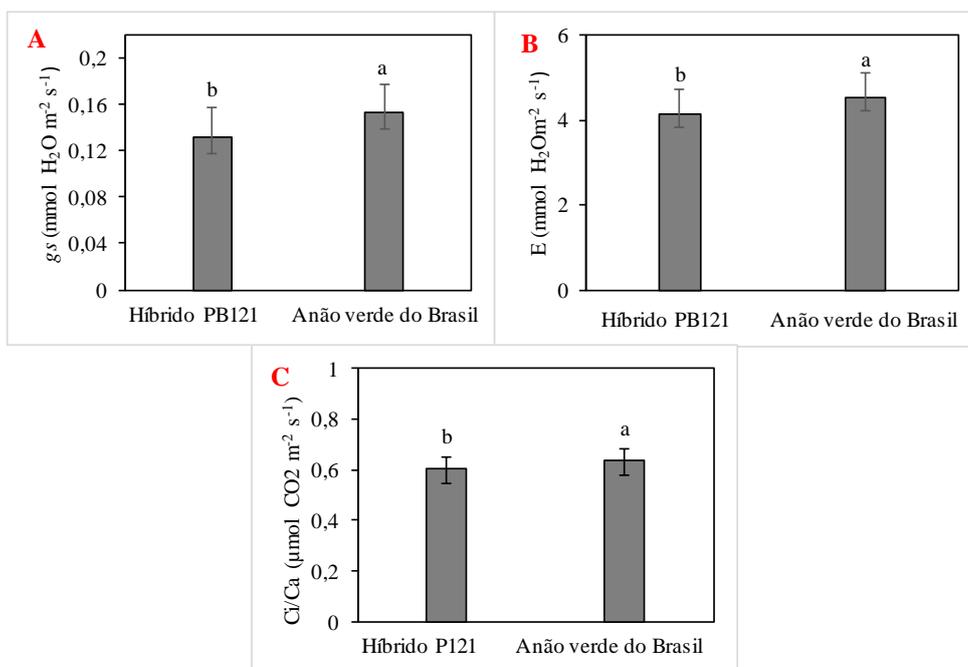
A análise de regressão demonstrada na figura 7, mostra que a taxa de assimilação líquida de CO_2 (A) dos tratamentos com maior percentual de desfolha continuaram significativamente menores, em comparação aos T0 e T30 do coqueiro híbrido PB121, semelhante resultado foi observado para o coqueiro anão verde do Brasil. A figura 7 também mostra que a taxa de transpiração do T90 obteve a menor média significativa em relação ao T1 de ambos os materiais genéticos testados.

Figura 7: Análise de regressão taxa de assimilação líquida de CO₂ (*A*) e taxa de transpiração (*E*) em mudas de coqueiro híbrido PB121 e anão verde do Brasil de cinco meses de idade, em casa de vegetação.



Condutância estomática (*g_s*), taxa de transpiração (*E*) e relação carbono intercelular e carbono atmosférico (*C_i/C_a*) em mudas de coqueiro anão verde do Brasil tiveram maiores médias significativas comparadas a mudas de coqueiro híbrido PB121 (Figura 8).

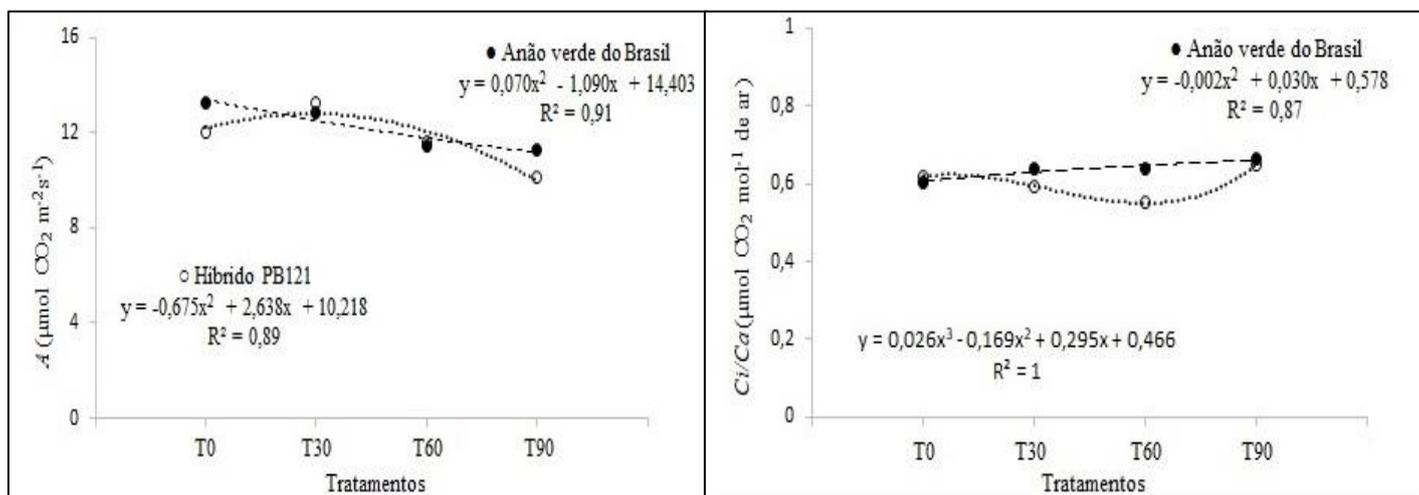
Figura 8: Condutância estomática (*g_s*), taxa de transpiração (*E*) e relação carbono intercelular e carbono atmosférico (*C_i/C_a*) em mudas de coqueiro híbrido PB121 e anão verde do Brasil de cinco meses de idade, em casa de vegetação.



Médias com a mesma letra não diferem entre si pelo teste Student- Newman- Keuls a 5% de probabilidade

Durante a última análise de trocas gasosas, a taxa de assimilação líquida de CO₂ das mudas do coqueiro híbrido PB121 não apresentaram diferença entre os tratamentos, isto é, mudas que sofreram desfolha artificial apresentaram taxas de assimilação líquida de CO₂ iguais as plantas controle, que não foram desfolhadas. (Figura 9). Esta resposta se assemelha aquelas encontradas em híbridos interespecíficos (*Elaeis oleifera* Cortés x *Elaeis guineensis* Jacq.) de palma de óleo, onde comparou-se a desfolha artificial e natural causada por *B. sophorae*, em plantas adultas as quais também foram mensuradas variáveis de trocas gasosas (TINOCO, 2016).

Figura 9: Análise de regressão da taxa de assimilação líquida de CO₂ (A) e relação carbono intercelular e carbono atmosférico (Ci/Ca) em mudas de coqueiro híbrido PB121 e anão verde do Brasil de cinco meses de idade, em casa de vegetação.

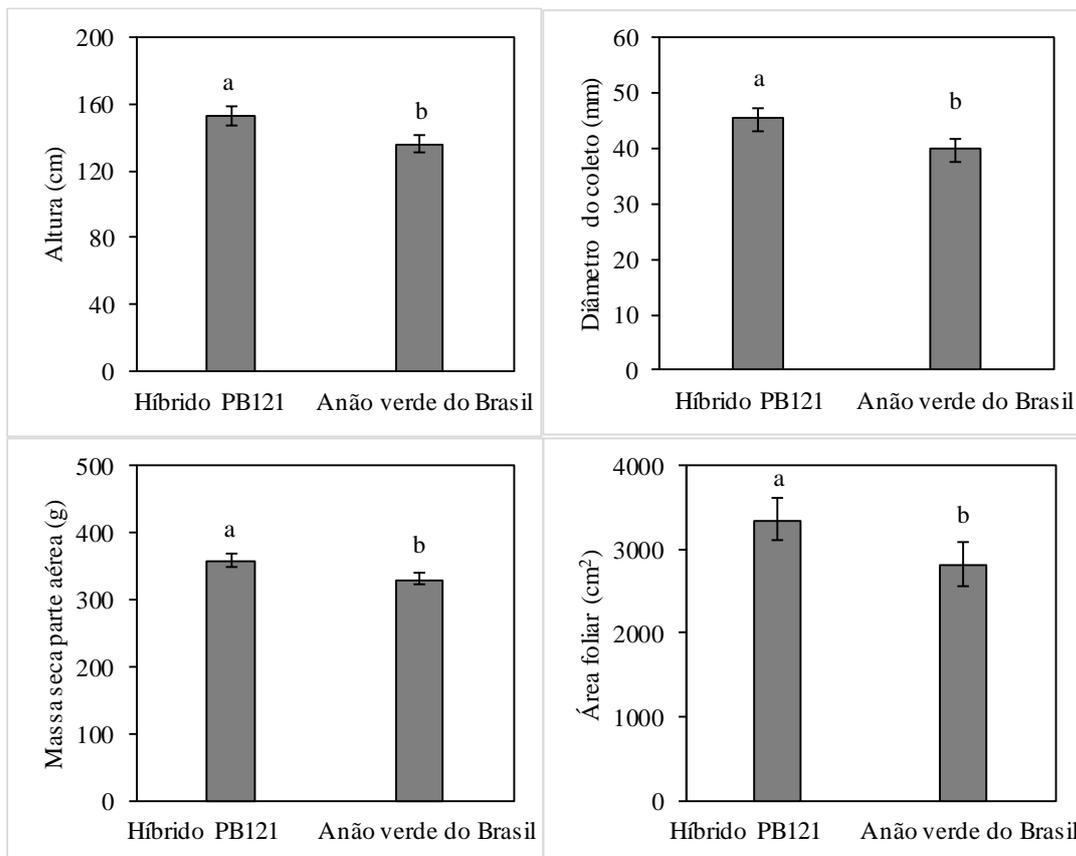


Os estudos realizados em diversas culturas indicaram que a alimentação do inseto, que provocam redução de área foliar não afetou as taxas de assimilação líquida de CO₂ das partes remanescentes dos folíolos injuriados (ZIEMS et al., 2006). Isto ocorreu neste estudo para o híbrido PB121, porém para o anão verde do Brasil esta variável mostrou-se significativamente menor até o último dia de análise.

4.2 Variáveis de crescimento

A área foliar, altura das plantas, o diâmetro do coleto e a matéria seca da parte aérea apresentaram maiores valores para a variedade híbrido PB121. (Figura 10), mostrando sua recuperação de variáveis de crescimento quando submetido a uma desfolha produzida por pragas desfolhadoras.

Figura 10: Altura, diâmetro do coleto, massa seca da parte aérea e área foliar das variedades híbrido PB121 e anão verde do Brasil de cinco meses de idade, em casa de vegetação.



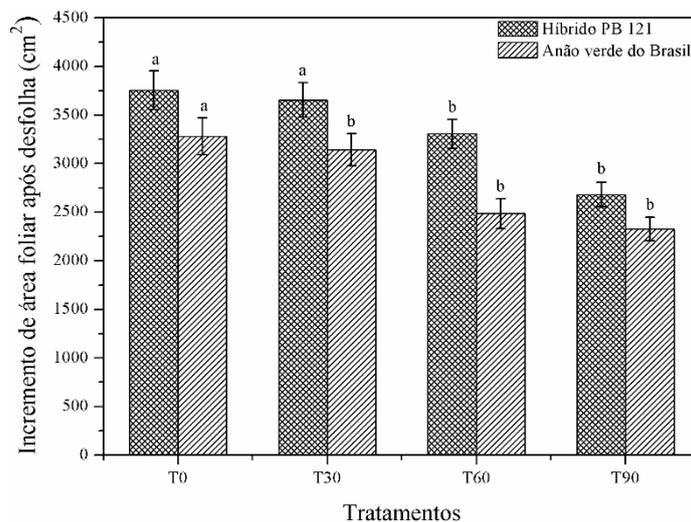
Médias com a mesma letra não diferem entre si pelo teste Student- Newman- Keuls a 5% de probabilidade

Ao final do experimento verificou-se que as mudas de híbrido PB121 submetidas a 30% de desfolha artificial foram capazes de emitir área foliar suficiente para recuperar a área que foi perdida, (Figura 11) por isso não houve-se diferença com o tratamento controle, demonstrando maior potencial de recuperação de área foliar, mais de 200% , quando comparado as mudas de coqueiro anão verde do Brasil que não se regeneraram ao ponto de igualar a um dos 3 tratamentos submetidos a desfolha com o tratamento controle, não atingindo o padrão de área foliar de mudas não desfolhadas.

Nesse caso, quando as mudas do híbrido PB121 forem atacadas por lagartas desfolhadoras, e o nível for até 30% de desfolhamento, sabe-se que a planta conseguirá recuperar sua área foliar em até quarenta dias após o dano, atingindo o padrão de mudas para plantio (T0), mesmo sem aplicação de produtos químicos ou biológicos.

Ressalta-se ainda, que uma lagarta desfolhadora de mudas de palmeiras, por exemplo, durante o todo o ciclo larval alimenta-se de até 800 cm² (GENTY, MORIN E KORYTKOWSKI, 1978), entretanto, TINOCO (2016), observou que lagartas de *O. envirae*, em laboratório, consumiu 286 cm², em palma de óleo. Logo, o híbrido PB121 provavelmente, suportará até no máximo 3 lagartas/muda causando desfolhamentos, pois, a muda emitiu após 30% de desfolhamento, 4.000 cm² em resposta ao ataque, ou seja, limite máximo de desfolhador que a muda suporta neste tratamento. Esse número de lagarta serve como indicativo biológico para aplicação de inseticidas no viveiro, ou nível crítico para a muda, pois se aumentar o número de lagartas, a muda não conseguirá recuperar-se em tempo hábil para ir a campo.

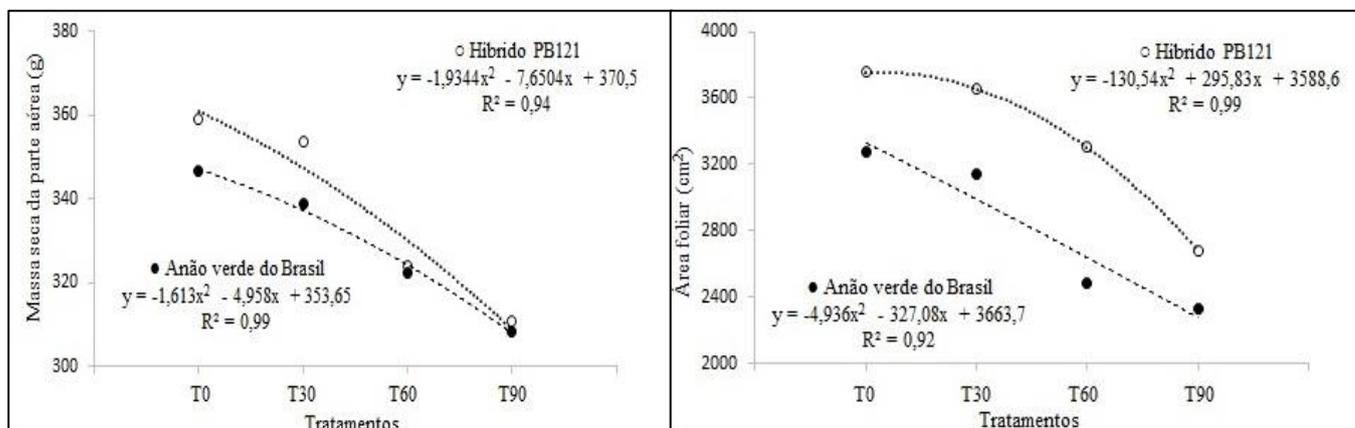
Figura 11: Incremento de área foliar de mudas de coqueiro do híbrido PB121 e anão verde do Brasil de cinco meses de idade, em casa de vegetação.



Médias com a mesma letra não diferem entre si pelo teste Student- Newman- Keuls a 5% de probabilidade

A figura 12 mostra regressão da matéria seca da parte aérea, e a área foliar, onde os tratamentos de maior desfolha tiveram uma drástica redução destes parâmetros.

Figura 12: Análise de regressão da taxa da matéria seca da parte aérea e área foliar em mudas de coqueiro híbrido PB121 e anão verde do Brasil de cinco meses de idade, em casa de vegetação.



5. Conclusão

Mudas de cinco meses de idade do híbrido PB121 podem suportar ao ataque de no máximo 3 lagartas desfolhadoras, o qual o desfolhamento se assemelha a 30%, o que equivale a cerca de 1.000 cm², o mesmo consumido pela lagarta da espécie *Opsiphanes envirae* (Lepidoptera: Nymphalidae) durante o estágio larval. Este seria o indicativo biológico para tomadas de decisão de controle no viveiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL: **Anuário da Agricultura Brasileira 2011**. São Paulo: Instituto FNP, p. 78-284, 2011.

AGUIAR-MENEZES, E. L. Diversidade vegetal: uma estratégia para o manejo de pragas em sistemas sustentáveis de produção agrícola. **Seropédica: Embrapa: Agrobiologia**, Documentos, 177, 68 p., 2004.

ANDRADE, E. B. **Desmatamento, solos e agricultura na Amazônia Legal**. In: Ministério do Meio Ambiente, Causas e dinâmica do desmatamento na Amazônia. Brasília: MMA, 2001, p. 235-257.

ARAGÃO, W. M.; RIBEIRO, MELO, M. F. V. Cultivares de coqueiro para a produção de coco seco: coqueiro Gigante vs híbridos. In: CINTRA, F. L. D.; FONTES, H. R.; PASSOS, E. E. M.; FERREIRA, J. M. S. (Ed.). Fundamentos tecnológicos para a revitalização das áreas cultivadas com coqueiro gigante no nordeste do Brasil. Aracaju: **Embrapa Tabuleiros Costeiros** 232 p. p. 37-60, 2009.

BARRY, KM, QUENTIN, AG, EYLES, A., PINKARD, EA, 2012. Consequências de recurso prescrição para a recuperação a partir de desfolhamento repetido em *Eucalyptus globulus*. **Árvore Physiol.** 32, 24-35.

BETULIO, G.V., **Efeitos da desfolha artificial no crescimento de plantas de *Eucalyptus spp.* Em uma área de Reflorestamento, município de campo verde, Estado de Mato Grosso**. 2008. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Mato Grosso.

BEZERRA, M. A. et al. Crescimento e fotossíntese de plantas jovens de cajueiro anão precoce sob estresse salino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9, Sup., p. 90-94, 2005.

BEZERRA, M. A. et al. Crescimento e fotossíntese de plantas jovens de cajueiro anão precoce sob estresse salino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9, Sup., p. 90-94, 2005.

CAMARGO, A. P.; SENTELHAS, P. C. Avaliação do desempenho de diferentes métodos de estimativa da evapotranspiração potencial no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 5, p.89 - 97, 1997.

CANTARELLI, E. B.; COSTA, E. C.; PEZZUTTI, R.; OLIVEIRA, L.S. Quantificação das perdas no desenvolvimento de *Pinus taeda* após o ataque de formigas cortadeiras. **Ciência Florestal**, v. 18, n. 1, p. 39-45, 2008.

CHEN Z, KOLB TE, CLANCY KM (2002) Effects of artificial and western spruce budworm (Lepidoptera: Tortricidae) defoliation on growth and biomass allocation of Douglas-fir seedlings. **J Econ Entomol** 95:587–594.

CINTRA, F. L. D. Solos da baixada litorânea e dos tabuleiros costeiros cultivados do coqueiro gigante: principais características. In: CINTRA, F. L. D.; FONTES, H. R.;

- PASSOS, E. E. M.; FERREIRA, J. M. S. (Ed.). **Fundamentos tecnológicos para a revitalização das áreas cultivadas com coqueiro gigante no nordeste do Brasil**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2009. 233 p. c. 4. p. 61-74.
- CLAUSEN, C. P. Biological Control of fruit flies. **Revista Journal of Economic Entomology**, v. 49, p. 176- 178, 1956.
- CLIMATE-DATA.ORG. Clima: nova ponte. Disponível em: < <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/para/santa-isabel-do-para-26633/>>. Acesso: 28 agosto de 2018.
- CORLEY, R. H. V.; BREURE, C. J. Fruiting activity, growth and yield of oil palm. I. Effects of fruit removal. **Experimental Agriculture**, v. 28, n. 1, p. 99-109, 1992.
- COWIE, B.W., WITKOWSKI, E.T.F., BYRNE, M.J., STRATHIE, L.W., GOODALL, J.M., VENTER, N., Physiological response of Parthenium hysterophorus to defoliation by the leaf-feeding beetle *Zygogramma bicolorata*, **Biological Control** (2017), doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocontrol.2017.08.022>
- CUENCA, M. A. G. Importância econômica do coqueiro. In: FERREIRA, J. M. S. ; FERREIRA, J. M. S.; WARWICK. D. R. N.; SIQUEIRA, L. A. A cultura do coqueiro no Brasil. 2. ed. Aracaju: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1998.
- CUENCA, M. A. G. Importância econômica do coqueiro. In: FERREIRA, J. M. S. ; FERREIRA, J. M. S.; WARWICK. D. R. N.; SIQUEIRA, L. A. A cultura do coqueiro no Brasil. 2. ed. Aracaju: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1998.
- EYLES A, PINKARD EA, MOHAMMED C (2009) Shifts in biomass and resource allocation patterns following defoliation in *Eucalyptus globulus* growing with varying water and nutrient supplies. **Tree Physiol** 29:753–764.
- EYLES, A., D. SMITH, E.A. PINKARD, I. SMITH, R. CORKREY, S. ELMS, C.L. BEADLE AND C.L. MOHAMMED. 2011. Photosynthetic responses of field-grown *Pinus radiata* trees to artificial and aphid-induced defoliation. **Tree Physiol**. 31:592–603.
- FAZOLIN, M.; ESTRELA, E.J.L.V. Determinação do nível de dano econômico de *Cerotoma tingomarianus* Bechyné (Coleoptera: Chrysomelidae) em *Phaseolus vulgaris* L. cv. Pérola. **Neotropical Entomology**, v.33, n.1: p. 631-637. 2004.
- FERNANDES, M. C. A. et al. Manejo ecológico de Fitoparasitas. In: AQUINO, A. M. de; ASSIS, R. L. de (Eds.). **Agroecologia: Princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável**, Brasília-DF. Embrapa Informativo Tecnológico, 2002.
- FERREIRA, J. M. S. Manejo integrado de pragas do coqueiro. **Ciência Agrícola**, v8, n.1. **Ciência Agrícola**, v8, n1, p.21-29, 2008.
- FERREIRA, J. M. S.; MICHEREFF FILHO, M. Pragas e métodos de controle. In: FONTES, H. R.; FERREIRA, J. M. S.; SIQUEIRA, L. A. (Ed.). **Sistema de produção para cultura do coqueiro**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2002. 65 p. p. 35-49. (Sistemas de Produção, 1). Disponível em: <<http://www.cpatc.embrapa.br/download/SP1.pdf/>>. Acesso: 22 junho de 2018.

FERREIRA, J. M. S.; TEODORO A. V.; NEGRISOLI, A. S. J.; GUZZO, E. C. Aspectos biológicos e manejo da Cochonilha-transparente *aspidiotus destructor* e do Pulgão-preto *Cerataphis Lataniae* em coqueiro. **Embrapa Tabuleiros Costeiros-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, v.177, 2015.

FERREIRA, J.M.S.; LIMA, M.F.; SANTANA,D.L.Q.; MOURA, J.I.L.; SOUZA, L.A. Pragas do coqueiro. In: FERREIRA, J.M.S.; WARWICK, D.R.N.; SIQUEIRA, L.A. **A cultura do coqueiro no Brasil. 2.** Ed. Brasília: Embrapa -SPI: Aracaju: Embrapa- CPACT, 292páginas. 1998.

FERREIRA, Joana M. S. et al. **Sistemas de Produção:** Pragas do coqueiro. Disponível em: <<http://www.ceinfo.cnpat.embrapa.br/artigo.php?op=6&i=6&si=82&ar=2277>>. Acesso em: 12 maio 2018.

FERRI, M.G. **Botânica: morfologia interna das plantas.** Local: Melhoramentos. p.113, 1973.

FONTES, H. R. **Caracterização do quadro atual e principais ameaças à produção de coco seco no nordeste do Brasil,** 2010. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/imprensa/artigos/2010/caracterizacao-do-quadro-atual-e-principais-ameacas-a-producao-de-coco-seco-nonordeste-do-brasil>>. Acesso em: 18 de Março de 2018.

FONTES, H.R.; RIBEIRO, F.E.; FERNANDES, M.F. Coco, produção: aspectos técnicos. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas; Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2003. 106p.

FRÉMOND, Y.; ZILLER, R.; NUCÉ de LAMOTHE, M. de. **El cocotero: técnicas agrícolas e producciones tropicales.** Barcelona: Editorial Blume,1975 p. 236.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BATISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIN, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. Entomologia agrícola. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p.

GIEGER, T. AND F.M. THOMAS. 2002. Effects of defoliation and drought stress on biomass partitioning and water relations of *Quercus robur* and *Quercus petraea*. **Basic Appl. Ecol.** 3:171–181.

GIEGER, T. AND F.M. THOMAS. 2005. Differential response of two Central-European oak species to single and combined stress factors. **Trees** 19:607–618.

GOMES, F. P. Trocas gasosas em coqueiro anão submetido a ciclos de deficiência hídrica. Tese de doutorado. Viçosa – UFV. 2006.

GOMES, F. P.; PRADO, C. H. B. A. Ecophysiology of coconut palm under water stress. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Campos dos Goytacazes, v. 19, n. 4, p. 377-391, 2007. HOLANDA, J. S. DE; OLIVEIRA, M. T.; Espínola Sobrinho, E.; Dantas, T. B. Tecnologias para produção intensiva de coco anão. Natal: EMPARN, 2007. 40p. Boletim de Pesquisa.

- GOTELLI, N. J. **A primer of ecology**. Sunderland: Sinauer Associates, 1995, 206 p.
- GOTELLI, N.J. Medindo a diversidade de espécies, p.210-240. In: N.J. GOTELLI (ed.). **ECOLOGIA. LONDRINA: PLANTA**, 2009, 288P.
- HOLANDA, J.S.; OLIVEIRA, M.T.; SOBRINHO, E.E.; DANTAS, T.B. **Tecnologias para produção intensiva de coco anão**. Natal: EMPARN, 2007. 40p.
- IBGE. Seção cidades. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: 20 nov. 2018.
- IBGE. Sistema IBGE de Recuperação Automática: Tabela 1612: **Area plantada, área colhida, quantidade produzida e valor da produção da lavoura permanente**.2014. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 17 de Março de 2018
- INOUE, M. T.; RIBEIRO, F. A. Fotossíntese e transpiração de clone de *Eucalyptus grandis* e *E. saligna*. **IPEF**, n. 40, p. 15-20. 1988.
- JACQUET J-S, ORAZIO C, JACTEL H (2012) Defoliation by processionary moth significantly reduces tree growth: a quantitative review. **Ann For Sci** 69:857–866.
- JACQUET, J.S, BOSCH A, O'GRADY AP, JACTEL, H (2013) Pine growth response to processionary moth defoliation across stand chronosequence. **For Ecol Manag** 293:29–38.
- JACTEL H, PETIT J, DESPREZ-LOUSTAU ML, DELZON S, PIOUS D, BATTISTI A, KORICHEVA J (2011) Drought effects on damage by forest insects and pathogens: a meta-analysis. **Glob Change Biol** 18:267–276.
- KULMAN, H. M. Effects of insect defoliation on growth and mortality of trees. *Annual Review of Entomology*, v. 16, p. 289-324, 1971.
- LAUER JG, ROTH GW & BERTRAM MG (2004) Impact of Defoliation on Corn Forage Yield. **Agronomy Journal**, 96:1459-1463.
- LEWIS, W. J.; VAN LENTEREN J. C.; PHATAK, S. C.; TUMLINSON III J. H. A total system approach to sustainable pest management. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**. v. 94, p. 2243-2248, 1997.
- LIMA JUNIOR, S.I., BERTONCELLO, F.T., MELO, P.E., PAULO EDUARDO DEGRANDE, E. P., CÁSSIO KODAMA, C., Desfolha artificial simulando danos de pragas na cultura do girassol (*Helianthus annuus* L., Asteraceae). **Rev. Ceres, Viçosa**, v. 57, n.1, p. 023-027, jan/fev, 2010.
- MARTINS, C. R. **Evolução da produção de coco no Brasil e o comércio internacional** - Panorama 2010. Aracaju, SE: Embrapa Tabuleiros Costeiros, (**Documentos, 164**), 2011, 28 p.
- MENON, K.P.; PANDALAI, K.M. **The coconut palm, a monograph**. Kerala, South India: Indian Central Coconut Committee.1958, 384p.
- MIRISOLA FILHO. L. Â. Cultivo de Coco Anão. Viçosa: Aprenda Fácil, 2002.

MONTEIRO, J. E. B. A.; SENTELHAS, P. C.; CHAVEGATO, E. J. GUISELINI, C.; SANTIAGO, A. V.; PRELA, A. Estimação da área foliar do algodoeiro por meio de dimensões e massa das folhas. **Bragantina**. Campinas, v64, n 1. p. 12-24, 2005.

MURO, J. IRIGOYEN I, MILITINO AF & LAMSFUS C (2001) Defoliation Effects on Sunflower Yield Reduction. **Agronomy Journal**, 93:634–637.

NAKABAYASHI, R.; SAITO, K. Integrated metabolomics for abiotic stress responses in plants. **Current Opinion in Plant Biology**, v. 24, p. 10-16, 2015.

O'GRADY, A.P., D. WORLEDGE AND M. BATTAGLIA. 2008. Constraints on transpiration of Eucalyptus globulus in southern Tasmania, Australia. **Agric. For. Meteorol.** 148:453–465.

PALACIO, S., PATERSON, E., SIM A, HESTER A, MILLARD, P., (2011) Browsing affects intra-ring carbon allocation in species with contrasting wood anatomy. **Tree Physiol** 31:150–159

PASSOS, E.E.M. **Ecofisiologia do Coqueiro**. In: FERREIRA, J. M. S.; WARWICK, D. R. N.; SIQUEIRA, L. A. A cultura do coqueiro no Brasil. 2º Edição. Brasília: Spi, 1998. 65-71p.

PEREIRA, L. G. B. A Lagarta-Parda, Therintaina arnobia, principal lepidóptero desfolhador da cultura do eucalipto. Dossiê Técnico, **Fundação Centro Tecnológico de Minas-CETEC/MG**. 2007. 28p

PINKARD, E.A., BATTAGLIA, M., ROXBURGH S, O'GRADY AP (2011) Estimating forest net primary production under changing climate: adding pests into the equation. **Tree Physiol** 31:686–699.

PINKARD, E.A., M. BATTAGLIA AND C.L. MOHAMMED. 2007. Defoliation and nitrogen effects on photosynthesis and growth of Eucalyptus globulus. **Tree Physiol.** 27:1053–1063.

PRADO, C.H. B.A ; PASSOS, C.D. ; PASSOS, E.E.M., Comportamento Sazonal do potencial hídrico e das trocas gasosas de quatro variedades de coqueiro anão. **Revista Brasileira de Fruticultura.**, Jaboticabal - SP, v. 27, n. 2, p. 248-254, Agosto 2005.

PRAXEDES, S. C.; LACERDA, C. F. DE; DAMATTA, F. M.; PRISCO, J. T.; GOMES-FILHO, E. Salt tolerance is associated with differences in ion accumulation, biomass allocation and photosynthesis in cowpea cultivars. **Journal of Agronomy and Crop Science**, v.196, p.193- 204, 2010.

QUENTIN, A., PINKARD, E., BEADLE, C., WARDLAW, T., O'GRADY, A., PATERSON, S., MOHAMMED, C., 2009. Do artificial and natural defoliation have similar effects on physiology of Eucalyptus globulus Labill. seedlings. **Ann. For. Sci.** 67, 1–9.

QUENTIN, A.G., A.P. O'GRADY, C.L. BEADLE, D. WORLEDGE AND E.A. PINKARD. 2011. Responses of transpiration and canopy conductance to partial defoliation of Eucalyptus globulus trees. **Agric. For. Meteorol.** 151:356–364.

QUENTIN, A.G., E.A. PINKARD, C.L. BEADLE, T.J. WARDLAW, A.P. O'GRADY, S. PATERSON AND C.L. MOHAMMED. 2010. Do artificial and natural defoliation have similar effects on physiology of *Eucalyptus globulus* Labill. seedlings? **Ann. For. Sci.** 67:203–203.

QUENTIN, A.G., O'GRADY, A.P., BEADLE, C.L., MOHAMMED, C., PINKARD, E.A., (2012) Interactive effects of water supply and defoliation on photosynthesis, plant water status and growth of *Eucalyptus globulus* Labill. **Tree Physiol** 32:958–967.

REIS FILHO, W.; SANTOS, F. dos; STRAPASSON, P.; NICKELE, M.A. Danos causados por diferentes níveis de desfolha artificial para simulação do ataque de formigas cortadeiras em *Pinus taeda* e *Eucalyptus grandis*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v.31, p.37-42, 2011.

SOUZA, R. M. Sinais envolvidos na comunicação de *Amerrhinus ynca* Sahlberg, 1823 (Coleoptera: Curculionidae). 2006. Dissertação (Mestre em Produção Vegetal) - Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2006.

VALLADARES, F., GIANOLI, E., GÓMEZ, J.M., (2007) Ecological limits to plant phenotypic plasticity. **New Phytol** 176:749–763.

WARWICK, D. R. N. ; SIQUEIRA, L. A. (Ed.) **A cultura do coqueiro no Brasil**. 2. ed. rev.ampl. Brasília : Embrapa – SPI / Embrapa – CPACT, 1998. p.17-56

WILLMOTT, C.J. Statistics for the evaluation and comparison of models. *Journal of Geophysical Research*, Ottawa, v 90, n C, p.. 8995-9005, 1985.

WISE, M.J., ABRAHAMSON, W.G., (2007) Effects of resource availability on tolerance of herbivory: a review and assessment of three opposing models. **Am Nat** 169:443–454.

ZIEMS, J. R.; ZECHMANN, B. J.; HOBACK, W. W.; WALLACE, J. C.; MADSEN, R. A.; HUNT, T. E.; HIGLEY, L. G. Yield response of indeterminate potato (*Solanum tuberosum* L.) to simulated insect defoliation. **Agr. Journal**, v. 98, n. 6, p. 1435-1441,2006.

ZVEREVA, E.L., LANTA, V., KOZLOV, M.V., 2010. Effects of sap-feeding insect herbivores on growth and reproduction of woody plants: a meta-analysis of experimental studies. **Oecologia** 163, 949–960.