



**Universidade Federal do Tocantins
Campus de Gurupi
Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal**

SÉRGIO JOSÉ DA COSTA

Avaliação Biométrica e Fisiológica na Fase Vegetativa do Dendezeiro (Elaeis Guineensis Jacq.) em Região de Cerrado do Tocantins

GURUPI-TO
2016



**Universidade Federal do Tocantins
Campus de Gurupi
Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal**

SÉRGIO JOSÉ DA COSTA

Avaliação Biométrica e Fisiológica na Fase Vegetativa do Dendezeiro (*Elaeis Guineensis* Jacq.) em Região de Cerrado do Tocantins

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal da Universidade Federal do Tocantins como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Andrea Lemus Erasmo

GURUPI-TO
2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca da Universidade Federal do Tocantins
Campus Universitário de Gurupi

C837a Costa, Sérgio José da

Avaliação Biométrica e Fisiológica na Fase Vegetativa do Dendezeiro (*Elaeis Guineensis* Jacq.) em Região de Cerrado do Tocantins / Sérgio José da Costa. - Gurupi, 2016.
74f.

Tese de Doutorado – Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Gurupi
– Curso de Pós-Graduação (Doutorado) em Produção Vegetal, 2016.
Orientador: Prof. Dr. Eduardo Andrea Lemus Erasmo.

1. Dendezeiro. 2. Cerrado. 3. Tocantins. 4 Fase Vegetativa I. Título

CDD: 635

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os fornecidos pelo autor.



Universidade Federal do Tocantins
Câmpus de Gurupi
Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO TOCANTINS

Defesa nº 07/2016

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA TESE DE DOUTORADO DE SÉRGIO JOSÉ DA COSTA, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS

Aos 25 dias do mês de maio do ano de 2016, às 09:00 horas, na Sala 05 do Bloco C, reuniu-se a Comissão Examinadora da Defesa Pública, composta pelos seguintes membros: Prof. Orientador Dr. Eduardo Andrea Lemus Erasmo do Câmpus Universitário de Gurupi/Universidade Federal do Tocantins, Prof. Dr. Tarcísio Castro Alves de Barros Leal do Câmpus Universitário de Gurupi/Universidade Federal do Tocantins, Prof. Dr. Saulo de Oliveira Lima do Câmpus Universitário de Gurupi/Universidade Federal do Tocantins, Prof. Dr. Marcelo Alves Terra do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Tocantins – IFTO Campus Gurupi e Dr. Raimundo Nonato Carvalho da Rocha da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus - AM sob a presidência do primeiro, a fim de proceder a arguição pública da TESE DE DOUTORADO DE SÉRGIO JOSÉ DA COSTA, intitulada "Avaliação Biométrica e Fisiológica na Fase Vegetativa do Dendezeiro (*Elaeis Guineensis* Jacq.) em Região de Cerrado do Tocantins". Após a exposição, o discente foi arguido oralmente pelos membros da Comissão Examinadora, tendo parecer favorável à aprovação, habilitando-o (a) ao título de Doutor em Produção Vegetal.

Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que, após lida e aprovada, foi assinada pelos membros da Comissão Examinadora.

Dr. Tarcísio Castro Alves de Barros Leal
Universidade Federal do Tocantins
Primeiro examinador

Dr. Saulo de Oliveira Lima
Universidade Federal do Tocantins
Segundo examinador

Dr. Marcelo Alves Terra
Instituto Federal do Tocantins
Terceiro examinador

Dr. Raimundo Nonato Carvalho da
Rocha
Embrapa Amazônia Ocidental
Examinador Externo

Dr. Eduardo Andrea Lemus Erasmo
Universidade Federal do Tocantins
Orientador e presidente da banca examinadora

Gurupi, 25 de maio de 2016.

Dr. Rodrigo Ribeiro Fidelis
Coordenador do Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal

“Pouco conhecimento faz com que as pessoas se sintam orgulhosas, muito conhecimento, que se sintam humildes. É assim que as espigas sem grãos erguem desdenhosamente a cabeça para o céu, enquanto que as cheias a baixam para a terra, sua mãe”.

Leonardo da Vinci

DEDICO

Aos meus pais Edézio José (*in memoriam*) e Sebastiana Costa pela base sólida e valores verdadeiros.

À minha esposa Luciana Milhomem, esteio da família, pelo amor, carinho e apoio incondicional.

Aos meus filhos Heitor e Camila que são fonte de vida e razão da minha caminhada.

Ao Sr. Luiz de Gonzaga, Dona Lígia Milhomem e Lídia Milhomem por fazerem parte de minha jornada.

AGRADECIMENTOS

A Deus, presente em todos os momentos da minha vida, a família que a base de todo ser.

Certamente esta é a parte mais complicada, pois são muitas as pessoas, os amigos e as instituições que fizeram e fazem parte desta.

A começar agradecer aos gestores e servidores do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins – IFTO – Campus Gurupi, pela liberação das atividades junto a esta instituição e ao apoio concedido através do programa Pró-Qualificar.

Expresso o agradecimento ao meu orientador, professor Eduardo Andrea Lemus Erasmo, por ter dado apoio na condução dos trabalhos de forma que eu conseguisse, não somente concluir este trabalho, mas enxergar novos horizontes a serem atingidos.

À Universidade Federal do Tocantins – Campus Gurupi (UFT - Gurupi) e ao Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Produção Vegetal, aos professores pela motivação para buscar o aprendizado a cada dia.

A Embrapa Amazônia Ocidental, em especial ao Dr. Raimundo Nonato Rocha que forneceu material vegetal que possibilitou a condução deste e outros tantos trabalhos.

Aos professores Tarcísio Castro Alves de Barros Leal e Marcelo Alves Terra por participarem na avaliação desta. Em especial agradecer ao professor Saulo de Oliveira Lima que tem acompanhado meu desenvolvimento acadêmico ao longo dos anos.

A minha esposa, Luciana Milhomem, que desde o início tem incentivado na realização desta etapa, pelo companheirismo dedicado, mesmo em momentos frágeis e difíceis de nossas vidas.

Aos meus irmãos e respectivas Edivânio, Ivani, Elivânio, Edércio e Eliene. Agradeço o apoio para seguir em frente.

Aos meus consanguíneos, em especial o Ivan Henrique, que ajudou na implantação e nas avaliações em fase de pré-viveiro e viveiro.

A todos os colegas do grupo de pesquisa especialmente Jose Iran (*in memoriam*) pelas dicas e pelas conversas saudáveis sobre economia e gestão, ao Dr. Thomas, companheiro de caminhada, enfim a Marciane, Ismael, Bonfim, Sara, David, Andre, Naira, Gislean.

A todos os colegas do Instituto Federal de Educação do Tocantins – IFTO, que direta ou indiretamente me apoiaram na realização desta.

E para finalizar, se isto é possível, pois somos humanos passíveis de esquecimentos e injustiças, agradeço a todos aqueles que conviveram comigo durante estes três anos e que interferiram positivamente para que este trabalho fosse realizado e concluído.

Muito Obrigado!

RESUMO GERAL

Avaliação Biométrica e Fisiológica na Fase Vegetativa do Dendzeiro (*Elaeis Guineensis* Jacq.) em Região de Cerrado do Tocantins

O dendzeiro (*Elaeis Guineensis* Jacq.) tem origem africana e vem sendo cultivado em países como Indonésia e Malásia, que respondem por mais de 80% da produção mundial. O Brasil está entre os 10 maiores produtores de dendê no mundo e seu cultivo vem se expandindo significativamente na região amazônica, como no caso do Pará, maior estado produtor. Atualmente o consumo de produtos que tem o óleo de dendê como matéria prima ultrapassa a demanda, fazendo com que ocorra uma pressão para implantação de novas áreas de cultivo. Neste contexto pode se destacar o Tocantins, estado com localização geográfica privilegiada e com áreas aptas ao cultivo do dendê. Assim, o presente trabalho objetivou avaliar a resposta de diferentes híbridos de dendê nas fases de pré-viveiro, viveiro e primeiro ano de cultivo, em condição de cerrado no sul do Tocantins. Durante o primeiro ano da cultura no campo avaliou-se determinados parâmetros fisiológicos tais como fotossíntese, condutância estomática, carbono interno, transpiração e eficiência do uso da água em condições normais e sob estresse de seca. Os materiais estudados foram: BRS 2501, BRS 7201, BRS 2001, BRS 2301 e BRS 2528 em pré-viveiro e viveiro e em campo foram: BRS 2501, BRS 7201, BRS 2001, BRS 2528 e BRS Manicoré. Como resultado tem se que para a fase de pré-viveiro o BRS 2528 apresentou maiores valores nas variáveis avaliadas. Em viveiro os híbridos BRS 2001 e BRS 7201 superaram os outros em todas as variáveis avaliadas. Para o primeiro ano no campo todos os materiais genéticos apresentaram incremento vegetativo significativo ao longo do período em condições de cerrado da região. Durante as avaliações fisiológicas as plantas que estavam sob estresse de seca apresentaram comportamento inferior para as variáveis analisadas em comparação àquelas irrigadas.

Palavras chave: Dendê; Novas Áreas; Cerrado.

GENERAL ABSTRACT

Biometrics and Physiological Assessment in Vegetative Phase of Oil Palm (*Elaeis Guineensis* Jacq.) In Tocantins Cerrado Region

The palm tree (*Elaeis Guineensis* Jacq.) Has African origin and has been cultivated in countries like Indonesia and Malaysia, which account for over 80% of world production. Brazil is among the 10 largest producers of palm oil in the world and its cultivation has been expanding significantly in the Amazon region, as in the case of Pará, the largest state producer. Currently the consumption of products that have palm oil as raw material exceeds demand, causing a pressure occurs for the implementation of new cultivation areas. In this context it can highlight the Tocantins state with a privileged geographical location and potential areas for cultivation of oil palm. Thus the present study aimed to evaluate the response of different hybrids of palm oil in the pre-nursery, nursery and first year of cultivation in closed condition in southern Tocantins. In the first year of culture in the field we evaluated certain physiological parameters such as photosynthesis, stomatal conductance, internal carbon, transpiration and water use efficiency under normal conditions and under drought stress. The materials studied were: BRS 2501 BRS 7201, BRS 2001 BRS 2301 and BRS 2528 pre-nursery and nursery and field were: BRS 2501 BRS 7201, BRS 2001 BRS 2528 and BRS Manicoré. As a result has been that for the pre-nursery stage BRS 2528 showed higher values in the variables evaluated. In the nursery BRS 2001 and BRS 7201 hybrid surpassed others in all variables. For the first year in the field all genetic materials showed significant vegetative growth over the period in cerrado conditions of the region. During the physiological assessments plants that were under drought stress they showed less behavior for the variables compared to those irrigated.

Key words: Palm oil; New Areas; Cerrado.

Sumário

INTRODUÇÃO GERAL.....	11
CAPÍTULO 01: DESENVOLVIMENTO DE HÍBRIDOS DE DENDEZEIRO TIPO TENERA (<i>Elaeis Guineenses</i> Jacq.) EM CONDIÇÕES DE CERRADO NO SUL DO TOCANTINS EM FASE DE PRÉ-VIVEIRO E VIVEIRO.....	14
1.1 Resumo.....	14
1.2 Abstract.....	15
1.3 Introdução.....	16
1.4 Material e Métodos.....	17
1.5 Resultados.....	20
1.6 Discussão.....	24
1.7 Conclusões.....	25
1.8 Referências Bibliográficas.....	26
CAPÍTULO 02: DESENVOLVIMENTO DE HÍBRIDOS DE DENDEZEIRO TIPO TENERA (<i>Elaeis Guineenses</i> Jacq.) EM CONDIÇÕES DE CERRADO NO SUL DO TOCANTINS EM PRIMEIRO ANO DE CULTIVO.....	28
2.1 Resumo	28
2.2 Abstract.....	29
2.3 Introdução.....	30
2.4 Material e Métodos.....	31
2.5 Resultados.....	33
2.6 Discussão.....	36
2.7 Conclusões.....	38
2.8 Referências Bibliográficas.....	39
CAPÍTULO 03: RESPOSTAS FISIOLÓGICAS DE PLANTAS DE DENDEZEIRO (<i>Elaeis Guineenses</i> Jacq.) SUBMETIDAS AO ESTRESSE DE SECA EM CONDIÇÕES DO CERRADO.....	42
3.1 Resumo	42
3.2 Abstract.....	43
3.3 Introdução.....	44
3.4 Material e Métodos.....	46
3.5 Resultados e Discussões.....	49
3.6 Conclusões.....	56
3.7 Referências Bibliográficas.....	57
CAPÍTULO 04: RESPOSTAS FISIOLÓGICAS DE PLANTAS DE DENDEZEIRO (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.) SUBMETIDAS AO ESTRESSE DE SECA E IRRIGADO EM CONDIÇÕES DO CERRADO.....	61
4.1 Resumo	61
4.2 Abstract.....	62
4.3 Introdução.....	63
4.4 Material e Métodos.....	64
4.5 Resultados e Discussões.....	66
4.6 Conclusões.....	71
4.7 Referências Bibliográficas.....	72

Introdução Geral

O dendezeiro ("dendê" – *Elaeis Guineensis* Jacq.), originária da África Ocidental, é uma cultura perene que se desenvolve nas regiões tropicais do mundo onde a produção é contínua durante todo o ano. Cultivada em mais de 16 milhões de hectares, representa uma das principais culturas produtoras de óleo no mundo (FAO, 2016) com capacidade de produzir maior quantidade de óleo por unidade de área cultivada entre todas as outras plantas oleaginosas e vale ressaltar que o dendezeiro tem potencialmente condições de satisfazer as necessidades de gordura da população mundial (Corley e Tinker, 2003).

No Brasil, com uma produtividade média de 04 toneladas de óleo/ha/ano, cerca de 10 vezes maior que a produtividade da soja, seu cultivo é convencionalmente realizado na região Amazônica, com plantios mais expressivos do estado do Pará. César *et al* (2012) e La Rovere *et al.* (2011) destacam os aspectos positivos desta cultura, tanto para o meio ambiente como no aspecto econômico - social que o cultivo do dendezeiro insere na região onde é plantado.

Seu estudo em novas regiões de fronteira agrícola pode ser justificado pelo grande consumo de óleo, devido, atualmente, o consumo brasileiro desta cultura é cerca de 550 mil toneladas por ano de óleo e a produção é de aproximadamente 370 mil ton ano⁻¹ (Antonini *et al* 2015, FAO, 2016). Neste contexto o Estado do Tocantins, que é considerado o novo polo agrícola brasileiro, com disponibilidade de área, aliada a topografia plana, um maior período de insolação, solos férteis, recursos hídricos abundantes e estações climáticas definidas (Tocantins, 2014). Essas características edafoclimáticas aliadas a técnicas inerentes da cultura podem favorecer o cultivo de plantas tropicais (Tschoeke, 2015).

A Embrapa Solos realizou estudos sobre o zoneamento agroecológico do dendezeiro na Região Amazônica, onde classificaram o nível de aptidão do dendezeiro em regiões do Tocantins, destacando a possibilidade de implantação desta cultura em algumas regiões do estado (Ramalho Filho *et al*, 2010). Assim tomando como referência estão as regiões compreendidas pelas cidades de Abreulândia, Araguacema, Araguaína, Nova Olinda, Tocantinópolis e Xambioá que foram indicadas pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento como potenciais regiões aptas ao cultivo do dendezeiro (MAPA, 2009).

No estudo acima, dentre a aptidão dos solos, destacaram que os elementos climáticos que mais podem afetar a produção do dendezeiro, são a temperatura do ar, a insolação e a precipitação pluvial, sendo a distribuição mensal da chuva e a ocorrência de déficit hídrico os elementos que podem apresentar maior efeito no crescimento e produção da cultura.

O objetivo do presente trabalho foi fornecer dados para a implantação e implementação do manejo sustentável da cultura do dendezeiro em região de cerrado do Tocantins. Assim o presente estudo foi composto por três anos de análise, sendo o primeiro ano avaliado as fases de pré-viveiro e viveiro, que são as fases iniciais da cultura, com mensuração de dados de crescimento vegetativo da cultura através de avaliações de altura, número de folhas, volume de raiz, comprimento de raiz, diâmetro do coleto, área foliar e massa seca da planta dos materiais híbridos de Tenera: BRS 2501, BRS 7201, BRS 2001, BRS 2301 e BRS 2528.

Esses materiais estudados são caracterizados como híbridos intraespecíficos de tenera (*Elaeis Guineensis* Jacq.) desenvolvidos pela Embrapa Amazônia Ocidental e tem recomendação para plantios em regiões tropicais úmidas que apresente precipitação em torno de 2.000 mm/ano bem distribuídos, déficit hídrico igual ou inferior a 200 mm/ano, insolação superior a 1.800 horas/ano, temperatura média anual entre 24 e 28°C, com mínima mensal superior a 18°C e máxima entre 28 e 34°C, além de umidade relativa do ar entre 70 e 95%.

No segundo ano de avaliação foram mensurados o nível de desenvolvimento do dendezeiro em cultivo de primeiro ano no campo experimental. Para esta avaliação foram utilizadas as variáveis: número de folhas das plantas, número de folíolos da folha de posição 09, comprimento da folha 09, diâmetro do coleto, espessura e largura da raquis dos seguintes materiais: BRS 2501, BRS 7201, BRS 2001, BRS 2528 e BRS Manicoré. Ainda no segundo ano e no terceiro ano de estudo foram feitas análises das variáveis fisiológicas da cultura, sendo analisado um conjunto de variáveis, tais como a fotossíntese (A), a condutância estomática (gs), a transpiração foliar (E), a concentração interna de CO₂ (Ci) e, a eficiência instantânea do uso da água (E A⁻¹) que são coletivamente considerados indicativos do desempenho dos vegetais diante do estresse de seca (Nascimento *et al.*, 2011, Nogueira *et al.* 2001). Os materiais genéticos avaliados foram os mesmos citados anteriormente.

Referências Bibliográficas

Antonini, J. C. A., VELOSO, R. F., Malaquias, J. V. Produtividade de Óleo de Palma Cultivada com Irrigação Suplementar nas Condições de Clima Tropical de Savana. XXV CONIRD. UFS – São Cristóvão – SE. 2015.

César A.S. A Competitividade da Produção de Biodiesel no Brasil: Uma Análise Comparativa de manona, dendê e soja. Thesis. São Carlos: Department of Management Engineering. Federal University of São Carlos; 2012.

Corley, R.H.V., Tinker, P.B., 2003. The Oil Palm, fourth ed. Wiley-Blackwell, Oxford, Malden, MA, 562 p.

FAO - Food And Agriculture Organization of The United Nations - Statistics Division. <http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/E>. Acesso: 21/04/2016

La Rovere M.L, Pereira AS, Simões AF. Biofuels and sustainable energy development in Brazil. World Development 2011; 39:1026 e 36.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
<http://www.agricultura.gov.br/comunicacao/noticias/2009/09/publicado-zoneamento-para-dende-no-acre-rondonia-e-tocantins>. Acesso em 15/06/2016.

Nascimento, J. L. **Crescimento e assimilação de carbono em plantas jovens de *Attalea funifera* Mart. submetidas ao sombreamento e ao estresse hídrico.** Ihéus, BA : UESC/PPGPV, 2009. xii, 97 f. : Il. (Dissertação de Mestrado)

Nascimento, S. P. do *et al.* Tolerância ao déficit hídrico em genótipos de feijão-caupi. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 08, p. 853-860, 2011.

Nogueira, R. J. M. C. *et al.* Alterações na resistência à difusão de vapor das folhas e relações hídricas em aceroleiras submetidas a déficit de água. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 13, n. 01, p. 75-87, 2001.

Ramalho Filho, A. Zoneamento agroecológico, produção e manejo da cultura de palma de óleo na Amazônia / editores: Antonio Ramalho Filho et al. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2010.

TOCANTINS 2014. Fruticultura tocantinense aumentou 63% em quatro anos. Disponível em <<http://seagro.to.gov.br/noticia/2014/11/24/fruticultura-tocantinense-aumentou-63-em-quatro-anos>>. Acesso em: 07 maio. 2016.

Tschoeke, P. H. Aspectos fitossanitários para a produção sustentável do meloeiro no Estado do Tocantins / Paulo Henrique Tschoeke. - Palmas, 2015.98f. (Tese de Doutorado) – Universidade Federal do Tocantins, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, 2015.

Capítulo 01

Desenvolvimento de Híbridos de Dendzeiro Tipo Tenera (*Elaeis guineenses* Jacq.) em Condições de Cerrado no Sul do Tocantins em Fase de Pré-Viveiro e Viveiro

Sérgio José da Costa, Eduardo Andrea Lemus Erasmo

Resumo

A palma de Óleo ou dendzeiro (*Elaeis guineensis*) foi introduzido na Malásia em 1870 e seu cultivo tem registro datado em 1917, e nos últimos 50 anos tem se inserido comercialmente no setor da agricultura. É uma cultura que produz maior quantidade de óleo por unidade de área cultivada entre todas as outras plantas oleaginosas, com ciclo produtivo de 25 a 30 anos. Para a produção de mudas é necessário desenvolver cuidados para garantir plantas aptas a serem cultivadas em campo. Diante desse contexto o presente estudo buscou estudar as fases iniciais desta planta (pré-viveiro e viveiro), em região de fronteira agrícola no cerrado do Tocantins. Os materiais avaliados foram BRS 2301, BRS 7201, BRS 2528, BRS 2001, BRS 2501. As variáveis avaliadas foram altura de plantas, número de folhas, volume de raiz, comprimento de raiz, diâmetro do coleto, massa seca foliar, massa seca do coleto, massa seca da raiz, massa seca total e área foliar. Na fase de pré-viveiro o híbrido BRS 2528 apresentou o maior valor nas variáveis avaliadas. Na fase viveiro os híbridos BRS 2001 e BRS 7201 superaram os outros materiais. Dentre as variáveis avaliadas as maiores diferenças entre os híbridos corresponderam ao acúmulo de massa seca total e comprimento radicular.

Palavras Chave: Dendê, Pré-viveiro , Viveiro, Cerrado.

Growth of Hybrid Oil Palm Type Tenera (*Elaeis guineensis* Jacq.) In Cerrado Conditions in The South of Tocantins in Pre-Nursery and Nursery Phase

Abstract

The palm oil or palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) was introduced in Malaysia (1870) and its cultivation has record in 1917 and the last 50 years has been commercially inserted in the agriculture sector. This culture produces higher quantity of oil per unit area of all cultivated other oleaginous plants, the production cycle of 25 to 30 years. In the production of seedlings it is necessary to develop care to ensure viable plants to be planted in the field, and before this context the present study was to study the initial stages of this plant (nursery and pre-nursery) in agricultural frontier region in Tocantins cerrado. The materials tested were BRS 2301, BRS 7201, BRS 2528, BRS 2001 BRS 2501. The parameters evaluated were plant height, leaf number, root volume, root length, basal diameter, dry weight of leaf, dry mass of the strain, root dry mass, total dry matter and leaf area. Result all materials show satisfactory development with greater differences statistics for the dry mass of variable. In the pre-nursery stage hybrid BRS 2528 presented the highest value in the evaluated variables. In the nursery phase, the BRS 2001 and BRS 7201 hybrid outperformed the other materials. Among the variables evaluated the major differences between hybrids corresponded to the total dry mass and root lengths.

Key Words: Palm Oil, Pre-nursery, Nursery, Cerrado.

Introdução

A palma de óleo ou dendê (*Elaeis guineensis* Jacq.) é uma planta perene tropical de origem africana e foi introduzido pela primeira vez na Malásia em 1870 como planta ornamental (Resenani, 2016) e o cultivo dessa planta tem registro em 1917 (Y. Basiron, 2007) e apenas nos últimos 50 anos tem inserido o seu cultivo como uma das principais culturas comerciais no setor da agricultura.

Tornou-se uma cultura perene importante no Sudeste Asiático, América do Sul e África. (Cao et al., 2011, Akpo, 2014). Nos últimos 40 anos a área plantada mundialmente aumentou oito vezes alcançando 17,3 milhões de hectares. A da Malásia aumentou cinco vezes, e a da Indonésia multiplicou-se 25 vezes (Andrade, 2015). Atualmente a Indonésia é o país com maior área cultivada, cerca de 7.407.090 hectares, o que representa 50,17% da produção mundial seguido pela Malásia, com 4.689.321 hectares (31,58%), e seguida ainda pela Tailândia com participação de 5,01%, Colômbia com 2,50%. (FAO, 2016).

No Brasil a área colhida em 2014 foi de 126.559 hectares, o que representa 1,25% da participação mundial, sendo que o país possui cerca de 70 milhões de hectares adequados para essa cultura, sendo 50 milhões no Estado do Amazonas e 20 milhões no Pará e possibilidade de expansão da produção na Bahia e outros estados, a exemplo do Tocantins. O Estado do Pará atualmente possui área plantada superior a 100 mil hectares, o que representa cerca de 95% da produção nacional, seguido pelo estado da Bahia que é o responsável pela produção de 5% restante (Andrade, 2015; Queiroz, 2012).

É uma cultura que produz maior quantidade de óleo por unidade de área cultivada entre todas as outras plantas oleaginosas, com uma produtividade média de 04 toneladas de óleo/ha/ano, cerca de 10 vezes maior que a produtividade da soja. Seu ciclo produtivo pode ocorrer durante um período de 25 a 30 anos. É uma planta de elevada capacidade de realizar o sequestro de carbono e pode ser usado como reflorestamento em áreas degradadas, além de ter uma participação efetiva no Movimento de Desenvolvimento Limpo (CDM) com a venda de créditos de carbono (Queiroz, 2012). Mesmo com maior produtividade, não consegue suprir a demanda brasileira, pois, o consumo de óleo de palma, atualmente é de 550 mil toneladas por ano e a produção é de aproximadamente 370 mil ton ano⁻¹ (Brito, 2014; Antonini et al 2015) o que faz aumentar o interesse e a necessidade da abertura de novas áreas de fronteira.

Neste cenário o Tocantins vem apresentando vocação econômica voltada para o agronegócio, representando uma das últimas fronteiras agrícolas do país, com características que indicam o potencial de cultivo de dendzeiros.

Assim, para o estabelecimento de plantas de ciclo perene, a exemplo do dendzeiro, a fase de produção de mudas representa a primeira grande etapa de um ciclo produtivo, na qual se procura a obtenção de plantas de alta qualidade agrônômica e em condições para serem conduzidas ao campo na época apropriada. No empreendimento, a qualidade da muda se refletirá diretamente na precocidade e na maior produção na fase jovem, assim como no maior potencial de produção na fase adulta (BARCELOS et al., 2001).

Os autores acima direcionam que a produção de mudas de dendzeiro possui duas fases, a primeira de pré-viveiro que representa a fase de formação inicial da muda, sendo realizada em área com cobertura de sombrite a 50%, onde as plantas permanecem por um período de quatro meses. Esta etapa não pode se estender por mais tempo para não prejudicar a formação da muda final.

A segunda fase é a de viveiro, realizada em área aberta, onde as mudas devem ficar por um período de 12 meses. É considerada de extrema importância uma vez que mudas bem cuidadas tem maiores condições de sobreviver no campo e são mais resistentes em comparação aquelas mal conduzidas (AKPA et al., 2014, BARCELOS et al. 2001; TEIXEIRA et al, 2009).

Assim, o presente trabalho objetivou avaliar a resposta de diferentes híbridos de dendê nas fases de pré-viveiro e viveiro, sob condições de cerrado no sul do Tocantins.

Materiais e Métodos

O trabalho foi conduzido na Estação Experimental de Pesquisa do Campus Universitário de Gurupi, pertencente à Universidade Federal do Tocantins - UFT, localizado à latitude 11° 43' S e longitude 49° 04' W, em altitude média de 287 m. As condições climáticas do período de desenvolvimento do trabalho estão representadas na figura 1.

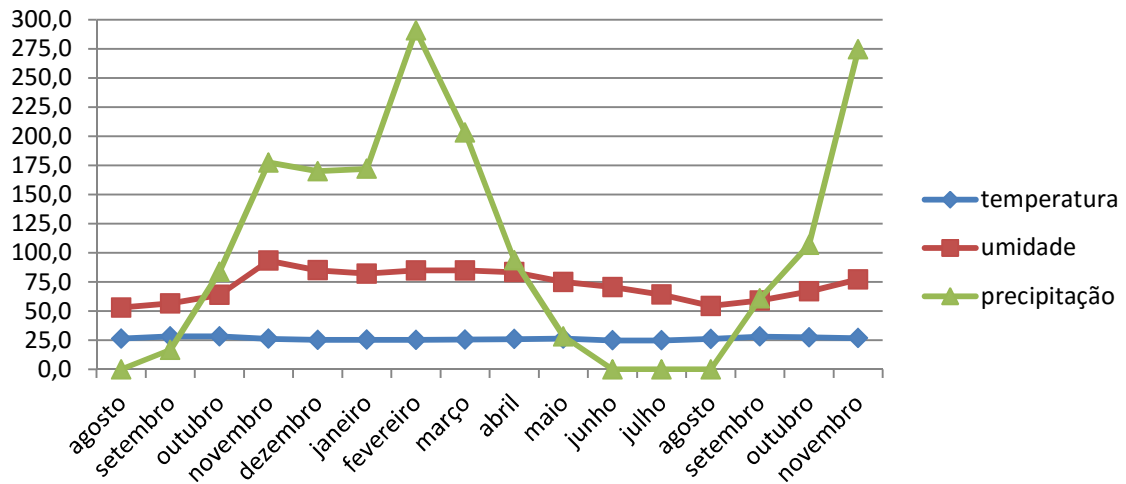


Figura 1. Dados climáticos do período experimental (agosto de 2013 a novembro de 2014). Gurupi, TO.

A temperatura média no período foi de 26,2°C, estando a umidade relativa em torno de 72,8%, a precipitação acumulada no período foi de 1677,4 mm. (Estação Climatológica- UFT, 2016).

O solo utilizado foi coletado nos primeiros 20 cm de superfície do solo, e apresenta as seguintes características.

Tabela 01: Resultados das análises de solos nas camadas de 0 -20 cm de profundidade.

Profundidade	pH CaCl ₂	Ca cmol _c .dm ⁻³	Mg cmol _c .dm ⁻³	Al cmol _c .dm ⁻³	P (mg ₃ .dm ⁻³)	Areia (%)	Silte (%)	Argila (%)
0 – 20 cm	5,1	2,2	1,1	0	4,6	79,0	3,8	17,2

O preparo dos recipientes para o plantio das sementes foi realizado em julho de 2013. As sementes pré-germinadas utilizadas de dendezeiro (*Elaeis guineensis* Jacq.) foram dos híbridos: BRS 2501, BRS 2001, BRS 2301, BRS 2528 e BRS 7201, fornecidas pela Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Amazônia Ocidental.

Essas sementes pré-germinadas foram plantadas, no mês de julho, em sacos de polietileno com dimensões de 10 x 15 cm. Esses sacos com essas dimensões foi escolhido seguindo recomendação de Teixeira et al. (2009) após constatar, em estudos com diferentes embalagens, que as mudas têm capacidade de desenvolvimento satisfatório utilizando este tipo de recipiente. Na sequência, as mudas foram acondicionadas em local coberto com sombrite com interceptação de 50% de luminosidade e dispostas em bloco totalmente ao acaso, constituindo-se como tratamentos os híbridos de dendê replicados 100 vezes.

A programação das adubações e de irrigação foi feita seguindo recomendações sugeridas por Rodrigues et al. (2002) e Rocha (2007). As mudas permaneceram na fase de pré-viveiro por um período de quatro meses. Sempre que necessária foi feita a limpeza manual das plantas invasoras.

Ao final do período de pré-viveiro, após uma etapa de seleção onde apenas as mudas saudáveis, livres de anomalias, pragas e doenças foram para a fase seguinte, que é a do viveiro. A operação consistiu no transplante das mudas do pré-viveiro para sacos plásticos de 40 x 40 cm, com capacidade para 15 litros de terra, espaçados no campo em formato de triângulo equilátero, no mês de novembro (as mudas com 120 dias). O trabalho foi instalado no formato de blocos ao acaso, constituindo-se como tratamentos os híbridos de dendê replicados 100 vezes.

Por ocasião do transplante dessas mudas para o viveiro foram selecionadas 05 plantas por híbrido e avaliados os seguintes parâmetros biométricos: altura de plantas, número de folhas, volume de raiz, comprimento de raiz, diâmetro do coleto e área foliar. Também foram feitas avaliações de massa seca foliar, massa seca do caule, massa seca da raiz e massa seca total.

O material vegetal foi separado em seus componentes (folha, coleto e raízes), lavados em água corrente e acondicionadas em sacos de papel, sendo colocadas em estufa de circulação forçada a 70 °C por 72 horas, para posterior pesagem. A área foliar foi medida utilizando o equipamento da Licor Area Meter modelo LI 3100. O volume de raiz foi obtido através do deslocamento de volume de água após a imersão das raízes em recipiente com volume conhecido (graduado).

Ao final do período de viveiro, 12 meses (mudas com 345 dias) foram selecionadas também cinco mudas por tratamento e avaliados os seguintes parâmetros biométricos: altura de plantas, número de folhas, volume de raiz, comprimento de raiz, diâmetro do coleto e área foliar. Também foram feitas avaliações de massa seca da folha, massa seca do caule, massa seca da raiz e massa seca total.

O material vegetal foi separado em seus componentes (folha, coleto e raízes), lavados em água corrente e acondicionadas em sacos de papel, sendo colocadas em estufa de circulação forçada a 70 °C por 72 horas, para posterior pesagem. A área foliar foi medida utilizando o equipamento da Licor Area Meter LI 3100.

Os resultados obtidos foram comparados por teste de Tukey a 5% de significância utilizando o programa SISVAR 4.2 (FERREIRA, 2003).

Resultados

Os dados relativos à altura, número de folhas, volume e comprimento de raiz, e diâmetro do coleto durante a fase de pré-viveiro encontram-se na Tabela 02. Observa-se que somente houveram diferenças significativas entre os híbridos, nas variáveis altura de planta e volume de raiz.

Tabela 02 – Média das variáveis biométricas de Dendê em fase de Pré-Viveiro (aos 120 dias). Gurupi - TO, 2016.

Cultivar	Altura (cm)	Nº de folha	Vol. de raiz (cm ³)	Comp. de raiz (cm)	Ø de coleto (cm)
BRS 2528	76,33 a	8,75 a	26,25 a	38,40 a	2,46 a
BRS 2301	58,63 b	9,00 a	21,00 ab	40,80 a	2,36 a
BRS 2001	57,25 b	8,25 a	18,75 ab	39,78 a	2,26 a
BRS 7201	54,63 b	8,25 a	20,25 ab	36,83 a	2,15 a
BRS 2501	50,73 b	8,25 a	16,75 b	41,38 a	2,10 a
DMS	7,08	2,18	6,15	8,23	0,37
CV	5,45	1,76	13,67	9,56	7,64

Comp. = comprimento, Ø = diâmetro de coleto

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, para cada variável, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

Maior altura de planta correspondeu ao híbrido BRS 2528, os qual diferiu estatisticamente dos outros materiais para esta variável. Na sequência os materiais que apresentaram as menores alturas e não diferindo estatisticamente entre si foram o BRS 2301, BRS 2001, BRS 7201 e BRS 2501 respectivamente com as alturas correspondendo a 30,18%, 33,38%, 39,72% e 50,46% em relação ao BRS 2528.

Lopes et al. (2008) e Teixeira et al. (2009) testando diferentes densidades de mudas de dendê em tubetes em fase de pré-viveiro obtém respostas semelhantes, entre as densidades, principalmente para a variável altura de plantas confirmando os resultados aqui obtidos. Cabe ressaltar que a altura obtida para a mesma fase, dos já referidos autores, foram inferiores aos obtidos pelo presente estudo, ressaltando o ganho de desenvolvimento das plantas.

Semelhantemente ao descrito na variável altura de plantas, maior volume de raízes correspondeu ao híbrido BRS 2528 (26,25 cm³) porém só diferiu significativamente do

híbrido BRS 2501 (16,15cm³), no qual foi observado o menor valor, 56,72% menos. Os híbridos BRS 2301, BRS 2001 e BRS 7201 não diferiram entre si para esta variável.

Entre as variáveis que não diferiram estatisticamente está a variável número de folhas. Os híbridos apresentaram em média 08 folhas, comprimento de raízes variando de 36,83 cm a 41,38 cm (figura 2), e diâmetro de coleto 2,10 cm a 2,46 cm. Jourdan and Rey (1997), observaram que o tamanho de raízes de dendê, não ultrapassou 50 cm de comprimento, na fase pré-viveiro.



Figura 02: Fotografia das raízes de mudas dendezeiro (*Elaeis guineensis Jacq.*) em fase final de pré-viveiro.
Fonte: Próprio autor, 2014.

O peso seco e área foliar dos híbridos de dendê na fase de pré-viveiro podem ser observadas na tabela 03.

Tabela 03 - Médias da massa seca dos componentes vegetativos de híbridos de dendezeiro, e área foliar, em Pré-Viveiro (aos 120 dias). Gurupi - TO, 2016.

Cultivar	MSF (g)	MSC (g)	MSR (g)	MST (g)	Área foliar (cm ²)
BRS 2528	5,98 a	4,20 a	3,76 a	13,94 a	855,98 a
BRS 2001	5,80 a	4,22 a	2,91 ab	12,93 ab	870,64 a
BRS 2301	5,45 a	3,89 ab	2,67 ab	12,02 ab	820,66 a
BRS 7201	4,91 ab	3,01 bc	2,65 ab	10,57 bc	730,98 ab
BRS 2501	4,06 b	2,52 c	2,04 b	8,63 c	614,97 b
DMS	1,38	1,19	1,19	3,16	158,61
CV	12,1	15,28	19,47	12,49	9,33

MSF – Massa Seca da Folha em gramas; MSC – Massa Seca do Coleto em gramas; MSR – Massa Seca da Raiz em gramas; MST – Massa Seca Total em gramas; Área Foliar em cm². Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, para cada variável, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

Os dados de massa seca da folha, massa seca da raiz e massa seca total do híbrido BRS 2528 superou os outros híbridos. No entanto diferenças significativas foram verificadas somente com os híbridos BRS 7201 e BRS 2501. Menores valores em todas as variáveis avaliadas corresponderam ao híbrido BRS 2501.

Considerando que as mudas de todos os híbridos possuíam em média 08 folhas (tabela 02), a diferença na massa seca foliar explica-se pelo tamanho das folhas, fato que é observado na área foliar descrita na tabela 02, sendo em ordem decrescente correspondente aos híbridos BRS 2001, BRS 2528, BRS 2301, BRS 7201 e BRS 2501 respectivamente.

Na tabela 04 descrevem-se as variáveis biométricas avaliadas em cinco híbridos de dendê na fase final de viveiro (mudas com 485 dias). Quanto à altura de plantas, número de folhas e diâmetro do coleto não foram observadas diferenças significativas entre os híbridos de dendê, variando de 86,47 a 97,27 cm, e de 15,75 a 16,50 folhas e também de 84,69 cm para 88,20 cm, respectivamente. Porém diferenças significativas foram observadas para as variáveis: volume e comprimento de raiz.

Tabela 04 - Médias de altura, número de folhas, volume de raízes, comprimento de raízes e diâmetro de coleto de híbridos de dendeeiro na Fase de Viveiro (plantas com 485 dias). Gurupi - TO, 2016.

Cultivar	Altura (cm)	Nº de folha	Vol. de raiz (cm ³)	Comp. de raiz (cm)	Ø de coleto (cm)
BRS 2001	97,75 a	15,75 a	68,93 ab	48,00 bc	78,99 a
BRS 7201	94,20 a	16,00 a	79,98 a	43,00 cd	88,20 a
BRS 2301	93,57 a	15,75 a	64,40 ab	51,50 ab	86,69 a
BRS 2528	89,16 a	15,75 a	68,30 ab	42,00 d	85,35 a
BRS 2501	86,47 a	16,50 a	54,48 b	53,25 a	84,69 a
DMS	12,94	3,44	216,53	5,22	11,06
CV	6,43	9,88	13,8	5,03	5,97

Nº = número; Ø= diâmetro

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, para cada variável, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

Para a variável altura de planta os materiais avaliados não apresentaram diferenças significativas em seus resultados ao final da fase de viveiro. Ao analisar os resultados de Akpo et al (2014a), os dados dos autores ao testarem diferentes doses de fertilizantes em mudas de dendê, não identificaram diferenças significativas para a variável em questão, entre todas as doses testadas. Ainda assim, cabe ressaltar que os resultados do presente trabalho comparado aos dos referidos autores, obtiveram desempenho de altura 21% superior.

Em conseguinte Akpo et al (2014b) citam que a variável altura de planta, é um parâmetro que tem importância ao ser mensurada e é influenciada pelas características do recipiente onde a muda se desenvolve. Os autores não encontraram resultados que indicassem diferenças estatísticas entre a altura de plantas na fase viveiro, porém ressaltam a necessidade de mensurar esta variável.

Ao analisar o aumento de altura dos materiais na fase de viveiro observaram-se ganhos de 42,57 cm para o BRS 7201, 40,05 cm para o BRS 2001, 34,94 cm para BRS 2301, 35,74 cm para o BRS 2501 e 12,83 cm para o BRS 2528 em relação a fase de pré-viveiro anterior.

O maior volume de raiz foi verificado no híbrido BRS 7201, o qual se diferiu significativamente do híbrido BRS 2501, onde se constatou o menor volume (54,75 cm³). Os demais materiais obtiveram valores semelhantes para este parâmetro. O mesmo não aconteceu com a variável comprimento de raiz, onde os híbridos BRS 2501 e o BRS 2301 foram os materiais com maior desenvolvimento radicular (53,25 cm e 51,50 cm respectivamente), seguido do BRS 2001 (48,00) e do BRS 7201 (43,00). O BRS 2528 foi o híbrido com menor desenvolvimento radicular (42,00 cm) observado.

Jourdan & Rey (1997), trabalhando com arquitetura e desenvolvimento do sistema radicular do dendezeiro (*Elaeis guineensis* Jacq.) em materiais de plantio comercial na Costa do Marfim citam que podem existir vários tipos de formações de raízes laterais, assim Jourdan et al.(1995) caracteriza essas ramificações como longas, médio e curtas todas as raízes laterais emitidas a um ângulo de cerca de 90° a partir da raiz principal. Isto pode explicar porque o BRS 7201 foi o híbrido que apresentou menor comprimento de raiz (36,83 cm), entretanto foi o material significativamente maior volume de raiz (20,25 cm³). Para o diâmetro de coleto não foram obtidas diferenças estatísticas entre os materiais.

Quanto ao acúmulo de massa seca (tabela 05), o BRS 7201 apresentou resultados superiores, porém quando se avalia a diferença significativamente constata-se que somente houve diferença com BRS 2501, em todas as variáveis avaliadas.

Tabela 05 - Médias da massa seca dos componentes vegetativos de híbridos de Dendê, e área foliar em Fase de Viveiro (485 DIAS). Gurupi - TO, 2016.

Cultivar	MSF (g)	MSC (g)	MSR (g)	MST (g)	Área foliar (cm ²)
BRS 7201	213,95 a	237,82 a	124,19 a	575,97 a	13.276,56 a
BRS 2301	192,72 ab	242,16 a	77,37 bc	512,26 ab	11.526,84 ab
BRS 2001	190,98 ab	183,15 b	90,29 abc	364,42 bc	11.869,14 ab
BRS 2528	151,69 b	217,64 ab	120,18 ab	489,52 ab	11.276,56 ab
BRS 2501	146,28 b	170,58 b	69,31 c	386,17 c	10.137,53 b
DMS	57,12	48,48	43,58	101,52	2652,26
CV	14,6	10,56	20,73	9,57	10,44

MSF – Massa Seca da Folha em gramas; MSC – Massa Seca do Coletor em gramas; MSR – Massa Seca da Raiz em gramas; MST – Massa Seca Total em gramas.

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

Quando se faz uma análise dos resultados da massa seca foliar observa-se que houve uma diferença estatística de 46,63% e 41,05% respectivamente dos materiais BRS 2501 e BRS 2528 em comparação com o BRS 7201, que obteve melhor resultados para esta variável. Para massa seca do caule foi observado menores valores para os materiais BRS 2501 e BRS 2001 (32,22% e 41,96% respectivamente) em comparação com o BRS 2301 que obteve o melhor desenvolvimento do coletor.

Para a variável massa seca da raiz (MSR) o BRS 7201 teve rendimento superior e diferindo estatisticamente do BRS 2501 (79,18%) e do BRS 2301 (60,51) com MSR de 69,31 g e 77,37 g respectivamente ante 124,19 gramas observadas para o BRS 7201. Cabe destacar que a maior variação observada entre os materiais quanto ao acúmulo de massa seca foi para o parâmetro massa seca de raiz.

Discussão

Este trabalho avaliou a resposta de mudas de dendezeiro (*Elaeis guineensis*) durante as fases de pré-viveiro e viveiro ao longo de 16 meses utilizando os variáveis altura de planta número de folhas, volume de raiz, comprimento de raiz, diâmetro do coletor, massa seca foliar, massa seca do coletor, massa seca total e área foliar pode-se inferir que estas variáveis e seus respectivos valores são indicativos de desenvolvimento da biomassa das plantas (AKPO et al., 2014a,b; LUCAS, 1980).

Como suporte científico foi observado nos resultados de Akapo et al (2014b) e é possível destacar a importância do monitoramento das mudas nestas fases estudadas, por garantir a produção de plantas bem desenvolvidas e aptas a serem plantadas em campo. Bovi

et al. (1993), estudando a pupunha (*Bactris gasipaes*) relaciona que o diâmetro do coleto e o número de folhas, podem ser importantes parâmetros a serem avaliados durante o processo de formação de mudas de palmáceas e estão diretamente relacionados também com o desenvolvimento dessas plantas no campo.

Já Gonçalves & Mello (2000) atribui, para a maioria das espécies vegetais superiores, grande importância a variável comprimento das raízes, considerando este como um dos melhores parâmetros, pois está diretamente ligado a absorção de água e nutrientes pelas plantas, tendo em vista o exposto pode inferir que o BRS 7201 pode ser o material com melhor capacidade de desenvolvimento nas fases seguintes.

Conforto e Contin (2009) estudando a cultura do açaí (*Euterpe oleracea* Mart.), com 08 meses de idade em viveiro, encontrou valores comparáveis com os aqui obtidos em pré-viveiro em relação a variável matéria seca de raiz (2,42g) e caule (3,42g). Os valores semelhantes também foram observados por Queiros e Júnior (2001) onde verificaram, para plantas de mesma idade, 2,32 g para a raiz ante uma média entre os tratamentos de 2,92g para esta variável para as mudas de dendê do presente estudo.

Conclusões

- Na fase de pre-viveiro os híbridos BRS 2528 apresentaram os maiores valores nas variáveis avaliadas;
- Na fase viveiro os híbridos BRS 2001 e BRS 7201 superaram os outros em quase todas as variáveis avaliadas, exceto para comprimento de raiz.
- Dentre as variáveis avaliadas as maiores diferenças entre os híbridos corresponderam ao acúmulo de massa seca total e comprimento radicular.

Referências Bibliográficas

- Akpo, E., Stomph, T. J., Kossou, D. K., Omore, A. O., Struik, P. C. Effects of nursery management practices on morphological quality attributes of tree seedlings at planting: The case of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). **Revista Forest Ecology and Management** 324 (2014b) 28–36
- Akpo, E., Stomph, T. J., Kossou, D. K., Struik, P. C.. Growth dynamics of tree nursery seedlings: The case of oil palm. **Revista Scientia Horticultura** 175 (2014a) 251–257.
- Andrade, E. B. A cadeia produtiva da palma de óleo no Estado do Pará: Uma avaliação crítica. Brasília, 2015.
- Barcelos, E.; Rodrigues, Maria do R. L.; Santos, Jackson de A. dos; Cunha, Raimundo N. V. Produção de Mudas de Dendezeiro na Amazônia. Embrapa Amazônia Ocidental. Circular Técnica 8, 2001
- Basiron Y. “Palm oil production through sustainable plantations,”. **European Journal of Lipid Science and Technology**, vol. 109, no. 4, pp. 289–295, 2007
- BOVI, M. L. A. Palmito pupunha: Informações básicas para o cultivo. In: Encontro Sobre Produção de Palmito. Piracicaba, CALQ, 1993. p.12-23.
- Cao, H.-X., Sun, C.-X., Shao, H.-B., Lei, X.-T., 2011. Effects of low temperature and drought on the physiological and growth changes in oil palm seedlings. *Afr. J. Biotechnol.* 10, 2630–2637
- Conforto, E. de C.; Contin, D. R. Desenvolvimento do Açaizeiro de Terra Firme, Cultivar Pará, Sob Atenuação da Radiação Solar em Fase de Viveiro. **Revista Bragantia**, Campinas, v.68, n.4, p.979-983, 2009.
- Foo, K.Y., Hameed, B.H., 2010. Insight into the applications of palm oil mill effluent. A renewable utilization of the industrial agricultural waste. **Rev. Renew. Sustain. Energy.** 14, 1445–1452.
- Gonçalves, J. L. M.; Mello, S. L. M. O sistema radicular das árvores. In: Gonçalves, J. L. M.; Benedetti, V. (Ed.). *Nutrição e fertilização florestal*. Piracicaba: IPEF, 2000. p. 309-350.
- Jourdan, C. Modélisation de l’architecture et du développement du système racinaire du palmier à huile. Th. Doct., Univ. Montpellier II. 243 p. 1995
- Jourdan, C. and Rey, H. Architecture and development of the oil-palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) root system. **Plant and Soil** 189: 33–48, 1997.
- Lopes, R. et al. Anais III Jornada de Iniciação Científica da Embrapa Anazonia Ocidental / (editado por) Ricardo Lopes et al. – Manaus: Embrapa Amazonia Ocidental, 2008. 119 p. Documento 57.
- Lucas, E.O. Relation between growth parameters in oil palm seedling grown in polybags. **Exp. Agric.** 16, 1980. 275–277.
- Palatty, P.L., Shivashankara, A.R., Dsouza, J.J., Mathew, N., Haniadka, R., Mathai, B., Baliga, M.S., 2013. A critical appraisal of the individual constituents of Indian diet in modulating cardiovascular risk. **Bioact. Food as Diet. Interv. Cardiovasc. Dis.**, 443–464.

- Queiros, A.G.; França L.; Ponte, M.X. The life cycle assessment of biodiesel from palm oil (“dende”) in the Amazon. **Biomass and bioenergy** 36 (2012) 50 e 59.
- Queiroz, J.A.L.; Junior, M. N.J. Efeito do tamanho do recipiente sobre o desenvolvimento de mudas do açaí (*Euterpe oleracea* Mart.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.23, p.460-462, 2001
- ROCHA, R. N. C. Culturas Intercalares para Sustentabilidade da Produção de Dendê na Agricultura Familiar. Viçosa, MG. Universidade Federal de Viçosa. 75p. 2007. (Tese de Doutorado).
- Rosenani, A. B.; Rovica, R.; Cheah, P. M., Lim C. T. Growth Performance and Nutrient Uptake of Oil Palm Seedling in Prenursery Stage as Influenced by Oil Palm Waste Compost in Growing Media. **International Journal of Agronomy**. Volume 2016.
- Russo, D., Dassisti, M., Lawlor, V., Olabi, A.G., 2012. State of the art of biofuels from pure plant oil. **Rev. Renew. Sustain. Energy** 16, 4056–4070.
- Teixeira, P. C.; Rodrigues, H. S.; Lima, W. A. A.; Rocha, R. N. C.; Cunha, R. N. V.; Lopes, R. Influência da Disposição dos Tubetes e da Aplicação de Fertilizantes de Liberação Lenta, Durante o Pré-Viveiro, no Crescimento de Mudas de Dendezeiro (*Elaeis guineensis* Jacq.) **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 19, n. 2, p. 157-168, abr.-jun., 2009

Capítulo 02

Desenvolvimento de Híbridos de Dendzeiro Tipo Tenera (*Elaeis guineenses* Jacq.) em Condições de Cerrado no Sul do Tocantins em Primeiro Ano de Cultivo

Resumo

O Dendzeiro ou palma de óleo (*Elaeis guineensis* Jacq.) representa uma das principais culturas produtoras de óleo no mundo, com capacidade de atingir maior produtividade de óleo por unidade de área cultivada. É uma oleaginosa de grande porte, podendo atingir até 15 m de altura, de ciclo perene, entre 25 e 30 anos de cultivo. No Brasil, o dendê é cultivado principalmente na região Amazônica, com plantios em maiores áreas no estado do Pará, porém, outras regiões apresentam condições de cultivo desta oleaginosa, que é o caso do Tocantins, por possuir solos de cerrado, que podem ser aptos ao cultivo. Assim o objetivo deste trabalho foi avaliar o desenvolvimento de diferentes materiais de dendê em condições de cerrado na região Sul do Tocantins. Os materiais avaliados foram: BRS 2501, BRS 2001, BRS 2301, BRS 2528 e BRS 7201, através das variáveis: número de folhas, número de folíolos, comprimento da folha 09, diâmetro do coleto, espessura da raquis e largura da raquis. Os resultados demonstraram, através de análises de regressão linear, que todos os materiais tiveram crescimento significativamente expressivo no período de 300 dias de campo a partir da data do transplântio. As variáveis que apresentaram diferenças estatísticas, pelo teste de paralelismo “t em pares” foram espessura de raquis, largura de raquis e número de folíolos. O material que mais se desenvolveu no período foi o BRS 2001, enquanto o BRS 2501 foi o material que apresentou menor desenvolvimento no período avaliado.

Palavras Chave: Dendê, Cultivo, Cerrado.

**Growth of Hybrid Palm Oil Type Tenera (*Elaeis guineensis* Jacq.) In Cerrado conditions
in the south of Tocantins in First Year of Cultivation**

Abstract

The Palm or palm oil (*Elaeis guineensis* Jacq.) Is one of the main producing crops of oil in the world, with the ability to achieve higher productivity of oil per acreage unit. It is a large crop, measures up to 15 m high, perennial cycle between 25 and 30 years of cultivation. In Brazil, oil palm is grown mainly in the Amazon region, with plantings and larger areas in the state of Pará, but other regions have growing conditions this crop, which is the case of Tocantins, to present cerrado soils, deep, that can be conducive to cultivation. So the aim of this study was to evaluate the development of different palm materials in closed conditions in the southern Tocantins region. The materials tested were: BRS C 2501, BRS 2001 BRS Manicoré, BRS 2528 and BRS 7201, using the variables: number of leaves, number of leaflets, position sheet of length 09, stem diameter, thickness of the rachis and width rachis. The results showed, by linear regression analysis, all materials had significantly significant growth in the period of 300 days of field from transplanting. Variables that showed statistical differences, the parallelism test "t in pairs" were thick rachis, rachis width and number of leaflets. The material that is most developed in the period was the BRS 2001, while the BRS 2501 was the material that presented less developed during the study period.

Key Words: Palm Oil, Cultivation, Cerrado.

Introdução

O Dendzeiro (*Elaeis guineensis* Jacq.) representa uma das principais culturas produtoras de óleo no mundo, sendo cultivada em mais de 16 milhões de hectares (FAO, 2016). Esta oleaginosa atinge maior produtividade de óleo por unidade de área cultivada (04 a 06 toneladas de óleo/ha/ano). Internacionalmente é conhecido como palma-africana, palma-aceitera (nos países de língua espanhola), palm oil (nos países de língua inglesa) e de palmier a huile (nos países de língua francesa). Os maiores produtores mundiais estão na Ásia, caso da Malásia e Indonésia, na África (de onde é originário) e nas Américas Central e do Sul. (FAO, 2016; Silva, 2006). O dendzeiro, como é conhecido no Brasil, tem seu cultivo datado a partir do século XVII, tendo sido introduzido através do tráfico de escravos (BASTOS, 2000).

O dendzeiro é uma oleaginosa que pode alcançar até 15 m de altura, de ciclo perene entre 25 e 30 anos de cultivo, monocotiledônea e pertencente à família das *Arecaceae* (Ferwerda, 1975; Corley e Tinker, 2003; Ribeiro e Junior, 2010). Autores ressaltam que por se tratar de uma cultura perene de ciclo longo e de cultivo manual apresenta alta contribuição na economia e no desenvolvimento social das regiões produtoras (PÁDUA, 2012; BARCELOS e ROCHA, 2007),.

O sistema radicular do dendzeiro é do tipo fasciculado, o que possibilita melhor capacidade de adaptar-se bem em solos profundos, de textura argilosa, com boa drenagem e pH entre 4,5 e 6,0, já que a maior parte das raízes se encontram entre 20 e 60 cm de profundidade. As características químicas do solo são pouco limitantes em relação às físicas, devido a fácil adaptabilidade desta cultura às ações corretivas do solo (RAMALHO FILHO, 2010; FERWERDA, 1975; LODY, 2009).

O cultivo desta cultura se divide em duas fases de cultivo em campo, sendo elas a fase de crescimento vegetativo e fase de produção propriamente dita. Maciel et al. (2011) distinguem que o crescimento vegetativo, com duração entre dois a quatro anos, é a fase em que as plantas recebem as operações de manutenção para garantir um melhor desenvolvimento e preparar a planta para a fase de produção, que se inicia a partir do terceiro ou quarto ano de cultivo, estabilizando-se a partir do sétimo ano, podendo ser cultivada de 25 a 30 anos, conforme as condições ecológicas e o tipo do material genético utilizado (Berthaud *et al.*, 2000; Corley e Tinker, 2003). A partir dos 25 anos de cultivo a colheita fica dificultada devido as plantas estarem muito altas, o que inviabiliza a ação de colheita de cachos.

No cenário mundial o Brasil ainda não é um país produtor de óleo de palma com capacidade para vendas externas, ou seja, produz somente para mercado interno. A sua produção de óleo de palma é de cerca de 370.000 toneladas, o que corresponde a apenas 0,5% da produção mundial (Bicalho et al 2016). Por outro lado o país é reconhecido como um dos com maior potencial para a expansão das plantações de palma para atender a demanda mundial de óleo de palma nos próximos anos (Teoh, 2010).

O consumo de óleo no Brasil é de 550 mil toneladas por ano e a produção de aproximadamente 370 mil ton ano⁻¹, como indicando anteriormente, em uma área plantada em torno de 165 mil hectares (Brito, 2014; Antonini et al 2015), o que evidência a necessidade expansão de área cultivada.

Os cultivos de dendeiro no Brasil se concentram nos estados do Pará, Amazonas e Bahia (Kuss et al. 2015) com potencial de expansão para os estado do Acre, Amapá, Mato Grosso, Rondonia, Roraima e Tocantins (Veiga, 2005; Agriannual, 2015). Rogério et al. (2012) verificaram elevado rendimento de óleo apresentado por cultivos de dendê realizados em condições de cerrado em sistema de produção irrigado, o que reafirma a possibilidade do estado do Tocantins para o cultivo do dendê.

Sua inserção no estado do Tocantins, além das condições edafoclimáticas favoráveis e extensas áreas disponíveis, está apoiada no posicionamento geográfico do estado, na malha viária federal, onde está inserido a maior parte da ferrovia norte sul.

Desta maneira, para um futuro desenvolvimento da cultura na região é imprescindível o desenvolvimento de pesquisas locais, de forma a validar este empreendimento. Assim, o presente trabalho objetiva avaliar em campo o desenvolvimento vegetativo de híbridos de dendê tipo tenera nas condições do sul do estado do Tocantins.

Materiais e Métodos

O experimento foi conduzido na estação experimental da Universidade Federal do Tocantins - Campus Universitário de Gurupi, localizado na região sul do estado do Tocantins, em altitude de 280 metros na localização de 11°43'45" de latitude e 49°04'07" de longitude. A classificação climática, segundo (KOPPEN, 1948), o clima regional e do tipo B1WA'a' úmido, com temperatura media anual e de 29,5°C, com precipitação anual média de 1804 mm, sendo um verão chuvoso com distribuição pluviométrica distribuída entre os meses de

outubro a maio e um inverno seco ente os meses de junho a setembro. Em 2014 a precipitação média foi de 1428,6 mm, e em 2015 até o mês de agosto foi de 635 mm. (Estação Climatológica- UFT, 2016).

O solo é caracterizado como Latossolo Amarelo Distrófico típico (Embrapa, 2006). As amostras de solo coletadas nas profundidades de 0-20 cm e de 20-40 cm e apresentaram atributos químicos e físicos expressos na tabela 01.

Tabela 01: Resultados das análises de solos nas camadas de 0 -20 e 20-40 cm de profundidade. Gurupi, 2014.

Profundidade	pH CaCl ₂	Ca cmol _c .dm ⁻³	Mg cmol _c .dm ⁻³	Al cmol _c .dm ⁻³	P (mg.dm ⁻³)	Areia (%)	Silte (%)	Argila (%)
0 – 20 cm	4,3	1,6	1,3	0	1,3	57,8	62	36,0
20 – 40 cm	4,4	0,5	0,4	0,2	2,7	56,5	50	36,5

A área de plantio definitiva foi preparada por meio de aração e gradagem, sendo corrigida em função da análise do solo. O plantio dos materiais de dendê (*Elaeis guineenses* Jacq.) no campo foi realizado em novembro de 2014, obedecendo ao arranjo espacial triangular 9,0 m x 9,0 m x 9,0m, entre as plantas, totalizando 143 plantas por hectare. Os materiais genéticos, híbridos de tenere utilizados foram: BRS 2501, BRS 2001, BRS 2528 e BRS 7201. As sementes pré-germinadas foram fornecidas pela Embrapa Amazônia Ocidental. A produção das mudas foi feita na estação experimental do campus da UFT em Gurupi – TO, conforme estabelecido em Barcelos et al. (2001), compreendendo quatro meses de pré-viveiro e 12 meses de viveiro.

As covas foram abertas medindo 0,4 m de largura e 0,4 m de profundidade. No momento do plantio foi feita a adubação com fosfato natural com aplicação por cova 300g de P₂O₅ sendo a fonte utilizada o fosfato natural reativo de Gafsa. Também foi aplicado o inseticida Regent[®] (princípio ativo fipronil) na proporção 01g/litro de água para prevenir ataques de cupins e formigas. No mês seguinte, em dezembro, foi feita adução de cobertura do N, P₂O₅, K, Mg e B nas quantidades de 70,0; 120,0; 60,0; 9,0 e 3,0g respectivamente para cada planta.

O manejo da cultura do dendezeiro foi feito conforme recomendações de Viégas e Muller, (2000). A programação das adubações foi feita adaptando as recomendações sugeridas por Rodrigues et al. (2002) e Rocha (2007), para esta fase de cultivo do dendezeiro. Todos os materiais foram irrigados no período de estiagem, que foi de junho a novembro, seguindo uma programação de irrigação diária com aplicação de 30 litros por planta.

As variáveis avaliadas foram número de folhas das plantas, número de folíolos da folha 09, comprimento da folha 09, diâmetro do coleto, espessura da raquis e largura da raquis. As medições foram realizadas conforme indicação na figura 01. As avaliações foram realizadas em intervalos de 75 dias por um período de 300 dias.

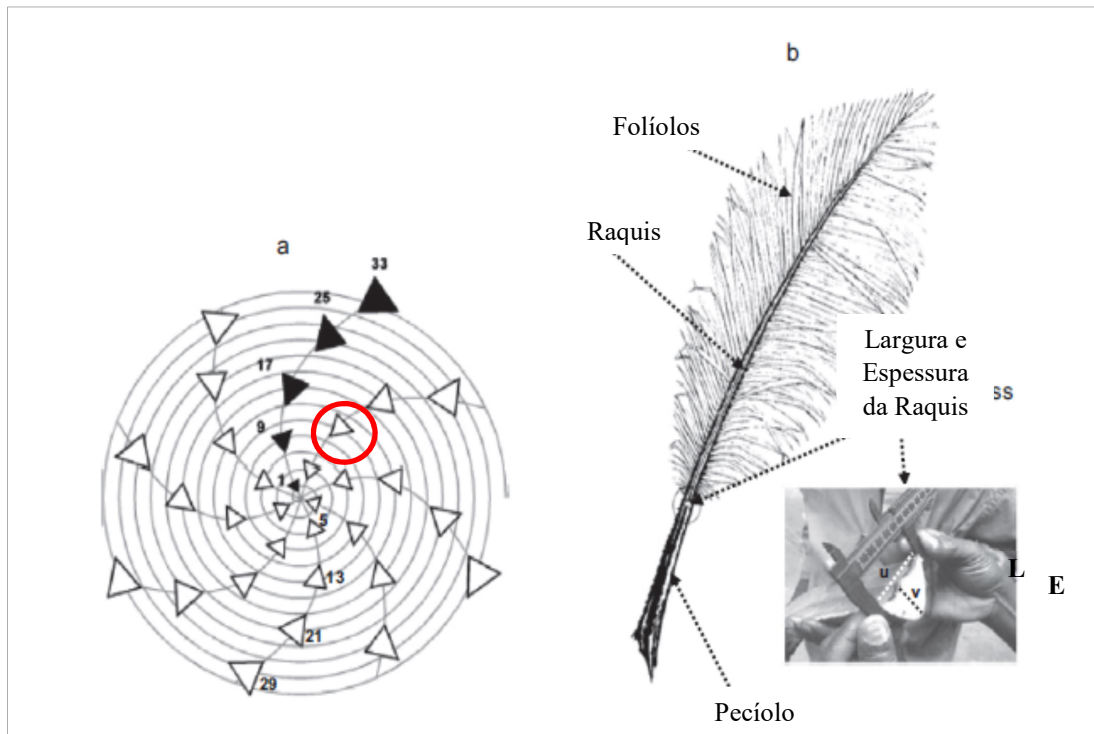


Figura 01: Arranjo espiral das folhas na copa do dendê. (a) arranjo espiral da copa (fronde) com destaques para as indicações das folhas de posição números 9. (b) Os componentes de uma folha. Letras L e E indicam, respectivamente, a largura e espessura da secção transversal da ráquis/pecíolo. Fonte: Corley et al. (1971) e Aholoukpè et al (2013)

Os dados foram submetidos a análises de regressão e realizados teste de paralelismo dos coeficientes de regressão, conforme procedimentos do software SigmaPlot 10.0.

Resultados

O comportamento da variável número de folhas por planta ao longo do tempo se ajustou a uma regressão linear para todos os híbridos, com coeficientes de determinação acima de 88 % (Figura 01). Assim observou-se uma tendência de crescimento em todos os materiais testados ao longo do tempo sendo em maior grau para as curvas correspondentes ao BRS 2001, BRS 2501, com incremento de 138,71 e 112,90%, respectivamente no período avaliado.

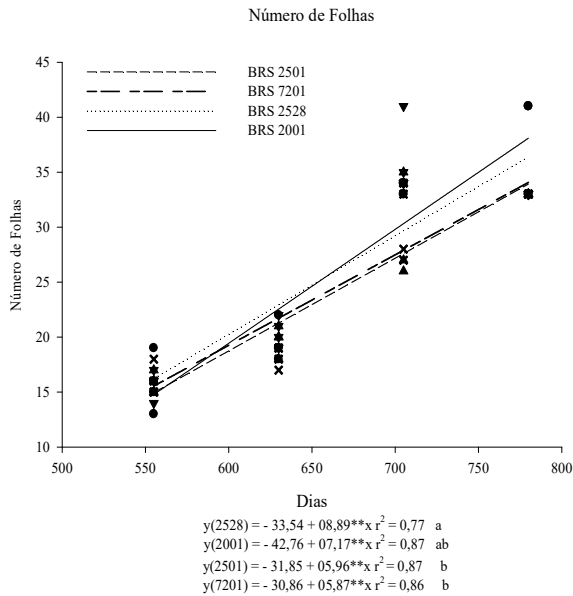


Figura 01: Comparação entre curvas de regressão linear (teste de paralelismo) na relação tempo (dias) para número de folhas por planta em diferentes materiais genéticos. Gurupi/TO, 2016.

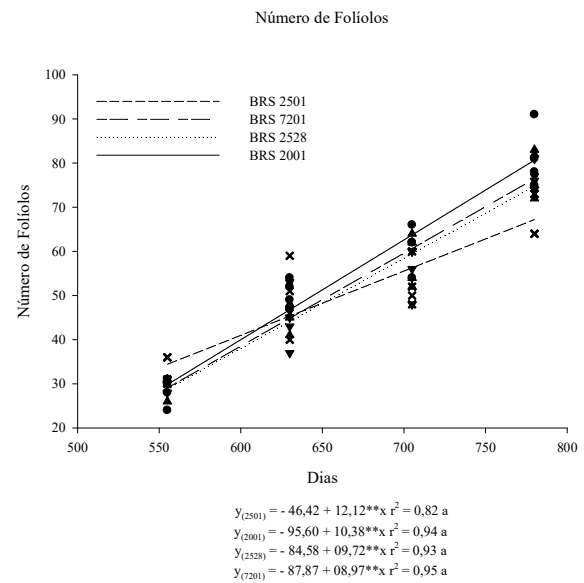


Figura 02: Comparação entre curvas de regressão linear (teste de paralelismo) na relação tempo (dias) para número de folíolos por planta em diferentes materiais genéticos. Gurupi/TO, 2016.

Comparando as tendências das curvas (teste “t” em pares) para cada material para a variável número de folhas, observa-se que os materiais diferiram estatisticamente, sendo que os melhores resultados foram para o BRS 2528 e BRS 2001. Os demais materiais, BRS 2501 e BRS 7201 foram os materiais com menores resultados diferindo somente do BRS 2528.

Para a produção do número de folíolos ao longo do tempo não foram encontradas diferenças estatísticas entre as tendências das curvas. Os híbridos BRS 2528 e BRS 7201 apresentaram o menor número de folíolos (68 e 76 folíolos), sendo que os maiores valores foram observados para o BRS2501 (78 folíolos), que corresponderam a um aumento de 174,48%.

O teste de paralelismo entre as curvas para o comprimento da folha 09, expresso na figura 03, indica que a resposta dos híbridos para esta variável em relação ao tempo são semelhantes não se diferenciando estatisticamente. O material que obteve o maior incremento foi o BRS 2001 (107,66 %) com 122,00 cm, enquanto que o menor aumento no comprimento da folha 09 no período foi o BRS 2528 (84,55%) com comprimento de 113,5 cm.

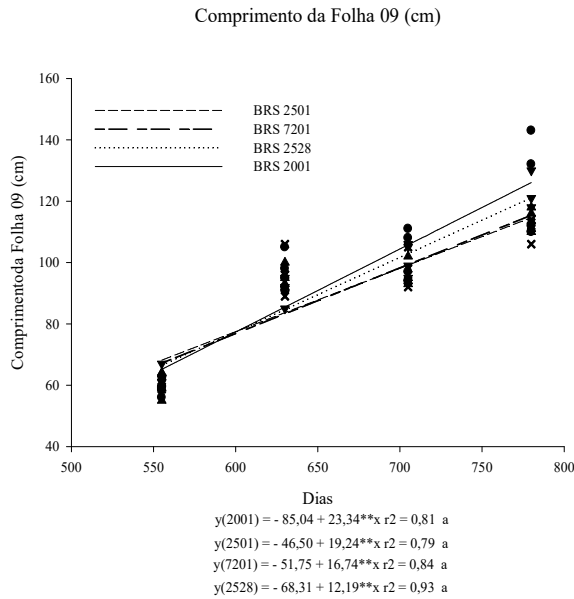


Figura 03: Comparação entre curvas de regressão linear (teste de paralelismo) na relação tempo (dias) para comprimento da folha de posição 09 diferentes materiais genéticos. Gurupi/TO, 2016.

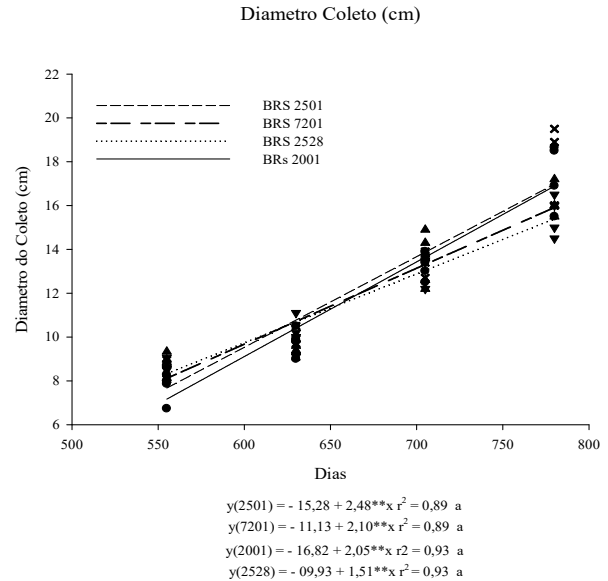


Figura 04: Comparação entre curvas de regressão linear (teste de paralelismo) na relação tempo (dias) para diâmetro do coleto por planta em diferentes materiais genéticos. Gurupi/TO, 2016

Para o diâmetro do coleto, figura 04 acima, ao se comparar as curvas relativas a todos os materiais verifica-se que não diferenciam estatisticamente entre si, indicando paralelismo entre elas (ângulo de inclinação semelhantes) evidenciando resposta semelhante no desenvolvimento desta variável em função do tempo observado. Foram constatados incrementos no diâmetro do coleto de: 123,19% (BRS 2001); 107,04 (BRS 2501); 80,86 (BRS 7201) e 79,54% (BRS 2528) no período avaliado.

O teste de paralelismo entre as curvas para a variável espessura de raquis (figura 05) evidenciou diferenças estatísticas entre os materiais, sendo o BRS 2528, BRS 2501 semelhantes estatisticamente entre eles.

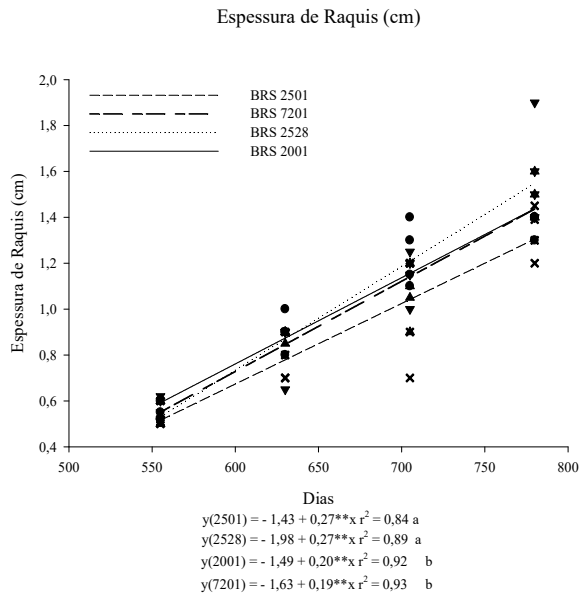


Figura 05: Comparação entre curvas de regressão linear (teste de paralelismo) na relação tempo (dias) para espessura de raquis da posição 09 diferentes materiais genéticos. Gurupi/TO, 2016.

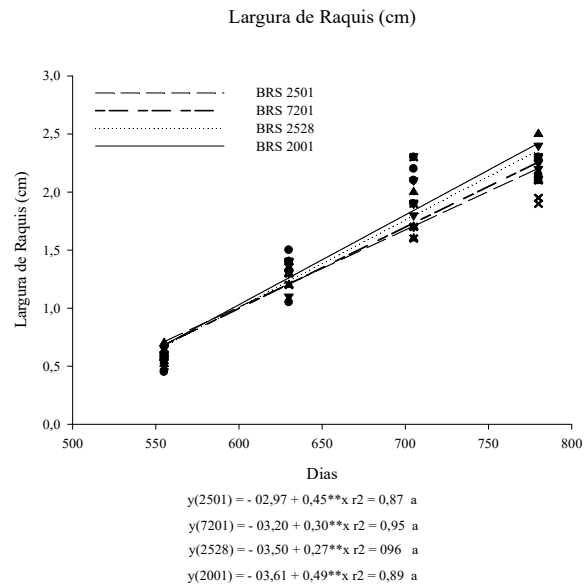


Figura 06: Comparação entre curvas de regressão linear (teste de paralelismo) na relação tempo (dias) para largura de raquis da posição 09 diferentes materiais genéticos. Gurupi/TO, 2016.

Ao analisar os dados e elencar em ordem decrescente de desenvolvimento, o incremento para esta variável foi maior, com 169,57% para o BRS 2528, e 163,64% para o BRS 7201, 161,68% (BRS 2001) e por último, com 161,17% de incremento no desenvolvimento do diâmetro do colete para o BRS 2501.

O crescimento em largura de raquis ao longo do tempo (figura 06) expressou um aumento significativo ao longo do período avaliado, porém não foram encontradas diferenças estatísticas, pelo teste de paralelismo entre os híbridos. O BRS 2001 foi o material que obteve maior desenvolvimento em largura de raquis, com crescimento de mais 300% da época de plantio no campo até o momento, com 780 dias de cultivo. O desenvolvimento em largura da raquis seguiu na seguinte sequência: BRS 2528 (279,17%), BRS 7201 (251,24%) e BRS 2501 (229,27%).

Discussão

Ao se iniciar uma plantação de palmeiras de dendê deve-se dar atenção não somente a fatores relacionados com o solo, mas também ao uso de materiais genéticos mais apropriados e adaptados, para poder determinar o potencial de materiais que podem ser desenvolvidos e futuramente obter produtividade e qualidade de frutos mais satisfatórios (Salmiyatiet al., 2014, Paramanathan, 2012). Assim para otimizar o desenvolvimento de determinada planta é

necessário, dentro dos limites impostos por fatores ambientais, a inserção de novos materiais genéticos para áreas ainda não exploradas. Huth et al (2014) destacam que os fatores genéticos e ambientais devem ser observados detalhadamente para haver o desenvolvimento da cultura e uma maximização da produção final. Até se obter uma avaliação da produção de cachos, o comportamento de novos materiais genéticos de dendê em áreas novas poderá ser avaliado por meio de variáveis vegetativas e comparado a resultados encontrados em outras áreas.

Assim, ficou evidente as respostas diferenciadas expressas pelos híbridos avaliados, onde o BRS 2001 apresentou o maior incremento em todas as variáveis avaliadas com exceção de espessura do raquis, no período de 780 dias, tempo de execução do trabalho. Ao se comparar os dados do presente estudo, com aqueles observados por Rocha (2007), em condições da região Amazônica, foram encontradas similaridades para certos parâmetros avaliados para o mesmo período de tempo após o transplântio.

Em especial, destaca-se o parâmetro número de folhas que foi semelhante. Isso demonstra que houve capacidade de desenvolvimento no ambiente de cerrado dos novos materiais. Outra variável com comportamento semelhante foi o número de folíolos da folha de posição 09 avaliados. No entanto as demais variáveis apresentaram valores com resultados mais distintos entre as regiões estudadas.

Maciel et al. (2011) ao testar híbridos de dendezeiro tipo tenera em condição de savana e de floresta, aos 14 meses após plantio, que durante o período juvenil a emissão foliar da planta é mais intensa atingindo 30 a 40 folhas. Ng et al. (2003), também faz inferência a esta variável ao indicar que em dendezeiros jovens, até o segundo ano de idade, podem produzir até 40 folhas de por ano, o que vem a corroborar com os valores obtidos no presente trabalho, em condição de cerrado, destacando a grande potencialidade das plantas em se desenvolver nesta região, pois, aos oito meses de cultivo o número de folhas (média de 33 folhas) das plantas podem ser equiparadas aos dos referidos autores.

Para as demais variáveis avaliadas por Maciel et al. (2011), comprimento de folha e diâmetro do coleto, os valores foram superiores em comparação com o presente trabalho. Esta diferença pode ser atribuída à maior idade dos plantios avaliados (14 meses), e também, provavelmente, à maior precipitação pluviométrica observada no período de avaliação naquela região estudada. Acredita-se que as plantas aqui avaliadas, ao atingirem a idade de 14 meses também estejam com as medidas semelhantes às referidas variáveis.

Os resultados especificamente em solos de cerrado com uso de sistema de irrigação, foram divulgados por Rogerio et al (2015), testando genótipos de dendê nas condições de cerrado do Distrito Federal, e nestes demonstraram que a cultura vem apresentando resultados promissores com alto rendimento de óleo. Estes resultados poderão ser confirmados futuramente com os resultados obtido no cerrado do Tocantins devido o atual desenvolvimento satisfatório apresentado pela cultura.

Apesar dos dados serem ainda insuficientes o crescimento vegetativo do dendezeiro avaliado no presente experimento, nas condições de cerrado, demonstra que este cultivo possui potencial de produção nesta região, considerando-o irrigado durante o período de seca.

Conclusões

Todos os materiais genéticos apresentaram incremento vegetativo significativo ao longo do período nas condições de cerrado na região Sul do Tocantins.

O híbrido BRS 2001 superou a todos os outros quanto ao maior incremento das variáveis avaliadas.

Referências Bibliográficas

Aholoukpè, H., Dubos, B., Flori, A., Deleporte, P., Amadji, G., Chotte, J.L., Blavet, D. Estimating above ground biomass of oil palm: Allometric equations for estimating frond biomass. *Forest Ecology and Management* 292 (2013) 122–129

Antonini, J. C. A., Veloso, R. F., Malaquias, J. V. Produtividade de Óleo de Palma Cultivada com Irrigação Suplementar nas Condições de Clima Tropical de Savana. XXV CONIRD. UFS – São Cristóvão – SE. 2015.

Barcelos, E., Pacheco, A.R., Müller, A.A. Dendê: Informações básicas para o seu cultivo. Belém: Embrapa-UEPAE/Brasília: EMBRAPA-DDT, 1987. 40p. (EMBRAPA-UEPAE Belém. Documento, 1).

Barcelos, E.; Rodrigues, F. M.; Morales, E. A. V. Dendeicultura: alternativa para o desenvolvimento sustentável no Amazonas. Manaus: EMBRAPA Amazônia Ocidental, 1999.

Bastos, T. X.; Müller, A. A.; Pacheco, N. A. et al. Zoneamento de riscos climáticos para a cultura do dendzeiro no estado do Pará. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, v.9, n.3, p.564-570. 2001.

Berthaud, A. *et al.* Implantação e exploração da cultura do dendzeiro. In: VIÉGAS, I. de J. M.; MÜLLER, A. A. (Ed.) A cultura do dendzeiro na Amazônia Brasileira. Belém: Embrapa Amazônia Oriental/Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2000. p. 193-227.

Bicalho, T., Bessou, C., Pacca, S. Land use change within EU sustainability criteria for biofuels: The case of oil palm expansion in the Brazilian Amazon. *Renewable Energy* 89 (2016) 588e597

Brito, M. Palma no Brasil: a corda está quase no limite. *Agroanalysis*. São Paulo, v. 34, n. 8. 2014.

C.H. Teoh, Key Sustainability Issues in the Palm Oil Sector: a Discussion Paper for Multi-stakeholders Consultations, 2010 (Report commissioned by the World Bank and the International Finance Corporation).

Carioca J., Filho, H., Leal M.R.L.V, Macambira, F.S. The hard choice for alternative biofuels to diesel in Brazil. *Biotechnology Advances* 2009;27:1043e50.

César A.S. A Competitividade da Produção de Biodiesel no Brasil: Uma Análise Comparativa de manona, dendê e soja. Thesis. São Carlos: Department of Management Engineering. Federal University of São Carlos; 2012.

Corley, R. H. V.; Tinker, P. B. **The Oil Palm**. World Agriculture Series. Fourth edition. Ed. Blackwell, 2003. 562p. EMBRAPA-Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2.ed. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 306p. 2006.

Corley, R.H.V., Hardon, J.J., Tan, G.Y., 1971. Analysis of growth of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq) .1. Estimation of growth parameters and application in breeding. *Euphytica* 20 (2), 307e315

Corley, R.H.V., Tinker, P.B., 2003. *The Oil Palm*, fourth ed. Wiley-Blackwell, Oxford, Malden, MA, 562 p.

FAO - Food And Agriculture Organization of The United Nations - Statistics Division. <http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/E>. Acesso: 21/04/2016

- Feroldi, M., Cremonez, P. A., Estevam, A. Dendê: do cultivo da palma à produção de biodiesel. *Revista Monografias Ambientais - REMOA* v.13, n.5, dez. 2014, p.3800-3808
- Ferwerda, J.D. Ecophysiology of the African Oil Palm. In: Alvim, P. de (Coord.) *Ecophysiology of Tropical Crops*. Ilhéus: CEPLAC.v.2. 1975 p . 1- 49
- Huth, N. I., Banabas, M., Nelson, P. N., Webb, M. Development of an oil palm cropping systems model: Lessons learned and future directions. *Environmental Modelling & Software* 62 (2014) 411 e 419
- Kuss, V. V., Kuss, A. V., Rosa, R. G., Aranda, D.A.G., Cruz, Y. R. Potential of biodiesel production from palm oil at Brazilian Amazon. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 50 (2015) 1013 – 1020.
- La Rovere M. L., Pereira A. S., Simões A. F. Biofuels and sustainable energy development in Brazil. *World Development* 39:1026 e 36, 2011.
- Lody, R. G. da M. Dendê: símbolo e sabor da Bahia. Editora Senac São Paulo, 149p. 2009.
- Lopes, R., Cunha, R. N. V., Resende, M. D. V. **Produção de cachos e parâmetros genéticos de híbridos de caiaué com dendezeiro**. *Revista Pesquisa agropecuária brasileira*, Brasília, v.47, n.10, p.1496-1503, out. 2012
- Maciel, F. C. S., Cordeiro, A. C. C., Correia, R. G., Silva, W. L. M., Silva, M. W, Lima, M. L. M. Desenvolvimento vegetativo da palma de óleo em ecossistemas de savana e floresta de Roraima **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 5, n. 3, p. 194-199, setembro-dezembro, 2011.
- Ng, S.K., Von Uexküll, H., Härdter, R., 2003. Botanical aspects of the oil palm relevant to crop management. In: Fairhurst, T., Härdter, R. (Eds.), *Oil Palm Management for Large and Sustainable Yields*. Potash & Phosphate Institute (PPI), Potash & Phosphate Institute of Canada (PPIC) and International Potash Institute (IPI), pp.13–26.
- Pádua, M. S. Germinação in vitro, indução e caracterização de massas pró- embriogênicas de dendezeiro (*Elaeis guineensis* Jacq.). 2012. 120f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia Vegetal), Universidade Federal de Lavras. Lavras-MG.
- Paramanathan. Best practices for sustainable oil palm best practices workshop 2012, Sandakan, Sabah.
- Ramalho Filho A, Motta PE. Zoneamento Agroecológico do Dendezeiro para as áreas desmatadas da Amazônia Legal. Rio de Janeiro, Brazil: Embrapa Solos; 2010.
- Ribeiro, V. C. N.; Junior, R. A. G. Avaliação do crescimento foliar de híbridos interespecíficos de dendezeiro (*Elaeis guineensis* x *Eleais oleifera*), em Mojú no estado do Pará. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA, 14., 2010, Belém, PA. Anais. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2010. 1 CD-ROM. PIBIC. 2010.
- Rocha, R. N. C. **Culturas Intercalares para Sustentabilidade da Produção de Dendê na Agricultura Familiar**. Viçosa, MG. Universidade Federal de Viçosa. 75p. 2007. (Tese de Doutorado).
- Rodrigues, M. R. L.; Amblard, P.; Barcelos, E.; Macedo, J.L.; Cunha, R.N.V. Tavares, A. M. Avaliação do estado nutricional do dendezeiro: análise foliar. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2002, 9p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Circular Técnica 11).

Rogério, J. B., Duarte, I. D., Back, G. R., Santos, M. C. S., Antoniassi, R., Faria-Machado, A. F., Bizzo, H. R., Junqueira, N. T. V., Antonini, C. A. Produtividade de Genótipos de Palma Cultivados no Cerrado. 5^o Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel. 8^o Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel. Salvador – Bahia. 2012.

Salmiyati, A. H., Ida, I., Supriyanto, E. Oil Palm Plantations Management Effects on Productivity Fresh Fruit Bunch (FFB). APCBEE Procedia 8 (2014) 282 – 286

Silva, J. S. de O. Produtividade de óleo de palma na cultura do dendê na Amazônia Oriental: influência do clima e do material genético. 2006. 65f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia), Universidade Federal de Viçosa. Viçosa-MG.

Ubrabio, FGV. O Biodiesel e sua Contribuição ao Desenvolvimento Brasileiro: Fundação Getúlio Vargas e União Brasileira do Biodiesel; 2010. [/http://www.ubrablo.com.br/sites/1700/1729/00000201.pdf](http://www.ubrablo.com.br/sites/1700/1729/00000201.pdf).

Veiga, A.S., Furlan Junior, J. , kalter, F.J. Políticas públicas na agroindústria do dendê na visão do produtor (Document 222). Belém: Embrapa; 2005.

Viégas, I.J.; Müller, A.A. A cultura do dendezeiro na Amazônia brasileira. Belém. Embrapa Amazônia Oriental/Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, p.229-273. 2000.

Capítulo 03

Respostas Fisiológicas de Plantas de Dendzeiro (*Elaeis guineenses* Jacq.) Submetidas ao Estresse de Seca em Condições do Cerrado

Resumo

A deficiência hídrica é considerada um dos mais importantes estresses abióticos que limitam a produtividade nos solos de Cerrado. Avaliou-se o desempenho de quatro híbridos de dendê tipo tenera (*Elaeis guineenses* Jacq.): BRS 2501, BRS 2001, BRS 2528 e BRS 7201 e um Caiaué (*Elaeis Oleífera*) BRS Manicoré. As condições testadas impostas foram: sob estresse hídrico e irrigados em condições de cerrado. As variáveis consideradas em todos os materiais foram a fotossíntese líquida (A), os valores de transpiração (E), a condutância estomática (gs), a concentração de carbono interno (Ci) e a eficiência do uso da água ($A E^{-1}$). Para a coleta dos parâmetros fisiológicos foi utilizado um analisador de gases infravermelho portátil (Irga – Infra Red Gas Analyser), modelo Li – 6400XT (*Portable Photosynthesis System - LI*) da LICOR. Os cinco híbridos avaliados reduziram drasticamente a fotossíntese líquida sob condição de estresse hídrico, o BRS 7201 apresentou maior eficiência no controle da perda de água pela transpiração sob condições de estresse hídrico. O BRS Manicoré e o BRS 2001 apresentaram redução drástica na condutância estomática. Para o balanço de carbono (Ci) os valores sugeriram que a manutenção de concentrações internas de CO₂ foram relativamente altas sob estresse em todos os materiais, sendo o BRS 2001 com maior Ci, entretanto este mesmo material apresentou menor eficiência no uso da água. As plantas de *Elaeis guineensis* apresentaram baixa tolerância à deficiência hídrica nos solos de cerrado, entretanto nas condições que foi desenvolvido o trabalho pode se considerar que os híbridos BRS 2501 e BRS 2528, foram os mais eficientes fisiologicamente nas condições de estresse hídrico.

Palavras Chave: Dendê, Estresse hídrico, Cerrado.

Physiological Responses of Plants Palm Oil (*Elaeis guineensis* Jacq.) Submitted to Drought Stress in Cerrado conditions

Abstract

Water stress is considered one of the most important abiotic stresses limiting the productivity in the Cerrado soils. Evaluated were the performance of four hybrid palm tenera type (*Elaeis Guineensis* Jacq.): BRS 2501 BRS 2001 BRS 2528 and BRS 7201 and caiaué (*Elaeis oleifera*) BRS Manicoré. The tested conditions imposed were under water and irrigated stress in cerrado conditions. The following parameters were considered: photosynthesis (A), transpiration values (E), stomatal conductance (gs), internal carbon concentration (Ci) and efficiency of water use (E^{-1}). The five hybrids drastically reduced the net photosynthesis under water stress conditions. For transpiration the BRS 7201 was more efficient in controlling water loss by transpiration under water stress. The Manicoré BRS and the BRS 2001 showed drastic reduction in stomatal conductance. For the carbon balance (Ci) values suggest that the maintenance of internal CO₂ concentrations were relatively high under stress in all materials. Where BRS 2001 showed the highest Ci. However this same material showed the lowest efficient in water use. The materials BRS C2501 and BRS Manicore showed higher efficiency. The plant Dendê showed low tolerance to water stress in cerrado soils, however in conditions that the study was carried out, it can be considered that the BRS 2501 and BRS 2528 hybrid were the most efficient physiologically in water stress conditions.

Key Words: Palm Oil, Water stress, Cerrado.

Introdução

A palma de óleo ("dendê" – *Elaeis Guineensis*), originária da África Ocidental é uma cultura que produz maior quantidade de óleo por unidade de área cultivada entre todas as outras plantas oleaginosas no Brasil, com uma produtividade média de 4 toneladas de óleo/ha/ano, cerca de 10 vezes maior que a produtividade da soja. Seu ciclo produtivo pode ocorrer durante um período de 25 a 30 anos. É uma planta de elevada capacidade de realizar sequestro de carbono e pode ser usado como reflorestamento de áreas degradadas, além de ter uma participação efetiva no Movimento de Desenvolvimento Limpo (CDM) com a venda de créditos de carbono (QUEIROZ, 2012).

No Brasil, existe forte potencial de crescimento do cultivo em razão do país possuir cerca de 70 milhões de hectares adequados para essa cultura, sendo 50 milhões no Estado do Amazonas e 20 milhões no Pará e possibilidade de expansão da produção na Bahia e outros estados, a exemplo do Tocantins. Essas áreas têm condições de produzir dendê para absorver grandes demandas do mercado interno e externo, o que tornaria o Brasil um dos maiores produtores mundiais.

A localização geográfica, as condições climáticas, a disponibilidade de energia solar e as condições tecnológicas destacam a aptidão do Brasil para a expansão da produção dessa energia renovável. Especificamente para a cultura do dendê, o estado do Pará é o líder brasileiro na produção de derivados desta planta, respondendo com cerca de 95% da produção nacional, seguido pelo estado da Bahia que é responsável pela produção dos 5% restante (QUEIROZ, 2012).

O Tocantins, Estado que apresenta vocação econômica voltada para o agronegócio, vem despontando como forte e promissora fronteira agrícola do país, com solos aptos para seu cultivo. Entretanto, apresenta regime pluviométrico como sendo o principal gargalo para o estabelecimento desta cultura, onde, nas condições características de cerrado, existe um período que oscila de 6 a 8 meses de chuva e períodos de 4 a 6 meses de seca.

Por outro lado, o dendezeiro apresenta potencial, tanto na abrangência de seu uso, como em estudos no melhoramento genético. Assim, algumas conquistas já foram realizadas, como o desenvolvimento de variedades mais produtivas e a descoberta de materiais com maior resistência a doenças e outras características de interesse que podem fazer com que essa cultura se desenvolva no estado. Assim, com uso de materiais genéticos conhecidos e

cultivados em outras regiões uma barreira para o desenvolvimento da cultura pode ser o fornecimento de água para a planta.

Outras barreiras para o desenvolvimento da cultura, que estão os principais estresses causados por fatores bióticos estão os insetos-praga, fungos, bactérias, vírus e nematóides e também por fatores abióticos, como o déficit hídrico (Sa et al, 2016), que são responsáveis por perdas de produção em regiões produtoras. Entre os fatores bióticos, um problema fitossanitário dos dendezeiros encontrados na região sul da Bahia, a título de exemplo, é a doença anel-vermelho, causada pelo nematoide *Bursaphelenchus cocophilus* (Goodey, 1960), cujo inseto vetor é o bicudo-das-palmeiras, *Rhynchophorus palmarum* L. (Coleoptera: *Curculionidae*), porém dados para o Estado do Tocantins não são encontrados devido a não existência de cultivo desta cultura na região.

Entre os fatores abióticos, publicações de Taiz e Zeiger (2009) justificam que embora as plantas, em geral, possuam níveis múltiplos de controle sobre a fotossíntese, além de luz e temperatura o ambiente com estresse de seca alto versus ambiente com estresse de seca baixo podem influenciar a produção de fotoassimilados. Assim, o déficit hídrico pode ser um dos principais responsáveis por acarretar reduções na produtividade agrícola, o que deve ser contornado, pois a falta d'água pode comprometer praticamente todos os aspectos relacionados ao desenvolvimento das plantas devido, especialmente a mudanças do comportamento fisiológico e bioquímico, sendo que as magnitudes dos efeitos estão diretamente relacionadas à sua intensidade, duração e estágio de desenvolvimento da cultura (BEZERRA *et al.*, 2003).

Oliveira (2014) destaca a existência de diversos estudos acerca da fisiologia de palmeiras e que têm sido realizados com o objetivo de elucidar sua interação com o ambiente a que estão adaptadas, bem como analisar suas respostas mediante condições controladas de estresse, citando Araus; Hogan, 1994; Dufrene; Saugier, 1993; Calbo; Moraes, 2000; Gomes; Prado, 2007; Gomes et al., 2008; Suresh et al., 2012; Pires et al., 2013. Ressalta ainda que em palmeiras, de um modo geral, o fechamento parcial dos estômatos e as altas taxas de fotorrespiração nas horas de maior incidência de raios solares resultam em redução na taxa de assimilação líquida de CO₂ ao longo do dia, limitando a fotossíntese (Araus; Hogan, 1994; Franco; Lüttge, 2002). A ação conjunta de diversas áreas de estudo pode auxiliar na identificação e caracterização de espécies promissoras adaptadas a novas regiões com possibilidade de cultivo da palmácea em questão, principalmente em áreas de cerrado.

Desta forma em situações de baixa disponibilidade hídrica, as taxas de assimilação de CO₂, por meio da fotossíntese, poderão ser afetadas, (Paiva *et al.*, 2005). Entretanto, esta variável fisiológica de forma isolada não deve ser considerada quando se analisa a capacidade de tolerância à seca (Nascimento *et al.*, 2011). Por isso, Nogueira *et al.* (2001) ressaltam que o ideal é que sejam analisados um conjunto de variáveis, tais como a fotossíntese (A), a condutância estomática (gs), a transpiração foliar (E), a concentração interna de CO₂ (Ci) e a eficiência instantânea do uso da água (E A⁻¹) que são coletivamente considerados indicativos do desempenho dos vegetais diante do estresse hídrico.

Neste contexto, o estudo buscou avaliar as respostas fisiológicas de quatro híbridos de dendê tipo tenera (BRS 2501, BRS 7201, BRS 2001 e BRS 2528) e um de Caiapé (BRS Manicoré), submetidos a regimes de déficit hídrico, visando identificar os mais eficientes as condições de cerrado do Tocantins.

Materiais e Métodos

O trabalho foi conduzido na Estação Experimental de Pesquisa do Campus Universitário de Gurupi, pertencente à Universidade Federal do Tocantins - UFT, localizado à latitude 11° 43' S e longitude 49° 04' W, em altitude média de 287 m. A temperatura média anual local é de, aproximadamente, 26°C, estando a umidade relativa do ar em torno de 56,1%. As condições climáticas do período de avaliação podem ser observadas na figura 01 abaixo. (Estação Climatológica- UFT, 2015).

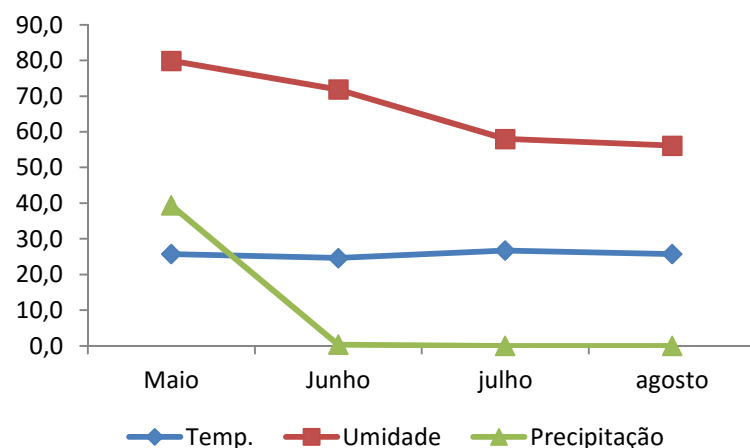


Figura 2: Condições Climáticas no Período de Avaliação

O solo é caracterizado como Latossolo Amarelo Distrófico típico. As amostras simples de solo foram coletadas em técnicas de zigzag, em duas profundidades: de 0-20 cm e de 20-40 cm, com auxílio de trado holandês. O solo apresentou as seguintes características: pH (CaCl₂) = 4,5; P = 1,3 mg dm⁻³, K = 21 mg dm⁻³, Ca = 1,6 cmolc dm⁻³, Mg = 1,3 cmolc dm⁻³, Al = 0,0 cmolc dm⁻³, H⁺ Al = 2,8 cmolc dm⁻³, CTC total = 5,75 cmolc dm⁻³, matéria orgânica = 1,8%, areia = 56%, silte = 13% e argila = 31% na profundidade de 0 a 20. E para 20 - 40 o solo apresentou: pH (CaCl₂) = 4,4, P = 2,7 mg dm⁻³, K = 46,0 mg dm⁻³, Ca = 0,5 cmolc dm⁻³, Mg = 0,4 cmolc dm⁻³, Al = 0,20 cmolc dm⁻³, H⁺ Al = 3,10 cmolc dm⁻³, CTC total = 4,12 cmolc dm⁻³, matéria orgânica = 1,6 %, areia = 66,9 %, silte = 3,8 % e argila = 29,3 %.

O preparo da área foi realizado de agosto a novembro de 2014, com calcário dolomítico aplicado em faixas, equivalente a 1,5 t/ha, em agosto de 2014. As sementes pré-germinadas de dendezeiro tipo tenera (*Elaeis guineenses* Jacq.), variedades BRS 2501, BRS 2001, BRS 2528 e BRS 7201 e um Caiuê (*Elaeis guineenses*) variedade BRS Manicoré, foram fornecidas pela Embrapa Amazônia Ocidental. A produção das mudas foi feita conforme estabelecido em Barcelos et al. (2001), sendo 3 meses de pré-viveiro e 7 meses de viveiro.

O manejo da cultura do dendezeiro foi feito conforme recomendações de Viégas e Muller, (2000). A programação das adubações foi feita adaptando as recomendações sugeridas por Rodrigues et al. (2002) e Rocha (2007), para fase jovem de cultivo do dendezeiro. O plantio das mudas de dendezeiro foi realizado em novembro de 2014, com área total do experimento de 01 hectare, obedecendo ao arranjo espacial triangular equilátero de 9,0 m x 9,0 m x 9,0m, entre as plantas, totalizando 143 plantas/ha. As covas de plantio foram abertas medindo 0,4 m de largura e 0,4 m de profundidade.

No momento do plantio foi feita a adubação com fosfato natural com aplicação por cova de 300g de P₂O₅, sendo o fosfato natural de Gafsa como fonte. Em dezembro foi feita adução de cobertura do N, P₂O₅, K, Mg e B nas quantidades de 70,0; 120,0; 60,0; 9,0 e 3,0g respectivamente/ planta.

Quando as plantas atingiram 12 meses em campo, passaram um período de um mês sem irrigação, e nesta condição foram medidas as variáveis fisiológicas nas plantas e posteriormente, logo após as leituras, foi feita irrigação por 20 dias com volume de 30 litros de água para cada planta/dia. Após este período foram coletados novos dados das variáveis fisiológicas, sendo selecionadas para cada híbrido 04 plantas. Nestas plantas foi utilizada a folha n° 9, como folha padrão de coleta dos dados (Figura 02 abaixo). Sendo estes coletados

nos horários compreendido entre as 14:00 e 14:10 horas, por se tratar de horário com maior radiação solar e os testes de comportamento diário demonstraram que o materiais genéticos apresentaram resultados com ligeiros picos para o parâmetros avaliados (Figura 03).

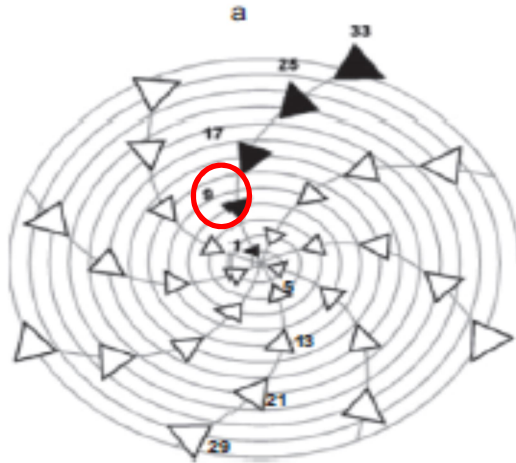


Figura 02: Arranjo do espiral das folhas na copa do dendê com as respectivas folhas indicadas para coleta de dados. Destaques para o arranjo espiral da copa (fronde) com as indicações da folha números 09.
Fonte: Corley et al. (1971) e Aholoukpè et al (2013).

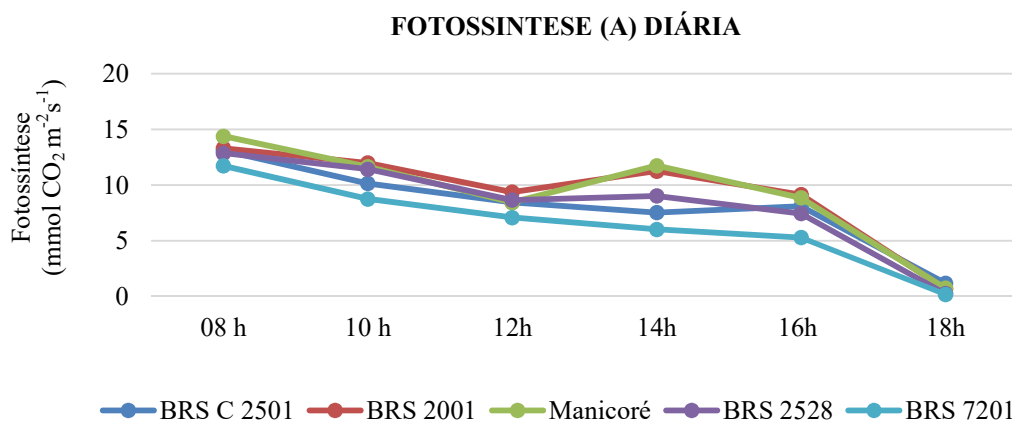


Figura 03: Curva diária de fotossíntese (A) nos diferentes materiais de dendzeiro nas condições de cerrado do Tocantins.
Fonte: próprio autor, 2015.

Para a coleta das variáveis fisiológicas foi utilizado um analisador de gases infravermelho portátil (Irga – Infra RedGasAnalyser), modelo Li – 6400XT (*Portable Photosynthesis System - LI*) da LICOR.

Foi utilizado um nível de irradiância saturante de $2000 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ de densidade de fluxo de fótons fotossinteticamente ativos (*DFFFA*), de acordo com teste de curva de luz

conforme figura 04 abaixo, com temperatura do bloco calibrada a 28°C, dentro da câmara de medida, que abrange uma área foliar de 6 cm² (2x3 cm).

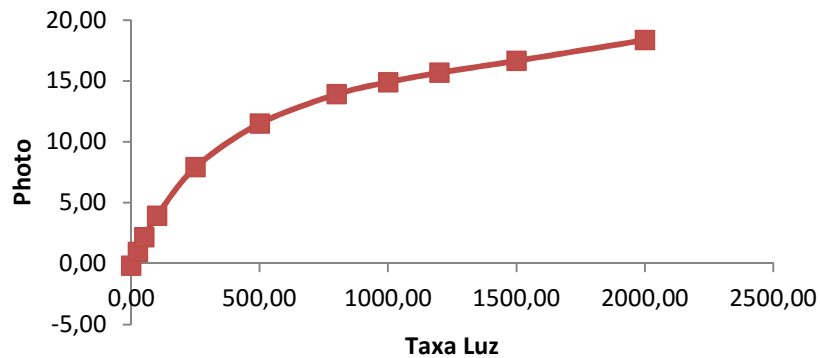


Figura 04: Curva de Luz realizada em plantas de dendezeiro.

As medidas foram realizadas, coletando os seguintes dados: fotossíntese (A), transpiração (E), condutância estomática (gs) e concentração interna de CO₂ (Ci). Com os dados de fotossíntese e transpiração foi possível determinar a eficiência instantânea de uso da água (A E⁻¹) das plantas de dendezeiro. As respostas obtidas foram comparadas por teste F a 1 e 5% de significância utilizando o programa SISVAR 4.2 (FERREIRA, 2003).

Resultados e Discussão

As análises de variância das respostas fisiológicas dos híbridos de dendezeiro e caiaé referente aos efeitos dos tratamentos, para os resultados obtidos, com os dados de fotossíntese (A), transpiração (E), condutância estomática (gs), concentração interna de CO₂ (CI) e eficiência instantânea de uso da água (A E-1) estão apresentado na Tabela 01.

Tabela 01 - Resumo da análise de variância para as variáveis fisiológicas de dendezeiro, submetido à deficiência hídrica. Gurupi - TO, 2015.

FV	GL	Teste F									
		A		Gs		Ci		E		A E-1	
HÍBRIDOS	4	3,081	*	3.525	*	5,55	*	3,428	*	4,248	*
ÁGUA	1	23,904	**	7,258	*	6,97	*	5,057	*	25,67	**
HÍBRIDOS*ÁGUA	4	2,734	ns	2.267	ns	2,355	ns	1,941	ns	2,014	ns
Média Geral		7,43		0,07		184,13		2,07		3,66	

FV - Fontes de variação; Híbridos: cinco híbridos testados, Água – Irrigados e não irrigados; GL - Graus de liberdade; CV - Coeficientes de variação; A - Fotossíntese (mmol CO₂ m⁻²s⁻¹); gs- Condutância estomática (mol m⁻² s⁻¹); CI - Concentração interna de CO₂ (ppm de CO₂); E - Transpiração (mmol m⁻² s⁻¹); A E-1 - Eficiência instantânea de uso da água (mmol CO₂ mol⁻¹ H₂O); ns - Não significativo, ** - Significativo a 1% e * - Significativo a 5,0% pelo teste F

Foram constatadas diferenças significativas ($p \leq 0,01$), para os efeitos do fator água, nas variáveis fotossíntese (A) e eficiência do uso da água (A E⁻¹). Também houve diferença

significativa a 5% para condutância estomática (gs), concentração de carbono interno (Ci) e transpiração. Em relação ao fator material genético, todas as variáveis analisadas apresentaram significância a 5% ($p \leq 0,05$). Não houve interação significativa entre híbridos e fator água.

As variáveis capacidade fotossintética A ($\text{mmolCO}_2\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$) e transpiração E ($\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) de híbridos de dendezeiro irrigados e sob estresse hídrico estão representadas nas Figuras 05 e 06.

Sob condição irrigada (I) os híbridos Manicoré e BR 2001 apresentaram as maiores taxas fotossintéticas ($11,75$ e $11,25 \mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$, respectivamente), diferindo estatisticamente somente do híbrido BRS 7201 (figura 01), este último com a menor resposta fotossintética ($6,02 \mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$). Na condição de estresse hídrico (S.I) os híbridos evidenciaram respostas fotossintéticas semelhantes sem diferenças significativas, com valores correspondentes a $5,02$; $5,27$; $5,33$; $5,65$ e $7,47 \mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$, para os híbridos BRS 2501, BRS Manicoré, BRS 7201, BRS 2001, BRS 2528, respectivamente. Pelaez et al. (2010) avaliando a fotossíntese máxima em híbridos de dendê, obtiveram valores variando de $8,6$ a $10,1 \mu\text{mol de CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$, enquanto Rivera (2009) e Rivera et al. (2013) encontraram valores entre $9,1$ a $14,2 \mu\text{mol de CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Os quais são semelhantes ao obtidos no presente trabalho, em plantas sem estresse hídrico.

Quando se compara a resposta dos híbridos sem irrigação e irrigados, observa-se que somente o Manicoré e BRS 2001 apresentaram diferenças significativas. A taxa fotossintética do híbrido Manicoré sob irrigação correspondeu a $11,75 \mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ enquanto sob estresse hídrico foi de $5,27 \mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$, o que representa uma redução fotossintética de $44,85\%$. No caso do BR 2001 estes valores corresponderam a $11,25$ e $5,65 \mu\text{mol CO}_2\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$, respectivamente, representando uma redução na fotossíntese de $50,22\%$. Os híbridos BRS 2501, BRS 7201, BRS 2528, não evidenciaram diferenças significativas nas suas taxas fotossintéticas independentemente da situação de irrigação. Chia, 2012 avaliando as trocas gasosas destes mesmos híbridos na região amazônica constatou também uma maior fotossíntese em dendezeiro *E. oleifera* e justifica que este resultados superior, semelhante ao presente trabalho, pode ter acontecido pelo fato deste ser uma espécie nativa da região e sua adaptação ao ambiente pode ser mais eficiente.

A transpiração dos híbridos em função do estresse hídrico (Figura 05), não apresentou diferenças estatísticas entre os materiais BRS 2501, BRS Manicoré, BRS 7201, BRS 2001,

BRS 2528 quando os mesmos estavam sob estresse hídrico. Os valores médios correspondentes foram de 1,39; 1,43; 1,54; 2,24 e 2,34 mol H₂O m⁻²s⁻¹ respectivamente. Já na condição irrigada, o híbrido BRS Manicoré apresentou maior taxa de transpiração, 3,17 mol H₂O m⁻²s⁻¹, correspondendo a menor transpiração ao híbrido BRS 7201 (1,34 mol H₂O m⁻²s⁻¹). Ao avaliar os híbridos em ambas as condições irrigado e em seca constata-se que o BRS Manicoré foi o único material genético que diferiu estatisticamente entre as condições, com valores correspondentes a 3,17 e 1,43 mol H₂O m⁻²s⁻¹ respectivamente, representando uma redução na transpiração de 43,1%, o que pode indicar ser um material com maior capacidade de redução na perda de água.

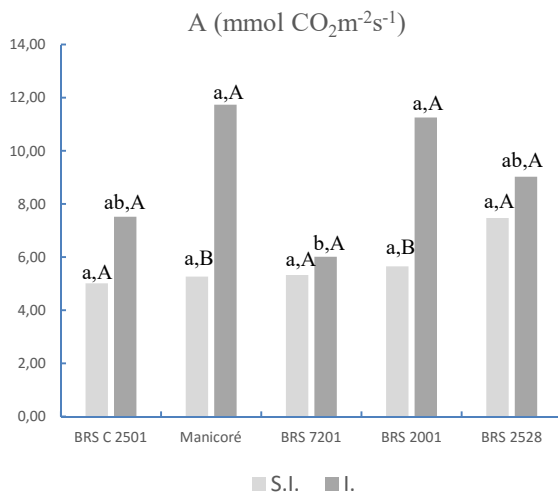


FIGURA 05- Fotossíntese líquida (A) de híbridos de dendezeiro, sob estresse hídrico (S.I) e Irrigadas (I). Médias seguidas da mesma letra minúscula entre os híbridos dentro de cada condição de irrigação, e maiúscula entre as condições irrigado e não irrigado dentro de híbridos, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

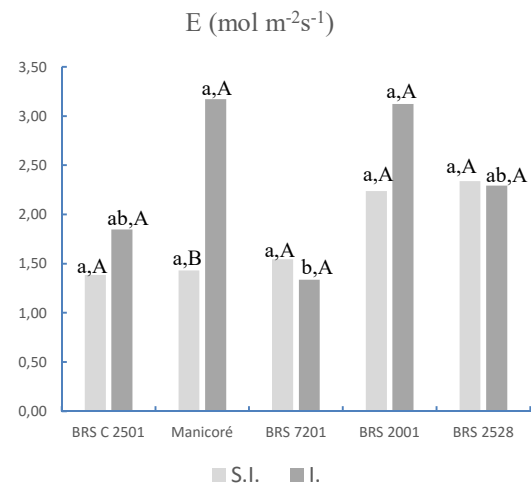


FIGURA 06- Transpiração de híbridos de dendezeiro, sob estresse hídrico (S.I) e Irrigadas (I). Médias seguidas da mesma letra minúscula entre os híbridos dentro de cada condição de irrigação, e maiúscula entre as condições irrigado e não irrigado dentro de híbridos, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

A condutância estomática dos híbridos em função do estresse hídrico (Figura 07) apresentou diferenças estatísticas somente na condição irrigada. Os híbridos BRS Manicoré e o BRS 2001 apresentaram os maiores valores de condutância estomática, com valores semelhantes (0,13 mol m⁻²s⁻¹). O menor valor correspondeu ao híbrido BRS 7201 (0,04 mol m⁻²s⁻¹). Quando se avalia as condições de irrigação dentro dos híbridos de dendê, constata-se que a semelhança ao observado para a variável fotossíntese somente foram verificadas diferenças significativas nos híbridos Manicoré e BRS 2001. A condutância estomática do híbrido Manicoré sob irrigação correspondeu a 0,13 mol m⁻²s⁻¹ enquanto sob estresse hídrico

foi de $0,05 \text{ mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ o que representa uma redução de 61,5%. No caso do BRS 2001 estes valores corresponderam a $0,13 \text{ mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ e $0,07 \text{ mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ respectivamente, representando uma redução na condutância estomática de 46,15%.

Analisando a quantidade de carbono intercelular (Ci) dos híbridos de dendê irrigados ou com estresse hídrico (Figura 08), constata-se que todos os híbridos com exceção do Manicoré, apresentaram maiores concentrações de Ci na condição sem irrigação (SI). Porém esta diferença só foi significativa nos híbridos BRS 7201 e BRS 2001. Quando comparados os híbridos na condição sem irrigação (SI) observa-se que o híbrido BRS 2001 apresentou a maior concentração de Ci, se diferenciando significativamente somente dos híbridos BRS 2501 e Manicoré. Já na situação de estresse hídrico o híbrido BRS 7201 diferiu dos demais, os menores valores de Ci.

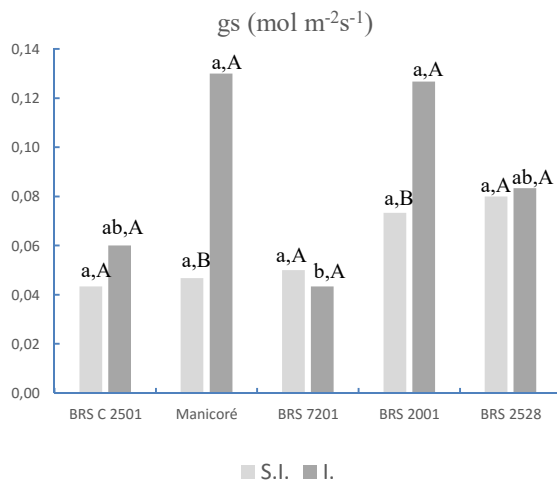


FIGURA 07- Condutância Estomática (gs) de híbridos de dendzeiro, sob estresse hídrico (S.I) e Irrigadas (I). Médias seguidas da mesma letra minúscula entre os híbridos dentro de cada condição de irrigação, e maiúscula entre as condições irrigado e não irrigado dentro de híbridos, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

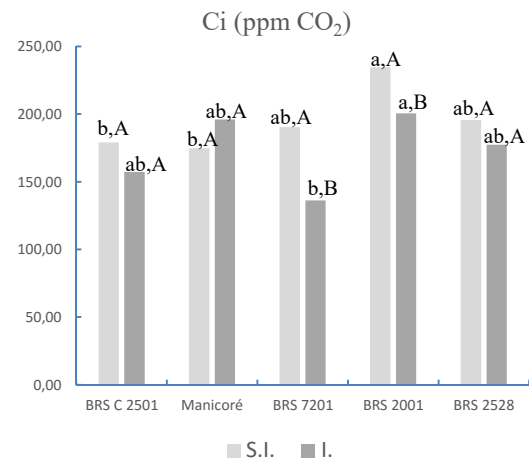


FIGURA 08 - Carbono intercelular (Ci) de híbridos de dendzeiro, sob estresse hídrico (S.I) e Irrigadas (I). Médias seguidas da mesma letra minúscula entre os híbridos dentro de cada condição de irrigação, e maiúscula entre as condições irrigado e não irrigado dentro de híbridos, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Em relação à eficiência no uso da água (figura 09) na condição sem irrigação (SI), ou seja sob estresse hídrico, observa-se que o Híbrido BRS 2001 foi o que apresentou o menor valor ($2,63 \text{ mmol CO}_2 \text{ mol}^{-1} \text{ H}_2\text{O}$), porém se diferenciando significativamente somente dos híbridos Manicoré e BRS C 2501, estes últimos apresentando maiores eficiências ($3,65$ e $3,60 \text{ mmol de CO}_2$ para cada molécula de água). Quando sob irrigação, os Híbridos BRS 7201 e BRS 2501, apresentaram as maiores eficiências na utilização da água ($4,51$ e $4,09 \text{ mmol de$

CO₂ para cada molécula de água, respectivamente). O Híbrido Manicoré teve um comportamento semelhante na eficiência da utilização da água indiferentemente da condição de irrigação imposta.

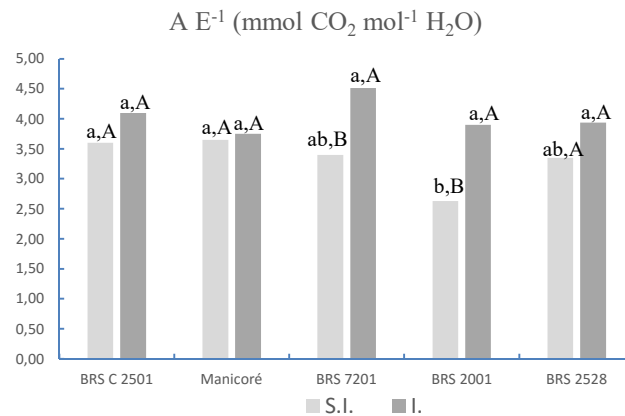


FIGURA 09- Eficiência do uso da água ($A E^{-1}$) de híbridos de dendêzeiro, sob estresse hídrico (S.I) e Irrigadas (I). Médias seguidas da mesma letra minúscula entre os híbridos dentro de cada condição de irrigação, e maiúscula entre as condições irrigado e não irrigado dentro de híbridos, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Os resultados obtidos mostraram que estresse de seca influenciou expressivamente as variáveis fisiológicas avaliadas nos híbridos de dendê, principalmente o Manicoré e o BRS 2001.

O efeito da restrição hídrica provocou uma redução na taxa de fotossíntese em todos os híbridos, sendo esta magnitude em ordem decrescente: BRS Manicoré > BRS 2001 > BRS 2501 > BRS 2528 > BRS 7201. Esta resposta foi igual no efeito do estresse hídrico na Condutância estomática (G_s), com exceção do híbrido BRS 7201 que não apresentou redução nas condições sem irrigação. Quando se avalia o efeito do estresse hídrico na Transpiração dos híbridos de dendê, observa-se uma redução em ordem decrescente: Manicoré > BRS 2001 > BRS 2501. Bastos (200) avalia que na ausência a irrigação vem a ser o elemento determinante da disponibilidade de água no solo para uso das plantas, principalmente, nas regiões que não apresentam uma pluviometria regular e suficiente.

Assim, identifica-se que houve uma relação direta para os híbridos Manicoré; BRS 2001 e BRS C 2501, em relação ao efeito da restrição hídrica, nas variáveis taxa de fotossíntese (A), Condutância estomática (G_s), Transpiração (E).

A análise acerca do sistema de geração e melhor transferência de energia na planta evidencia a interferência negativa provocada pela falta de água nas plantas de dendê. Uma justificativa para a resposta da queda da taxa fotossintética, no BRS 2001 e o BRS Manicoré, pode corresponder ao processo fisiológico do mecanismo de fechamento dos estômatos das folhas, estratégia que as plantas utilizam não só para reduzir as perdas de água, como também reduzir o suprimento de CO₂ para as folhas (Paiva *et al.*, 2005; Taiz e Zeiger, 2009; Coley; 1998). O Comportamento dos estômatos em dendê tem sido relatado por vários autores, tais como Hartley, 1988; Cayon, 1998; Corley e Tinker, 2009; Rivera, 2009 e Pelaez *et al.*, 2010; Rivera *et al.*, 2013 os quais demonstram uma correlação entre o grau de abertura dos estômatos com o conteúdo de água no solo.

Quando em déficit de água, a planta responde com o fechamento dos estômatos para poder reduzir perdas por transpiração, reduzindo simultaneamente o fornecimento de CO₂ para a planta, o resultado é uma queda na fotossíntese, conforme resultados aqui obtidos. Esta diminuição pode estar relacionada à abertura dos estômatos, uma vez que estes são pontos de controle de vapor d'água e balanço de energia entre o vegetal e o ambiente. Smith (1989) ao comparar plantas de dendê com e sem irrigação, nas condições do leste da Colômbia, observou que plantas irrigadas possuíam estômatos abertos com maior condutância estomática, porém no presente trabalho, não houve diferenças entre irrigados e sem irrigação para a variável condutância estomática (gs) nos híbridos caiaué BRS Manicoré e do tipo tenera BRS 2001.

Avaliação do funcionamento dos estômatos, em materiais híbridos de dendê comparados a materiais não híbridos, constatou que o processo fotossintético pôde ser realizado por mais tempo durante o dia em materiais híbridos, e também observou-se nestes híbridos uma maior capacidade de reduzir as perdas de água em condições de seca moderada (PELAEZ *et al.* 2010, RIVERA *et al.* 2013 e SALINAS 2014).

A redução da transpiração também pode ser explicada pelo mesmo processo descrito acima, pois na presença de água os estômatos se mantêm abertos e as plantas tem maior capacidade transpiratória, porém em déficit hídrico a resposta é diminuir a perda de água. Embora a redução na taxa de perda de água, mostrado também pela transpiração, possa representar uma vantagem imediata para prevenir a desidratação do tecido, ela pode afetar diretamente o balanço de calor sensível sobre o vegetal, e ainda a absorção de CO₂ (BRUNINI e CARDOSO, 1998).

Diversos autores obtiveram a mesma resposta em plantas de dendê, Prado et al (2001), Leidi (1993) e Barleto (2011), este observaram, significativas reduções na transpiração das plantas em condições de estresse hídrico.

Quando se avalia a concentração de carbono interno (Ci) verifica-se que o estresse hídrico promoveu uma redução neste parâmetro tão somente no híbrido Manicoré, enquanto nos outros houve uma elevação na seguinte ordem crescente: BRS 2528 >BRS 2001> BRS C 2501 > BRS 7201. Pode se inferir que o híbrido Manicoré mesmo com a maior redução na condutância estomática, imposta pelo estresse hídrico, não demonstrou uma regulação eficiente do conteúdo de carbono, sendo consumido no processo fotossintético. O contrário é verdadeiro para o híbrido BRS 7201, o qual sob condições de falta de água foi o único que apresentou elevação da condutância estomática e maiores valores de Ci nas folhas, isto foi expresso na pouca diferença na taxa fotossintética entre as condições irrigadas e não irrigadas. Pode se pensar que o período de restrição hídrica no híbrido BRS 7201 não foi suficiente para exercer um efeito mais drástico nos parâmetros fisiológicos avaliados. A elevação do conteúdo de Ci nos BRS 2528 >BRS 2001 > BRS C 2501 acompanhou a redução na condutância estomática, o que pode indicar uma provável deficiência no processo de carboxilação acompanhada de uma redução fotossintética.

Mendez (2012) ressaltou em seus trabalhos que os materiais híbridos de dendê, em estresse de seca, têm certa restrição à abertura dos estômatos, porém mesmo assim, as plantas podem ser capazes de manter a fixação de CO₂ mesmo com o baixo consumo de água, corroborando assim com os resultados aqui expostos. Corniani et al., (2006) também explica que concentrações mais elevadas de Ci está relacionada a taxa fotossintética das plantas, em que uma maior taxa consome mais rapidamente o CO₂ absorvido, reduzindo assim a concentração interna desse carbono intercelular. Gonçalves, 2001; Moraes e Bastos, 1972, e Chia, 2012 também ajudam a caracterizar o dendê como uma cultura exigente em água, porém pode considerada uma espécie de grande capacidade de sobrevivência nos períodos secos, devido ao seu sistema estomático eficiente e à sua capacidade de restringir a fotossíntese e a mobilização de fotoassimilados aos sítios de reserva, o que vem a resultar em diminuição na produtividade.

De fato as plantas de dendezeiro em condições de campo estão expostas a muitos tipos de estresses bióticos e abióticos. Assim os fatores ambientais afetam o processo fisiológico das plantas, no entanto, entre estes fatores a disponibilidade de água é o fator mais importante para a limitação da fotossíntese, isso porque o estresse hídrico diminui progressivamente as

taxas de assimilação de CO₂, aumentando sua concentração, devido à redução da condutância estomática (CHIA, 2012).

Uma outra explicação sobre o aumento da concentração de Ci em plantas sob estresse hídrico, foi dada por Calbo e Moraes (1997), os quais avaliando as plantas de Buriti, com 5 meses de idade e sob estresse hídrico, explicam que a manutenção aproximadamente constante da Ci nas folhas, pode ser atribuída a uma condutância estomática não uniforme ao longo do mesófilo foliar.

Para a eficiência do uso da água, $A E^{-1}$, a diferença encontrada entre as condições de irrigação impostas, os híbridos BRS 7201 e 2001 mostraram comportamento não linear sob estresse hídrico, situação esta que demonstrou menor eficiência no uso da água. Nascimento (2009) indica em seu trabalho que a diminuição da fotossíntese e da transpiração pode indicar um mecanismo com maior ou menor eficiência de uso da água, implicando na economia de água pela planta, desempenho este que deve ser observado em relação ao fechamento estomático. Assim de uma maneira geral, uma diminuição nos valores menos acentuada de A, gs e E destacam uma vantagem ecológica que as plantas obtêm ao variar tais parâmetros, principalmente no caso da fotossíntese é manter uma relação linear com a eficiência do uso da água, otimizando assim, as trocas gasosas (SCHULZE & HALL, 1982).

Conclusões

Os híbridos BRS Manicoré e BRS 2001 foram os materiais que apresentaram maiores reduções nas variáveis fisiológicas avaliadas, quando sob condição de estresse hídrico.

Sob condições de irrigação as melhores taxas fotossintéticas foram observadas nos híbridos BRS Manicoré e BRS 2001.

O híbrido BRS 2501 e BRS 7201e BRS 2528 não apresentaram diferenças significativas na taxa fotossintética entre a condição irrigada e sob estresse de seca.

Nas condições que foi desenvolvido o trabalho pode se considerar que os híbridos BRS 2501 e BRS 2528, foram os mais eficientes fisiologicamente nas condições de estresse.

Os cinco híbridos avaliados reduziram drasticamente a fotossíntese líquida sob condição de estresse de seca com a restrição hídrica.

O BRS 7201 apresentou maior eficiência no controle da perda de água pela transpiração sob condições de estresse hídrico.

Referências Bibliográficas

- Aholoukpè, H., Dubos, B., Flori, A., Deleporte, P., Amadji, G., Chotte, J.L., Blavet, D. Estimating above ground biomass of oil palm: Allometric equations for estimating frond biomass. *Forest Ecology and Management* 292 (2013) 122–129.
- Bastos, T. X. Aspectos agroclimáticos do dendezeiro na Amazônia Oriental. In: VIÉGAS, I. J. M.; MÜLLER, A. A. (Eds.). **A cultura do dendezeiro na Amazônia Brasileira**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental/Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2000. p. 47-59.
- Bezerra, F. M. L. *et al.* Feijão caupi e déficit hídrico em suas fases fenológicas. **Revista Ciência Agronômica**, v. 34, n. 01, p. 5-10, 2003.
- Calbo, M. E. R. e Moraes, J. A.P. V. **Fotossíntese, Condutância Estomática, Transpiração e Ajustamento Osmótico de Plantas de Buriti Submetidas a Estresse Hídrico**. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal* 9(2):117-123, 1997.
- Cayon, G. **Ecofisiologia de la palma de aceite (*Elaeis guineenses* Jacq.)**. In: Memorias, Primer Curso Internacional de palma de aceite. Cenipalma, Bogota. pp. 38-54.1998.
- Clay, J. **World agriculture and the environment: a commodity-by-commodity guide to impacts and practices**. Washington, DC: Island, 2003. 570p.
- Chia, G. S. Caracterização Morfofisiológica e Anatômica de Ffolhas de dendezeiro (*Elaeis guineensis* Jacq.), de caiaué (*E. oleifera* (Kunth) Cortés) e híbrido interespecífico (*E. guineensis* x *E. oleifera*) nas Condições da Amazônia Central / Gilson Sánchez Chia. - Manaus: UFAM, 2012.
104 f.
- Corley, R. and P. Tinker. *The oil palm*. 4th ed. Blackwell Science, Oxford, UK. 2003.
- Corley, R. H. V.; Tinker, P. B. **The Oil Palm**. World Agriculture Series. Fourth edition. Ed. Blackwell, 2003. 562p
- Corley, R.H.V., Hardon, J.J., Tan, G.Y., 1971. Analysis of growth of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq) .1. Estimation of growth parameters and application in breeding. *Euphytica* 20 (2), 307e315
- Corley, R.H.V., Productividad de la palma de aceite Aspectos fisiológicos. PALMAS, Volumen 19. Número Especial, 1998.]
- Corniani, N. Determinação das trocas gasosas e de potencial hídrico através do uso de sistemas portáteis na avaliação do estresse. pp 1-14. In: **Simpósio Internacional de Iniciação Científica da Universidade de São Paulo**. Piracicaba, Brasil, 2006.
- Ferreira, D. F. *Sisvar 4.6 Sistema de Análises Estatísticas*. Lavras: UFLA, 2003.
- Flexas, J., Medrano, H. Drought-inhibition of photosynthesis in C3 plants: stomatal and non-stomatal limitations revisited. *Ann. Bot.* 89, 183–189. 2002.

Gonçalves, A. C. R. Dendezeiro (*Elaeis guineensis* Jacq.). In: CASTRO, P. R. C.; KLUGE, R. A. (Eds.). **Ecofisiologia de culturas extrativas: cana-de-açúcar, seringueira, coqueiro, dendezeiro e oliveira**. Cosmópolis: Stoller do Brasil, 2001. p. 95-112.

Grassi, G., Magnani, F., 2005. Stomatal, mesophyll conductance and biochemical limitations to photosynthesis as affected by drought and leaf ontogeny in ash and oak trees. *Plant Cell Environ.* 28, 834–849. 2005.

Haniff, M. H. Gas Exchange of Excised Oil Palm (*Elaeis guineensis*) Fronds. *Asian Journal of Plant Sciences* 5 (1).9 -13, 2006.

Larcher, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos: Rima, 2000. 531p.

Lawlor, D.W. Limitation to photosynthesis in water stressed leaves: stomata versus metabolism and the role of ATP. *Ann. Bot.* 89, 871–885. 2002.

Lawlor, D.W., Cornic, G. Photosynthetic carbon assimilation and associated metabolism in relation to water deficit in higher plants. *Plant Cell Environ.* 25, 275–294. 2002.

Maciel, F. C. S.; Cordeiro, A. C. C.; Correia, R. G.; Silva, W. L. M.; Silva, M. W.; Lima, M. L. M. **Desenvolvimento vegetativo da palma de óleo em ecossistemas de savana e floresta de Roraima**. *Revista Agro@ambiente On-line*, v. 5, n. 3, p. 194-199, setembro-dezembro, 2011.

MME, Ministério de Minas e Energia. **Balço Energético Nacional**, Brasília. Ano Base 2013. Disponível em: www.ben.epe.gov.br; 2014. Consulta realizada em julho de 2015.

Morais, H.; Marur, C.J.; Caramori, P.H.; Ribeiro, A.M.A.; Gomes, J.C. Características fisiológicas e de crescimento de cafeeiro sombreado com gandu e cultivado a pleno sol. *Pesq. agropec. bras.* Brasília, v. 38, n. 10, 2003

Moraes, V. H. F. e Bastos, T. X. Viabilidade e limitações climáticas para as culturas permanentes, semipermanentes e anuais, com possibilidade de expansão. 1 aproximação. In: INSTITUTO DE PESQUISA E EXPERIMENTAÇÃO AGROPECUÁRIO DO NORTE (Ed.). **Zoneamento agrícola da Amazônia**. Belém: IPEAN, 1972. p. 123-153.

Moura, J.I. L., Santos, L. P., Bittencourt, M. A., Kug, C. Preferência do bicudo-das-palmeiras por dendezeiro, caiaué e por seu híbrido interespecífico. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.48, n.4, p.454-456, abr. 2013

Nascimento, J. L. **Crescimento e assimilação de carbono em plantas jovens de *Attalea funifera* Mart. submetidas ao sombreado e ao estresse hídrico**. Iheus, BA : UESC/PPGPV, 2009. xii, 97 f. : Il. (Dissertação de Mestrado)

Nascimento, S. P. do *et al.* Tolerância ao déficit hídrico em genótipos de feijão-caupi. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 08, p. 853-860, 2011.

Nogueira, R. J. M. C. *et al.* Alterações na resistência à difusão de vapor das folhas e relações hídricas em aceroleiras submetidas a déficit de água. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 13, n. 01, p. 75-87, 2001.

- Paiva, A. S. *et al.* Condutância estomática em folhas de feijoeiro submetido a diferentes regimes de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola**, v. 25, n. 01, p. 161-169, 2005.
- Passos, C. D., Passos, E. E. M.;Prado, C. H. B. A. **Comportamento Sazonal do Potencial Hídrico edas Trocas Gasosas de Quatro Variedades de Coqueiro-Anão**. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal - SP, v. 27, n. 2, p. 248-254, Agosto 2005
- Pelaez, E., D. Ramirez, and G. Cayon. **Fisiologia comparada de palmas africana (*Elaeis guineenses* Jacq.), americana (*Elaeis oleifera* H.B.K. Cortes) e híbridos (*Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis*) en Hacienda La Cabana**. Palmas 31(2), 29-38. 2010.
- Pimentel, C. Metabolismo de carbono na agricultura tropical / Carlos Pimentel. - Seropédica: Edur, 1998,150p.:il.
- Queiros, A.G.; França L.; Ponte, M.X. The life cycle assessment of biodiesel from palm oil (“dende”) in the Amazon. **Biomass and bioenergy** 36 (2012) 50 e 59.
- Rivera M., Yurany Dayanna; Cayón S., Daniel Gerardo and López M.,Jesús Edgardo. **Physiological and morphological characterization of American oil palms (*Elaeis oleifera* HBK Cortes) and their hybrid (*Elaeisoleifera*× *Elaeisguineensis*) on the Indupalma plantation**. Agronomía Colombiana 31(3), 314-323, 2013.
- Rivera, Y. Caracterización fisiológica y morfológica de palmas americanas de aceite (*Elaeis oleifera* H.B.K. Cortés) y sus híbridos (*Elaeis oleifera* x *Elaeisguineensis*) de laplantaciónIndupalma. Tesis para optar al título de Ingeniería Agrónoma. Facultad de Agronómica. Universidad Nacional de Colombia. Sede Bogotá.123 páginas. 2009.
- Rocha, R. N. C. **Culturas Intercalares para Sustentabilidade da Produção de Dendê na Agricultura Familiar**. Viçosa, MG. Universidade Federal de Viçosa. 75p. 2007. (Tese de Doutorado).
- Rodrigues, M. R. L. R., Amblard, P., Silva, E. B., Macêdo, J. L. V., Cunha, R. N. V., Tavares, A. M. **Avaliação do estado nutricional do dendezeiro: análise foliar**. Circular Técnica 11. Manaus –AM, 2012. 11 p.
- Romero, H.M.Oil Pal Ecophigiology. **PALMAS** Vol. 28 No. Especial, Tomo 1, 2007
- Sa, M. F. G., Estresse biótico e abiótico de plantas. Embrapa Recursos Genéticos e Biotenologia. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa. Todos os direitos reservados, conforme Lei nº 9.610. Portal Embrapa (Versão 2.40.0) p2, 2016.
- Salisbury, F. y C. Ross. Fisiología de las plantas, Tomo 2: Bioquímica vegetal. CuartaEdición. International Thomson Editores, Madrid. 2000.
- Schulze, E.D. & Hall, A.E. Stomatal responses, water loss and CO₂ assimilation rate in contrasting environments. In: O.L. Lange, P.S. Nober, C.B. Osmond & H. Ziegler (eds.). Encyclopedia of plant physiology, v. 12B, **Physiological plant ecology. II**. Water relations and carbon assimilation. Springer Verlag, Berlin, pp.181-230. 1982
- Silva, A. R. A., Bezerra, F. M. L., Lacerda, C. F., Filho, J. V. P. e Freitas, C. A.S. **Trocas gasosas em plantas de girassol submetidas à deficiência hídrica em diferentes estádios fenológicos**.Revista Ciência Agronômica, v. 44, n. 1, p. 86-93, jan-mar, 2013.

Smith, B. G. The Effects of Soil Water and Atmospheric Vapour Pressure Deficit on Stomatal Behaviour and Photosynthesis in the Oil Palm. **Revista Ciência e Agrotecnologia**. vol.33 no.2 Lavras Mar./Apr. 2009.

Suresh, K. et al. Changes in photosynthetic activity in five common hybrids of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) seedlings under water deficit. **Photosynthetica**, v. 50, n. 4, p. 549-556, 2012.

Taiz, L.; Zeiger, E. *Fisiologia vegetal*. 3.ed. Piracicaba, Artmed.2004. 720p

Taiz, L.; Zeiger, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819 p.

Villalobos, E.; Umaña, C. H.; Chinchilla, C. M. Estado de Hidratación de la palma aceitera, en respuesta a la sequía en Costa Rica. **Oléagineux**, Paris, v. 47, n. 5, p. 217-223, 1992.

Capítulo 04

Respostas Fisiológicas De Plantas de Dendê (*Elaeis Guineensis* Jacq.) Submetidas ao Estresse de Seca e Irrigado em Condições do Cerrado

Resumo

O dendezeiro (*Elaeis guineensis*) é uma palmeira que tem origem do Noroeste da África (Guiné-Bissau), e vem se destacando na agricultura mundial decorrente de sua elevada produtividade de óleo. Com o incentivo e o atual crescimento do cultivo desta cultura pode se vislumbrar novas áreas em diferentes regiões do país, tal como, o estado do Tocantins. Neste contexto, o presente estudo buscou avaliar as respostas fisiológicas de plantas de *Elaeis guineensis* e *Elaeis oleifera* submetidas ao estresse hídrico e irrigado em condições de cerrado. Para obter os dados utilizou-se de um equipamento portátil capaz de coletar tais variáveis fisiológicas o Infra Red Gas Analyser (IRGA). Desta maneira as determinações das trocas gasosas foram realizadas com este medidor portátil de fotossíntese, IRGA, modelo LI-6400 xt (LI-COR – Nebraska EUA). As leituras realizadas, como citado acima, com uso do IRGA permitiu determinação dos seguintes parâmetros: fotossíntese (A), transpiração (E), condutância estomática (gs) e concentração interna de CO₂ (Ci) das plantas de dendê. As variáveis observadas foram submetidas a análise e regressão utilizando o software Sigmaplot 10.0, e o modelo de regressão foi escolhido baseado na significância dos coeficientes da equação de regressão e de determinação a 5% de probabilidade. Sob as condições de estresse hídrico, todos os híbridos de dendê reduziram significativamente a fotossíntese, condutância estomática e transpiração durante o período do dia apresentando baixa tolerância à deficiência hídrica no solo e não apresentando características de economia no uso da água sob condições estressantes. Portanto, a cultivar BRS Manicoré verificou-se maior sensibilidade estresse hídrico, em relação aos demais híbridos. Entretanto, é necessário aprofundar os estudos, em condições de campo, para o estabelecimento de critérios de utilização do dendê como cultura a ser implantada no Tocantins.

Palavras-chave: dendê, fisiologia vegetal, balanço hídrico

Reply of Palm Plant Physiological (*Elaeis Guineensis* Jacq.) Submitted to Drought Stress and Irrigation in Conditions of Cerrado

ABSTRACT

The oil palm (*Elaeis guineensis*) is a palm tree that originates from North-West Africa (Guinea-Bissau), and has stood out in world agriculture due to its high productivity oil. With the encouragement and the current increase in cultivation of this crop can envision new areas in different regions of the country, such as the state of Tocantins. In this context, this study aimed to evaluate the physiological responses of five hybrids of Palm (BRS C 2501, Manipur, BRS 7201, BRS 2001 and BRS 2528) submitted to water deficit schemes and irrigation (SI - No Irrigation and I - Irrigated), to identify different materials that may be more resistant to the effects of drought tax. For the data used is a portable device able to collect such physiological variables Infra Red Gas Analyser (IRGA). Thus the determinations of gas exchange took place with this portable meter photosynthesis, IRGA, model LI-6400 xt (LI-COR - Nebraska USA). Readings taken, as described above, with use of IRGA allowed determining the following parameters: photosynthesis (A), transpiration (E), stomatal conductance (gs) and internal CO₂ concentration (C_i) of plant oil palm. The variables were submitted to regression analysis using the Sigmaplot 10.0 software, and the regression model was chosen based on the significance of the regression equation coefficients and determining the 5% probability. Under conditions of water stress, all palm hybrids significantly reduced photosynthesis, stomatal conductance and transpiration during the day has low tolerance to water stress in the soil and not presenting saving features water use under stressful conditions .. So , BRS Manipur there was greater sensitivity water stress, compared to other hybrids. However, it is necessary to deepen the studies in field conditions for the establishment of the Dende using criteria such as culture to be implemented in Tocantins.

Keywords: palm, plant physiology, water balance

INTRODUÇÃO

O dendezeiro (*Elaeis Guineensis*) é uma palmeira que tem origem do Noroeste da África (Guiné-Bissau), e vem se destacando na agricultura mundial decorrente de sua elevada produtividade de óleo. É considerada uma espécie perene, tropical que expressa melhor seu potencial de produção em condições de temperatura média entre 24°C e 28°C, máxima 33°C e mínima não inferior a 18°C, luminosidade superior a 1.800 horas/ano de radiação solar, precipitação pluviométrica superior a 1.800 mm bem distribuída no decorrer do ano (Rocha, 2007). Clay (2003) destaca que a produção mundial do óleo de palma, oriundo do fruto dessa palmeira, vem crescendo em números semelhantes aos da soja, onde seu consumo está em mercados orientais como Índia, China e Japão, e tem como potenciais mercados consumidores como EUA, Canadá, América do Sul e Comunidade Européia.

A palma de óleo ("dendê" – *Eleais Guineensis*) é uma cultura que produz maior quantidade de óleo por unidade de área cultivada entre todas as outras plantas oleaginosas no Brasil, com uma produtividade média de 4 e 6t de óleo/ha/ano. Seu ciclo produtivo pode ocorrer durante um período de 25 a 30 anos. É uma planta de elevado capacidade de realizar o sequestro de carbono e pode ser usado como reflorestamento de áreas degradadas, além de ter uma participação efetiva no Movimento de Desenvolvimento Limpo (CDM) com a venda de créditos de carbono (Queiros, et al 2012).

No Brasil, tem seu potencial crescimento de cultivo em razão do país possuir cerca de 70 milhões de hectares adequados para essa cultura, sendo 50 milhões no Estado do Amazonas e 20 milhões no Pará. Essas áreas têm condições de produzir dendê para absorver grandes demandas do mercado interno e externo, o que tornaria o Brasil um dos maiores produtores mundiais.

Com o incentivo e o atual crescimento do cultivo desta cultura pode se vislumbrar novas áreas em diferentes regioes do país, tal como, o estado do Tocantins. Que conta com condições aptas ao cultivo desta cultura. No entanto o regime pluviométrico pode ser um dos principais gargalos para o estabelecimento desta cultura no estado. Onde o déficit hídrico é um dos principais entraves responsáveis por acarretar reduções na produtividade agrícola, sobretudo, por comprometer praticamente todos os aspectos relacionados ao desenvolvimento das plantas devido, especialmente a mudanças do comportamento fisiológico e bioquímico, sendo que as magnitudes dos efeitos estão diretamente relacionadas à sua intensidade, duração e estágio de desenvolvimento da cultura (BEZERRA *et al.*, 2003). Vários autores expõem que

a água é o principal constituinte dos tecidos vegetais, representando 50% da biomassa fresca nas plantas lenhosas e aproximadamente 90% nas herbáceas. É necessária como reagente no metabolismo vegetal, no transporte e translocação de solutos, na manutenção da turgescência celular, no controle estomático e na penetração do sistema radicular no solo (TAIZ e ZEIGER, 2004).

Ainda Sutcliffe (1980) e Morais et al. (2003) ressaltam a grande importância da água para as plantas está na manutenção da hidratação do protoplasma, pois na ocorrência de estresse hídrico, a atividade fotossintética declina paralelamente à diminuição do volume celular, logo, acompanhando o declínio da turgescência foliar.

Existem várias evidências de que a ocorrência de estresse hídrico no solo é prejudicial aos processos fotossintéticos no interior do mesófilo foliar (FLEXAS e MEDRANO, 2002; GRASSI e MAGNANI, 2005; LAWLOR, 2002; LAWLOR e CORNIC, 2002).

Assim em situações de baixa disponibilidade hídrica, as taxas de assimilação de CO₂ também poderão ser negativamente afetadas, (PAIVA *et al.*, 2005). Entretanto uma única variável fisiológica de forma isolada não deve ser considerada quando se analisa a capacidade de tolerância à seca (NASCIMENTO *et al.*, 2011). Por isso, Nogueira *et al.* (2001) ressaltam que o ideal é que sejam analisados um conjunto de variáveis, tais como a fotossíntese (A), a condutância estomática (gs), a transpiração foliar (E), a concentração interna de CO₂ (C_i) e a eficiência instantânea do uso da água ($E A^{-1}$) que são coletivamente considerados indicativos do desempenho dos vegetais diante do estresse hídrico.

Neste contexto, o presente estudo buscou avaliar as respostas fisiológicas de plantas de *Elaeis guineensis* e *Elaeis oleifera* submetidas ao estresse hídrico e irrigado em condições do cerrado.

MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na Estação Experimental de Pesquisa do Campus Universitário de Gurupi, pertencente à Universidade Federal do Tocantins - UFT, localizado à latitude 11° 43' S e longitude 49° 04' W, em altitude média de 287 m. A temperatura média anual local é de, aproximadamente, 26°C, estando a umidade relativa do ar e a precipitação média anual em torno de 68,5% e 1400 mm, respectivamente (Estação Climatológica- UFT, 2015).

O solo é caracterizado como Latossolo Amarelo Distrófico típico. Em primeiro ano da implantação do experimento, o solo apresentou as seguintes características: pH (CaCl₂) = 5,5, P = 0,3 mg dm⁻³, K = 38 mg dm⁻³, Ca = 2,36 cmolc dm⁻³, Mg = 0,38 cmolc dm⁻³, Al = 0,25 cmolc dm⁻³, H⁺ = 2,3 cmolc dm⁻³, CTC total = 5,13 cmolc dm⁻³, CTC efetiva = 3,08 cmolc dm⁻³, matéria orgânica = 4,75%, areia = 56%, silte = 13% e argila = 31%. E no segundo ano o solo apresentou: pH (CaCl₂) = 5,2, P = 0,6 mg dm⁻³, K = 21,4 mg dm⁻³, Ca = 1,65 cmolc dm⁻³, Mg = 0,47 cmolc dm⁻³, Al = 0,09 cmolc dm⁻³, H⁺ = 3,23 cmolc dm⁻³, CTC total = 5,4 cmolc dm⁻³, CTC efetiva = 2,27 cmolc dm⁻³, matéria orgânica = 3%, areia = 66,9%, silte = 3,8% e argila = 29,3%.

Os híbridos avaliados foram provenientes de sementes pré-germinadas cedidas pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA Ocidental. Os materiais são: quatro híbridos de tipo tenera (*Elaeis guineensis*) BRS 2501, BRS 2001, BRS 2528 e BRS 7201 e um tipo Caiapé (*Elaeis Oleífera*) o BRS Manicoré.

Para obter os dados utilizou-se de um equipamento portátil capaz de coletar tais variáveis fisiológicas o Infra Red Gas Analyser (IRGA). Desta maneira as determinações das trocas gasosas foram realizadas com este medidor portátil de fotossíntese, IRGA, modelo LI-6400 xt (LI-COR – Nebraska EUA).

Para a realização da coleta de dados seguiu-se uma sistemática de leitura com o IRGA em quatro plantas, no campo, em que para cada material genético, sempre foi utilizada a folha número 09. Estas leituras foram coletadas em plantas que estavam submetidas ao regime de estresse hídrico, sendo que imediatamente após a coleta, as plantas foram irrigadas, com volume de água seguindo recomendações técnicas para a cultura, por 15 dias, e na sequência realizou-se a coleta dos dados utilizando as mesmas plantas ora selecionadas anteriormente.

Para a coleta dos dados foi utilizado um analisador de gases infravermelho portátil (Irga – Infra Red Gas Analyser), modelo Li – 6400XT (*Portable Photosynthesis System - LI*) da LICOR. Assim com o auxílio do equipamentos foram realizadas medições controladas, com nível de irradiância saturante de 2000 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ de densidade de fluxo de fótons fotossinteticamente ativos (*DPFFA*), com temperatura do bloco calibrada a 28°, dentro da câmara de medida, que abrange uma área foliar de 6 cm² (2x3 cm).

Para determinar o nível de irradiância saturante, o IRGA foi equipado com uma fonte de luz artificial infravermelha 6400- 02B RedBlue, para realizar a leitura nos folíolos da parte mediana da folha 09. Por meio da rotina Light Curve do software Open 3.4 do IRGA, foram realizadas medições de trocas gasosas em diferentes níveis de RFA incidente na superfície

foliar (0, 25, 50, 100, 200, 400, 600, 800 e 1000, $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), iniciando as seq\u00fc\u00eancias sempre dos valores superiores para os inferiores. O tempo m\u00ednimo pr\u00e9-estabelecido para a estabiliza\u00e7\u00e3o das leituras em cada n\u00edvel de RFA foi de 60 segundos, e o m\u00e1ximo, para salvar cada leitura, foi de 120 segundos. O coeficiente de varia\u00e7\u00e3o m\u00e1ximo, admitido para salvar cada leitura, foi de 0,3%. As curvas de satura\u00e7\u00e3o de luz foram realizadas entre as 08 e 10 h. O ar de refer\u00eancia foi coletado a aproximadamente 2 m de altura do solo e homogeneizado em um gal\u00e3o de 05 L antes de alcan\u00e7ar a c\u00e2mara foliar.

As leituras realizadas, como citado acima, com uso do IRGA permitiu determina\u00e7\u00e3o dos seguintes par\u00e2metros: fotoss\u00edntese (A), transpira\u00e7\u00e3o (E), condut\u00e2ncia estom\u00e1tica (gs) e concentra\u00e7\u00e3o interna de CO_2 (Ci) das plantas de dend\u00ea.

As vari\u00e1veis observadas foram submetidas \u00e0 an\u00e1lise de regress\u00e3o utilizando o software Sigmaplot 10.0, e o modelo de regress\u00e3o foi escolhido baseado na signific\u00e2ncia dos coeficientes da equa\u00e7\u00e3o de regress\u00e3o e de determina\u00e7\u00e3o a 5% de probabilidade.

Resultados e Discuss\u00f5es

As an\u00e1lises de vari\u00e2ncia das respostas fisiol\u00f3gicas dos materiais de dend\u00ea referente aos efeitos dos tratamentos, para os resultados obtidos, com os dados de fotoss\u00edntese (A), transpira\u00e7\u00e3o (E), condut\u00e2ncia estom\u00e1tica (gs) e concentra\u00e7\u00e3o interna de CO_2 (CI), submetidos \u00e0 defici\u00eancia h\u00eddrica e irriga\u00e7\u00e3o, est\u00e3o apresentado na Tabela 01 e 02.

Tabela 01 - Resumo da an\u00e1lise de vari\u00e2ncia para as vari\u00e1veis fisiol\u00f3gicas de Dend\u00ea, submetido \u00e0 defici\u00eancia h\u00eddrica. Gurupi - TO, 2015.

FV	GL	Teste F			
		A	Gs	Ci	E
Gen\u00f3tipo	4	5,863**	14,561**	23,121**	10,275**
Tratamento	5	61,212**	73,133**	699,49**	40,923**
Gen\u00f3tipo*Tratamento	20	0,734ns	2,477**	5,559**	0,912*
Tratamento*Gen\u00f3tipo	20	0,734ns	2,477**	5,559**	0,912*

FV - Fontes de varia\u00e7\u00e3o; GL - Graus de liberdade; A - Fotoss\u00edntese ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$); gs- Condut\u00e2ncia estom\u00e1tica ($\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$); CI - Concentra\u00e7\u00e3o interna de CO_2 ($\text{mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$); E - Transpira\u00e7\u00e3o ($\text{mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$); ns - N\u00e3o significativo, ** - Significativo a 1% e * - Significativo a 5,0% pelo teste F.

Tabela 02 - Resumo da an\u00e1lise de vari\u00e2ncia para as vari\u00e1veis fisiol\u00f3gicas de Dend\u00ea, submetido \u00e0 irriga\u00e7\u00e3o. Gurupi - TO, 2015.

FV	GL	Teste F			
		A	Gs	Ci	E
Gen\u00f3tipo	4	5,66**	6,655**	0,656ns	9,247**
Tratamento	5	64,166**	91,695**	1,3ns	79,65**
Gen\u00f3tipo*Tratamento	20	0,569ns	1,127 ^{ns}	0,682 ^{ns}	1,144 ^{ns}
Tratamento*Gen\u00f3tipo	20	0,569ns	1,127 ^{ns}	0,682 ^{ns}	1,144 ^{ns}

FV - Fontes de varia\u00e7\u00e3o; GL - Graus de liberdade; A - Fotoss\u00edntese ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$); gs- Condut\u00e2ncia estom\u00e1tica ($\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$); CI - Concentra\u00e7\u00e3o interna de CO_2 ($\text{mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$); E - Transpira\u00e7\u00e3o ($\text{mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$); ns - N\u00e3o significativo, ** - Significativo a 1% e * - Significativo a 5,0% pelo teste F.

Na figura 01, são apresentados os ajustes obtidos pela análise de regressão das médias de taxas fotossintéticas submetidas ao estresse de seca (a) e irrigado (b) em genótipos de dendê. Observou-se sob condição de estresse de seca, que a taxa fotossintética ocorre uma diminuição ao longo do dia, havendo um pequeno aumento das 14 às 16 horas do dia, evidenciando respostas lineares decrescentes significativas ($p \geq 0,05$) com adequado coeficiente de variação (R^2). Porém, para o híbrido Manicoré, expressou menores valores de taxa fotossintética ($5 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$) em comparação ao híbrido BRS 2528, que expressou maiores valores da taxa ($7,033 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$) o que representa uma redução de 31,78% para o Manicoré. O mesmo não ocorreu quando o material foi irrigado (b), sendo as melhores respostas fotossintéticas obtidas pelos materiais BRS Manicoré ($11,75 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) e para o BRS 7201 ($6,01 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$) diferindo-se estatisticamente, evidenciando resposta linear decrescente significativo ($p \geq 0,05$) com adequado coeficiente de variação (R^2), o que representa um aumento de 51,19% para o Manicoré ao ser irrigado.

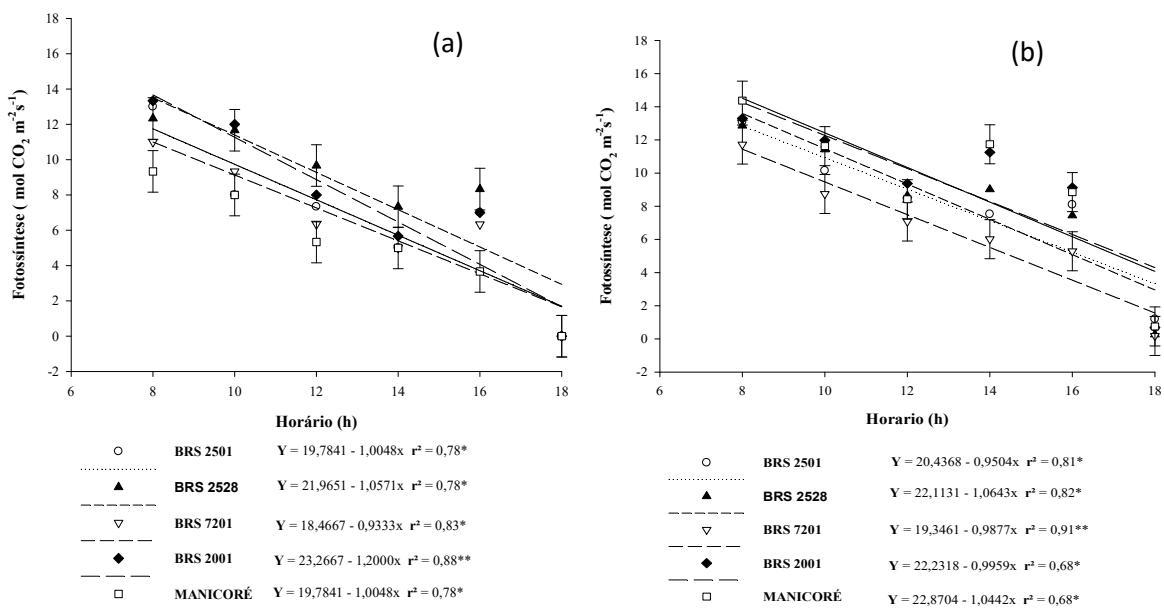


Figura 01: Taxa fotossintética de genótipos de dendeeiro submetidas ao estresse (a) e irrigado (b) em condições do cerrado. Gurupi-TO/2015.

Calbo & Moraes (1997), avaliando a fotossíntese de plantas de buriti submetidas a estresse hídrico, observaram os valores das taxas fotossintéticas, que houve uma queda acentuada nas plantas estressadas, 29 dias após a interrupção da irrigação, enquanto nas plantas que continuaram com a irrigação, mantiveram-se com valores médios. Portanto, podemos observar que essas espécies da família das arecáceas são sensíveis ao estresse

hídrico, indicando a prática de irrigação como essencial para manutenção de um balanço hídrico e de carbono mais favoráveis para essas espécies.

Na figura 02, houve o mesmo comportamento das curvas da Condutância estomática (gs) com a fotossíntese, apresentando os ajustes obtidos pela análise de regressão das médias submetidas ao estresse (a) e irrigado (b) em genótipos de dendê. Observou-se sob condição de estresse de seca (a), no início do dia (8:00 h), que os híbridos BRS 2501, BRS 2528 e BRS 2001 diferiram estatisticamente entre si em comparação com os híbridos BRS 7201 e BRS Manicoré, evidenciando resposta linear decrescente significativo ($p \geq 0,05$) com adequado coeficiente de variação (R^2). Porém, para o híbrido BRS 7201 e BRS Manicoré, expressaram menores valores de gs $0,1048 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ e $0,0859 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ respectivamente. O que representa uma redução de 6,56% para o BRS Manicoré em comparação com o BRS 2001 que apresentou maior valor ($0,2118 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$). Para a condição irrigada, houve o mesmo comportamento das curvas em comparação a fotossíntese, onde a cultivar BRS Manicoré apresentou maiores valores em comparação aos demais híbridos. Isso pode ocorrer devido aos estômatos estarem mais abertos nesse horário do dia.

Passos et al. (2005), avaliando o comportamento sazonal do potencial hídrico e das trocas gasosas de quatro variedades de coqueiro-anão, observaram na condutância estomática e transpiração, que durante a estação chuvosa mantiveram-se valores acima que na estação seca. Isso pode ter ocorrido devido à diminuição do poro estomático que ocorre durante a época seca sob estresse hídrico para diminuir a perda de água sob essa condição.

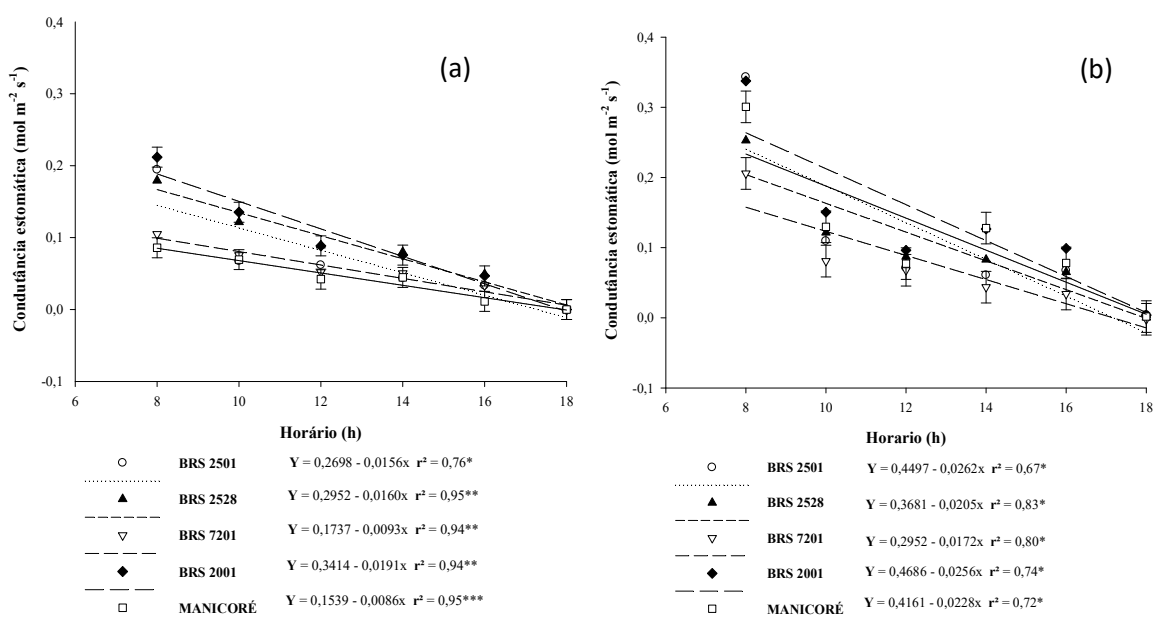


Figura 02: Condutância estomática de genótipos de dendezeiro submetidas ao estresse (a) e irrigado (b) em condições do cerrado. Gurupi-TO/2015.

Na figura 03, houve o mesmo comportamento para a transpiração em comparação com a fotossíntese e a condutância estomática, apresentando os ajustes obtidos pela análise de regressão das médias submetidas ao estresse de seca (a) e irrigado (b) em plantas de dendê. Maiores valores foram observados sob condição de estresse de seca (a), no início do dia (8:00 h), que os híbridos BRS 2501, BRS 2528 e BRS 2001 diferiram estatisticamente entre si em comparação com os híbridos BRS 7201 e BRS Manicoré, evidenciando resposta linear decrescente significativo ($p \geq 0,05$) com adequado coeficiente de variação (R^2), reduzindo seus valores ao longo do dia. Porém, para o híbrido BRS 7201 e Manicoré, expressaram menores valores de $1,9922 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ e $1,6290 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ respectivamente, o que representa uma redução de 51,10% para o Manicoré em comparação com o BRS 2001 que apresentou maior valor ($3,3319 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$).

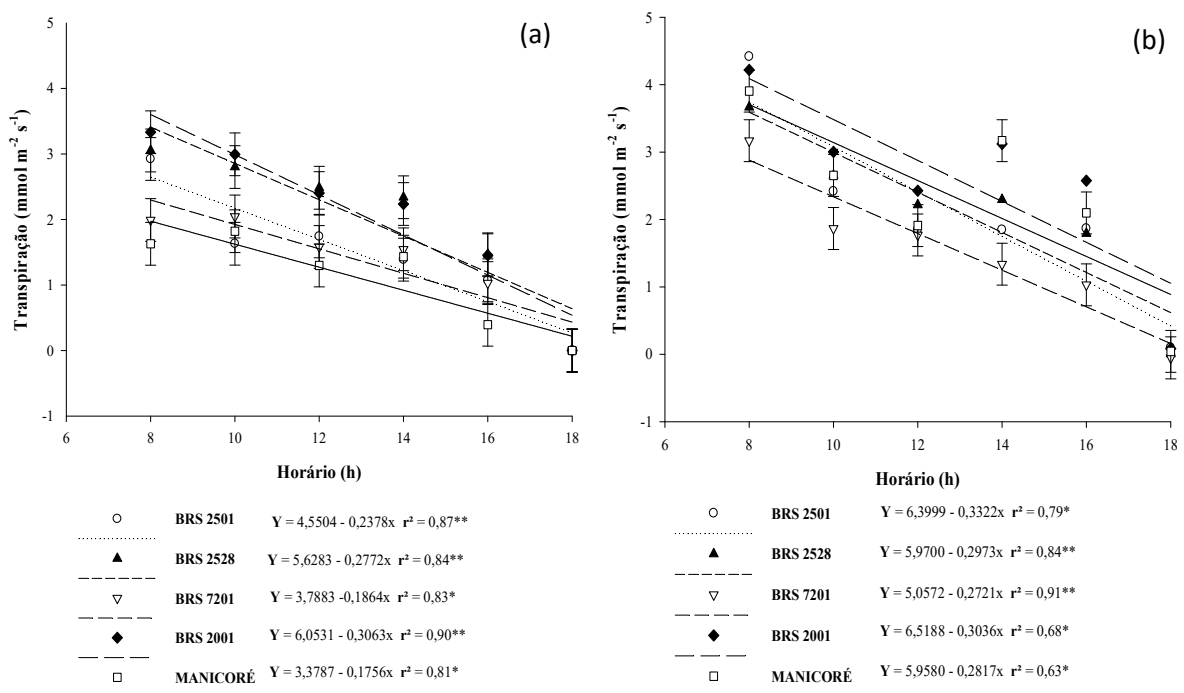


Figura 03: Transpiração de genótipos de dendeeiro submetidas ao estresse (a) e irrigado (b) em condições do cerrado. Gurupi-TO/2015.

Para a condição irrigado, houve o mesmo comportamento das curvas em comparação a fotossíntese e a condutância estomática, onde a cultivar BRS Manicoré teve maiores valores no início do dia e reduzindo até o final do dia, apresentando valores de $3,9048 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ em comparação aos demais híbridos, havendo um aumento da transpiração a partir das 14:00,

com valor de $3,1693 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Isso pode ocorrer devido aos estômatos estarem mais abertos nesse horário do dia.

Valores menores ou similares de Transpiração e valores muito inferiores de Condutância estomática sob maiores déficits de pressão de vapor na atmosfera como na estação seca somente podem ocorrer com uma menor abertura do poro estomático (PASSOS et al. 2005). Esse evento (diminuição da área do poro estomático) certamente acontece na época seca sob estresse hídrico, em diferentes intensidades, em todas as variedades estudadas. Portanto, é possível verificar a sensibilidade dessas variedades ao estresse hídrico, indicando a prática de irrigação como essencial para manutenção de um balanço hídrico e de carbono mais favoráveis.

Na figura 04, houve comportamento diferente para a Concentração Interna de CO_2 em comparação com a fotossíntese, a condutância estomática e a transpiração, apresentando os ajustes obtidos pela análise de regressão das médias submetidas ao estresse (a) e irrigado (b) em genótipos de dendê. Maiores valores foram observados sob condição de estresse de seca (a), no final do dia (18:00 h), para todos os híbridos não diferindo estatisticamente entre si, ajustando-se a um modelo polinomial quadrático significativo ($p \leq 0,05$) com adequado coeficiente de determinação (R^2), com uma média de $422,61 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ para todos os híbridos. Porém, para a cultivar BRS Manicoré, expressou menor valor de $412,9180 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ em comparação aos demais híbridos. Para a condição irrigado, maiores concentração interna de CO_2 foi o BRS 2501 com valores de $618,4467 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ em comparação aos demais híbridos. A cultivar BRS Manicoré teve decréscimo significativo do início ao final do dia obtendo a menor concentração interna de CO_2 com valor de $0 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$.

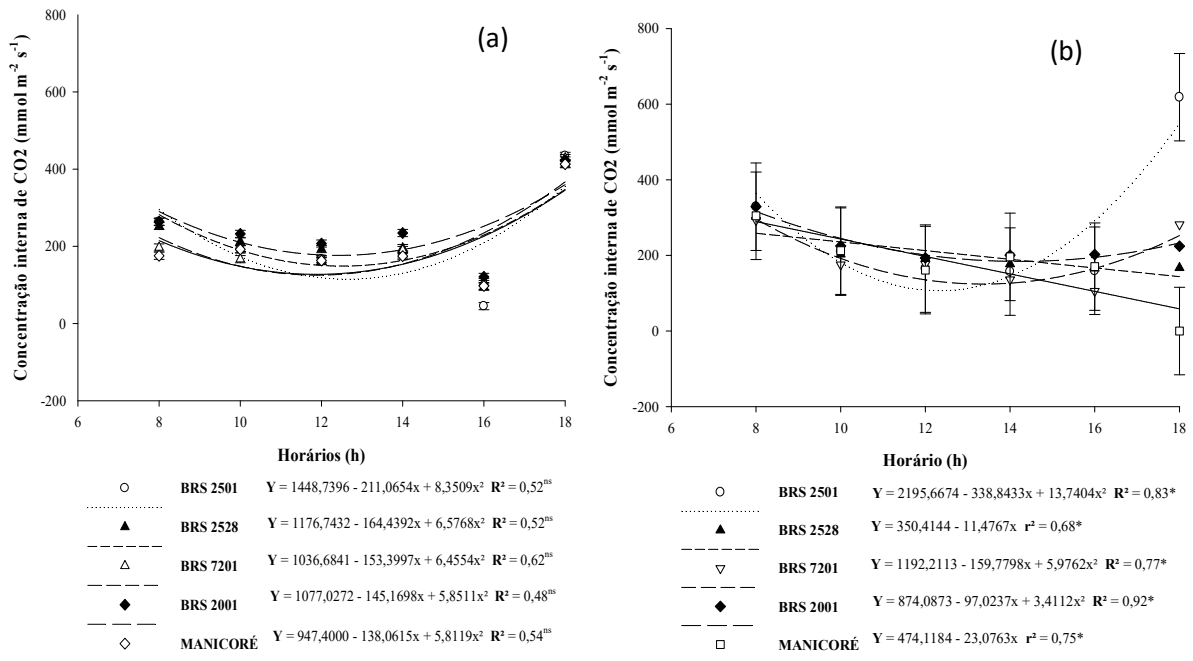


Figura 04: Concentração Interna de CO₂ de genótipos de dendezeiro submetidas ao estresse (a) e irrigado (b) em condições do cerrado. Gurupi-TO/2015.

Machado et al (2005), avaliando respostas da fotossíntese de três espécies de citros a fatores ambientais, observaram com o aumento da taxa fotossintética causou queda na concentração interna de CO₂, possivelmente devido a maior taxa de consumo de CO₂ em relação ao influxo de CO₂ através do poro estomático, nas três espécies. Decréscimos significantes no carbono interno de CO₂ podem acarretar queda na fotossíntese devido à redução na concentração de CO₂ para atividade da ribulose-1,5-bisfosfato carboxilase-oxigenase (rubisco). Entretanto, menores valores de concentração interna de CO₂ também estimulam a abertura dos estômatos, permitindo maior influxo de CO₂ para a cavidade subestomática (Raschke, 1979), o que tende a um equilíbrio entre consumo e entrada de CO₂, mantendo a concentração interna aproximadamente constante (Figura 4a).

Conclusões

Sob as condições de estresse de seca, todos os híbridos de dendê reduziram significativamente a fotossíntese, condutância estomática e transpiração durante o período do dia apresentando baixa tolerância à deficiência hídrica no solo e não apresentando características de economia no uso da água sob condições estressantes. Verificou-se que a

cultivar BRS Manicoré apresentou maior sensibilidade ao estresse de seca em relação aos demais híbridos.

Sob as condições irrigadas, todos os híbridos de dendê aumentaram significativamente a fotossíntese, condutância estomática e transpiração durante o dia, principalmente a cultivar BRS Manicoré. No entanto, a prática de irrigação tem como essencial para manutenção de um balanço hídrico e de carbono mais favoráveis.

Entretanto, é necessário aprofundar os estudos, em condições de campo, para o estabelecimento de critérios de utilização do dendê como cultura a ser implantada no Tocantins.

Referências Bibliográficas

Alexandre Reuber Almeida da Silva, Francisco Marcus Lima Bezerra, Claudivan Feitosa de Lacerda, João Valdenor Pereira Filho e Cley Anderson Silva de Freitas. **Trocas gasosas em plantas de girassol submetidas à deficiência hídrica em diferentes estádios fenológicos.** Revista Ciência Agronômica, v. 44, n. 1, p. 86-93, jan-mar, 2013.

Bezerra, F. M. L. *et al.* Feijão caupi e déficit hídrico em suas fases fenológicas. **Revista Ciência Agronômica**, v. 34, n. 01, p. 5-10, 2003.

Calbo, M. E. R.; & Moraes, J. A. P. V; **Fotossíntese, condutância estomática, transpiração e ajustamento osmótico de plantas de buriti submetidas a estresse hídrico**, R. Bras. Fisiol. Veg., 9(2):117-123, 1997.

Calbo, Maria Elisa Ribeiro e Moraes, José Antônio P. V. **Fotossíntese, Condutância Estomática, Transpiração e Ajustamento Osmótico de Plantas de Buriti Submetidas a Estresse Hídrico.** Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal 9(2):117-123, 1997.

Cayon, G. **Ecofisiologia de la palma de aceite (*Elaeis guineenses* Jacq.)**. In: Memorias, Primer Curso Internacional de palma de aceite. Cenipalma, Bogota. pp. 38-54.1998.

Clay, J. **World agriculture and the environment: a commodity-by-commodity guide to impacts and practices.** Washington, DC: Island, 2003. 570p.

Corley, R. and P. Tinker. 2003. The oil palm. 4th ed. Blackwell Science, Oxford, UK.

Corley, R. H. V.; Tinker, P. B. **The Oil Palm.** WorldAgriculture Series. Fourth edition. Ed.Blackwell, 2003. 562p

Flexas, J., Medrano, H. Drought-inhibition of photosynthesis in C3 plants: stomatal and non-stomatal limitations revisited. *Ann. Bot.* 89, 183–189. 2002

Grassi, G., Magnani, F., 2005. Stomatal, mesophyll conductance and biochemical limitations to photosynthesis as affected by drought and leaf ontogeny in ash and oak trees. *Plant Cell Environ.* 28, 834–849.2005.

Haniff, M. H. Gas Exchange of Excised Oil Palm (*Elaeisguineenses*) Fronds. *Asian Journal of Plant Sciences* 5 (1). 9 -13, 2006.

- Larcher, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos: Rima, 2000. 531p.
- Lawlor, D.W. Limitation to photosynthesis in water stressed leaves: stomata versus metabolism and the role of ATP. *Ann. Bot.* 89, 871–885. 2002.
- Lawlor, D.W., Cornic, G. Photosynthetic carbon assimilation and associated metabolism in relation to water deficit in higher plants. *Plant Cell Environ.* 25, 275–294.2002.
- Lima Filho, José Moacir Pinheiro. *Ecofisiologia do umbuzeiro (Spondias tuberosa, Arr. Cam.)* / José Moacir Pinheiro Lima Filho. --- Petrolina: Embrapa Semiárido, 2011.
- Machado, E. C; Schmidt, P. T; Medina, C. L; Ribeiro, R. V. **Respostas da fotossíntese de três espécies de citros a fatores ambientais**, *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.40, n.12, p.1161-1170, dez. 2005.
- Maciel, Francisco Clemilto da Silva; Cordeiro, Antonio Carlos Centeno;Correia, Ruy Guilherme; Silva, Washington Luis Manduca; Silva, Marcos Wanderley; Lima, Maria Luiza Martins. **Desenvolvimento vegetativo da palma de óleo em ecossistemas de savana e floresta de Roraima**. *Revista Agro@mbiente On-line*, v. 5, n. 3, p. 194-199, setembro-dezembro, 2011.
- Maria do Rosário L. Rodrigues, Phelipe Amblard, Edson Barcelos da Silva, Jeferson Luís V. de Macêdo, Raimundo Nonato V. da Cunha, Adauto Maurício Tavares. **Avaliação do estado nutricional do dendezeiro: análise foliar**. Circular Técnica 11. Manaus –AM, 2012. 11 p.
- MME, Ministério de Minas e Energia. **Balanco Energético Nacional**, Brasília. Ano Base 2013. Disponível em: www.ben.epe.gov.br; 2014. Consulta realizada em julho de 2015.
- Morais, H.; Marur, C.J.; Caramori, P.H.; Ribeiro, A.M.A.; Gomes, J.C. Características fisiológicas e de crescimento de cafeeiro sombreado com guandu e cultivado a pleno sol. *Pesq. agropec. bras.* Brasília, v. 38, n. 10, 2003
- Nascimento, Junea Leandro do. **Crescimento e assimilação de carbono em plantas jovens de Attalea funifera Mart. submetidas ao sombreamento e ao estresse hídrico**. Ihéus, BA : UESC/PPGPV, 2009. xii, 97 f. : Il. (Dissertação de Mestrado)
- Nascimento, S. P. do *et al.* Tolerância ao déficit hídrico em genótipos de feijão-caupi. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 08, p. 853-860, 2011.
- Nogueira, R. J. M. C. *et al.* Alterações na resistência à difusão de vapor das folhas e relações hídricas em aceroleiras submetidas a déficit de água. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 13, n. 01, p. 75-87, 2001.
- Paiva, A. S. *et al.* Condutância estomática em folhas de feijoeiro submetido a diferentes regimes de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola**, v. 25, n. 01, p. 161-169, 2005.
- Passos, C. D; Passos, E. E. M; Prado, C. H. B. A; **Comportamento sazonal do potencial hídrico e das trocas gasosas de quatro variedades de coqueiro-anão**, *Rev. Bras. Frutic.*, Jaboticabal - SP, v. 27, n. 2, p. 248-254, Agosto 2005.
- Passos, C. D.; Passos, E. E. M.; Prado, C.H. B.A.. **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

- Pelaez, E., D. Ramirez, and G. Cayon. **Fisiología comparada de palmas africana (*Elaeis guineensis* Jacq.), americana (*Elaeis oleifera* H.B.K. Cortes) e híbridos (*Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis*) en Hacienda La Cabana.** *Palmas* 31(2), 29-38. 2010.
- Pimentel, Carlos, 1955 - P644m Metabolismo de carbono na agricultura tropical / Carlos Pimentel. - Seropédica: Edur, 1998. [9],150p.:il.
- Corley, R.H.V. Productividad de la palma de aceite Aspectos fisiológicos. *PALMAS*, Volumen 19. Número Especial, 1998.]
- Raschke, K. **Movements using turgor mechanisms: movements of stomata.** In: HAUPT, W.; FEINLEIB, M.E. (Ed.). *Encyclopedia of Plant Physiology*. Berlin: Springer-Verlag, 1979. p.383-441. (Physiology of movements. New series, 7).
- Rivera M., Yurany Dayanna; Cayón S., Daniel Gerardo and López M., Jesús Edgardo. **Physiological and morphological characterization of American oil palms (*Elaeis oleifera* HBK Cortes) and their hybrid (*Elaeis oleifera* × *Elaeis guineensis*) on the Indupalma plantation.** *Agronomía Colombiana* 31(3), 314-323, 2013.
- Rivera, Y. Caracterización fisiológica y morfológica de palmas americanas de aceite (*Elaeis oleifera* H.B.K. Cortés) y sus híbridos (*Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis*) de la plantación Indupalma. Tesis para optar al título de Ingeniería Agrónoma. Facultad de Agronómica. Universidad Nacional de Colombia. Sede Bogotá. 123 páginas. 2009.
- Rocha, R. N. C. **Culturas Intercalares para Sustentabilidade da Produção de Dendê na Agricultura Familiar.** Viçosa, MG. Universidade Federal de Viçosa. 75p. 2007. (Tese de Doutorado).
- Romero, Hernán Mauricio. Oil Pal Ecophigiology. ***PALMAS* Vol. 28 No. Especial, Tomo 1, 2007**
- Salisbury, F. y C. Ross. *Fisiología de las plantas*, Tomo 2: Bioquímica vegetal. Cuarta Edición. International Thomson Editores, Madrid. 2000.
- Taiz, L.; Zeiger, E. *Fisiología vegetal*. 3.ed. Piracicaba, Artmed.2004. 720p
- Taiz, L.; Zeiger, E. ***Fisiología vegetal***. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819 p.
- Villalobos, E.; Umaña, C. H.; Chinchilla, C. M. Estado de Hidratación de la palma aceitera, en respuesta a la sequía en Costa Rica. ***Oléagineux***, Paris, v. 47, n. 5, p. 217-223,1992.
- Queiros, A.G.; França L.; Ponte, M.X. The life cycle assessment of biodiesel from palm oil (“dende”) in the Amazon. ***Biomass and bioenergy*** 36 (2012) 50 e 59.