

LUIS HENRIQUE ANTUNES BARBOSA

**IRRIGAÇÃO EM PLANTAS JOVENS DE MOGNO
AFRICANO (*Khaya ivorensis*) NO CERRADO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, da Universidade Federal de Goiás, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Agronomia, área de concentração: Solo e Água.

Orientador:

Prof. Dr. José Alves Junior

Coorientador:

Prof. Dr. Adão Wagner Pêgo Evangelista

Goiânia, GO – Brasil

2014

FICHA CATALOGRÁFICA

Permitida a reprodução total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR AS TESES E DISSERTAÇÕES ELETRÔNICAS (TEDE) NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

1. Identificação do material bibliográfico: **Dissertação** **Tese**

2. Identificação da Tese ou Dissertação

Autor (a):							
E-mail:							
Seu e-mail pode ser disponibilizado na página?		<input checked="" type="checkbox"/> Sim		<input type="checkbox"/> Não			
Vínculo empregatício do autor							
Agência de fomento:						Sigla:	
País:		UF:		CNPJ:			
Título:							
Palavras-chave:							
Título em outra língua:							
Palavras-chave em outra língua:							
Área de concentração:							
Data defesa: (dd/mm/aaaa)							
Programa de Pós-Graduação:							
Orientador (a):							
E-mail:							
Co-orientador (a):*							
E-mail:							

*Necessita do CPF quando não constar no SisPG

3. Informações de acesso ao documento:

Concorda com a liberação total do documento SIM NÃO¹

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF ou DOC da tese ou dissertação.

O sistema da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações garante aos autores, que os arquivos contendo eletronicamente as teses e ou dissertações, antes de sua disponibilização, receberão procedimentos de segurança, criptografia (para não permitir cópia e extração de conteúdo, permitindo apenas impressão fraca) usando o padrão do Acrobat.

Assinatura do (a) autor (a)

Data: ____ / ____ / ____

¹ Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Os dados do documento não serão disponibilizados durante o período de embargo.

FICHA DE APROVAÇÃO

Exceto Deus, como Criador Supremo do Universo, tudo o que existe tem sua semelhança e sua correspondência direta com outras criações análogas. A singularidade no arquétipo básico e a pluralidade na Natureza, seguindo a indicação da analogia, abrem ao homem fáceis condutos para conhecer, palmo a palmo, as causas-mãe que regem a existência de tudo e das quais, por serem eternas, deriva ou provém tudo quanto a inteligência humana se empenha em desentranhar e conhecer. Anelo digno e justo, fortalecido constantemente por essas mesmas causas, porque está estabelecido que o espírito que nos anima, nelas se nutre e se agiganta, visto que o conhecimento é seu sustento predileto e o único que pode prolongar a sua vida até torná-lo imortal.

Introdução ao conhecimento Logosófico

Carlos Bernardo González Pecotche

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela oportunidade de viver.

Aos meus pais, Márcia Antunes de Souza e Valdeci dos Santos Barbosa pelo incentivo e apoio incondicional em todos os tempos.

Aos meus irmãos, Guilherme Antunes Barbosa e Pedro Henrique Antunes Barbosa pela paciência que tiveram durante todo o processo.

À minha esposa, Letícia Schneider Garcia, pelo amor e carinho que tem me dado, por me incentivar a querer ser o melhor que há em mim.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pelo suporte financeiro que permitiu que eu me dedicasse de forma exclusiva a este trabalho, que muito me engrandece como profissional.

Ao Prof. Dr. José Alves Junior que muito mais que um professor foi um docente, um amigo e ao Prof. Dr. Adão Wagner pelo apoio e orientação.

Ao secretário do PPGA, Wellinton Barbosa Motta, pela mão sempre estendida quando todos necessitam.

Aos meus amigos que me deram toda a força e colaboraram comigo.

Ao viveiro mudas nobres pela parceria e financiamento do projeto.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	8
LISTA DE FIGURAS.....	9
RESUMO GERAL.....	11
GENERAL ABSTRACT.....	12
1 INTRODUÇÃO GERAL.....	13
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1 MOGNO AFRICANO.....	15
2.2 CERRADO.....	16
2.3 DÉFICIT HÍDRICO.....	18
2.4 IRRIGAÇÃO.....	19
2.4.1 Irrigação Localizada.....	19
2.4.2 Gotejamento.....	20
2.4.3 Microaspersão.....	21
2.5 REFERÊNCIAS.....	21
3 RESPOSTA DA CULTURA DO MOGNO AFRICANO (<i>Khaya ivorensis</i>) À IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO E DIFERENTES NÍVEIS DE ADUBAÇÃO NAS CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS DO CERRADO GOIANO.....	24
RESUMO.....	24
ABSTRACT.....	24
3.1 INTRODUÇÃO.....	25
3.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	26
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	35
3.4 CONCLUSÕES.....	44
3.5 REFERÊNCIAS.....	44
4 CRESCIMENTO DE PLANTAS DE MOGNO AFRICANO (<i>Khaya ivorensis</i>) IRRIGADAS POR MICROASPERSÃO SUBMETIDAS A DIFERENTES VOLUMES DE ÁGUA NAS CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS DO CERRADO GOIANO.....	47
RESUMO.....	47
ABSTRACT.....	47
4.1 INTRODUÇÃO.....	48
4.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	59
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	55
4.4 CONCLUSÕES.....	62
4.5 REFERÊNCIAS.....	62
5 CONCLUSÕES GERAIS.....	64
ANEXOS.....	65

LISTA DE TABELAS

- Tabela 3.1.** Descrição das parcelas experimentais irrigadas por 1 hora e 30 minutos, utilizando gotejamento com 1, 2 e 3 gotejadores por planta, utilizando gotejadores de 2, 4 e 8 L.h⁻¹.....
- Tabela 3.2.** Dosagens de sulfato de amônio (NH₄SO₄) e cloreto de potássio (KCl) utilizadas nas cinco subparcelas de adubação, bimestral e anual, por planta de Mogno Africano, em Bonfinópolis-GO.....
- Tabela 3.3.** Médias dos dados da última avaliação das variáveis: altura total, DAP e fuste, submetidas aos tratamentos de irrigação e sem irrigação, em Bonfinópolis-GO.....
- Tabela 3.4.** Resumo da análise de regressão com o quadrado médio, para altura de planta, altura de fuste e diâmetro à altura do peito de mogno africano, em resposta a adubação de cobertura.....
- Tabela 4.1.** Volume de água aplicado por planta de Mogno Africano (*Khaya ivorensis*) por microaspersão (1 emissor para cada 2 plantas), durante o período de cultivo, em Bonfinópolis-GO.....
- Tabela 4.2.** Resumo da análise de regressão com o quadrado médio, para altura de planta, altura de fuste e diâmetro à altura do peito de mogno africano, em resposta a irrigação por microaspersão.....
- Tabela 4.3.** Médias dos dados da última avaliação das variáveis: altura total, DAP e fuste, submetidas aos tratamentos de irrigação e sem irrigação, em Bonfinópolis-GO.....

LISTA DE FIGURAS

- Figura 3.1.** Detalhe de parcela experimental irrigada. (A): Planta de mogno africano após 1 semana do transplântio (Março de 2012); (B) destaque para planta irrigada por 2 gotejadores por planta; destaque para gotejadores de 4 L.h⁻¹ (C) e 2 L.h⁻¹ (D).....
- Figura 3.2.** Detalhes das plantas com 3 meses de idade (25/06/2012) após a adubação, com destaque para as fitas identificando os tratamentos (A, B, C, D e E), e para a distribuição das doses de adubos 30 cm do tronco das planta (F).....
- Figura 3.3.** Detalhes das estações meteorológicas: automatizada Davis Vantage PRO2 (A), com console wireless (B), e convencional, a 2 metros de altura (C) e sensor digital Thermo-higrômetro TFA (D), instalados a 50 m da área experimental de Mogno Africano, Bonfinópolis-GO (2012-2013).....
- Figura 3.4.** O crescimento de plantas de Mogno Africano sendo avaliado com base em 4 variáveis: diâmetro de caule no colo da planta (A), altura de planta e altura de fuste (B), diâmetro com casca à altura do peito (1,30 m) (C) em Bonfinópolis-GO, 2012/2013.....
- Figura 3.5.** Balanço hídrico pelo método de Thornthwaite & Matter (Pereira et al., 2002), para o período de pesquisa (Março/2012 a Novembro/2013) utilizando um armazenamento de água no solo de 90 mm (A); e totais mensais de chuva (mm), necessidade hídrica da cultura (Litros.planta⁻¹) e quantidade de água fornecida pela sistema de irrigação com vazão de 8 L.h⁻¹ (3 gotejadores) e 2 L.h⁻¹ (1 gotejador) (B).....
- Figura 3.6.** Dados médios de crescimento de plantas de mogno africano (altura total, altura de fuste, diâmetro e DAP) no primeiro ano de implantação da floresta, plantadas no espaçamento 5 x 5 m na região de Bonfinópolis – GO. Os dados são representativos do período de março de 2012 a novembro de 2013, realizado com as médias das leituras dos tratamentos irrigados e sem irrigação nesse período.....
- Figura 3.7.** Detalhe da disposição dos gotejadores e bulbo molhado característico, em campo. Tratamento com 3 gotejadores (A), 2 (B) e com 1 gotejador por planta (C).....
- Figura 4.1.** Detalhe de parcela experimental irrigada. (A): Detalhe para 1 linha de irrigação para 2 fileiras de plantas; (B) destaque para planta irrigada pelo microaspersor de 50 L.h⁻¹, 70 L.h⁻¹ (C) e 90 L.h⁻¹ (D).....

- Figura 4.2.** Detalhes das estações meteorológicas: automatizada Davis Vantage PRO2 (A), com console wireless (B), e convencional, a 2 metros de altura (C) e sensor digital Thermo-higrômetro TFA (D), instalados a 50 m da área experimental de Mogno Africano, Bonfinópolis-GO (2012-2013).....
- Figura 4.3.** O crescimento de plantas de Mogno Africano sendo avaliado com base em 4 variáveis: diâmetro de caule no colo da planta (A), altura de planta e altura de fuste (B), diâmetro com casca à altura do peito (1,30 m) (C) em Bonfinópolis-GO, 2012/2013.....
- Figura 4.4.** Altura de planta, altura de fuste, diâmetro de caule e DAP (**significativo $p < 0,01$) de plantas de mogno africano em função de níveis de irrigação aplicados por microaspersão, em Maio 2012 a Novembro de 2013, Bonfinópolis-GO.....
- Figura 4.5.** Balanço hídrico pelo método de Thornthwaite & Matter (Pereira et al., 2002), para o período de pesquisa (Março/2012 a Novembro/2013) utilizando um armazenamento de água no solo de 90 mm; e totais mensais de chuva (mm), necessidade hídrica da cultura (Litros.planta⁻¹) e quantidade de água fornecida pela sistema de irrigação com vazão de 90 L.h⁻¹ e 20 L.h⁻¹.....
- Figura 4.6.** Dados médios de crescimento de plantas de mogno africano (altura total, altura de fuste, diâmetro e DAP) no período do experimento, plantadas no espaçamento 5 x 5 m na região de Bonfinópolis – GO. Os dados são representativos do período de março de 2012 a novembro de 2013, realizado com as médias do tratamento de 90 L.h⁻¹ e o tratamento testemunha sem irrigação.....
- Figura 4.7.** Análise do conteúdo de água no solo (g/g) coletado na área do experimento, a duas distâncias do microaspersor (1,0 e 2,0 m) e a duas profundidades (0-20 cm e 0-40 cm) com o sistema de irrigação ligado durante 0,5h.....
- Figura 4.8.** Esquema do raio molhado (A - 3,5 e B- 2,5 m) dos microaspersores em campo, em Bonfinópolis-GO.....

RESUMO GERAL

BARBOSA, L. H. A. **Irrigação em plantas jovens de mogno africano (*Khaya ivorensis*) no cerrado**. 2014. 66 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Solo e Água) – Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2014.²

O Brasil vem sentindo com a falta de direcionamento técnico e de conscientização ecológica na exploração dos recursos florestais para atender a indústria moveleira, o que tem acarretado prejuízos irreparáveis a espécies de grande valor ecológico. O mogno africano de origem de países da costa oeste do continente Africano é uma dessas espécies arbóreas que está sendo utilizada em plantios comerciais, devido ao seu grande valor comercial, da qualidade da madeira, do seu alto potencial produtivo e a boa adaptação às condições edafoclimáticas brasileira. Porém, pouco se sabe sobre suas necessidades hídricas e nutricionais, o que dificulta uma recomendação técnica adequada para essa cultura na região do cerrado, cujo déficit hídrico e os solos com baixa fertilidade são bem característicos. Assim este estudo teve o objetivo: avaliar o crescimento de plantas, nos dois primeiros anos cultivo, irrigadas por gotejamento e microaspersão em diferentes métodos de irrigação e adubação de cobertura; A pesquisa constituiu de experimentos a campo com plantas espaçadas em 5 x 5 m, com delineamento experimental em blocos casualizados, com três blocos, em parcelas subdivididas. Para os tratamentos irrigados por gotejamento foram utilizados 1, 2 e 3 gotejadores por planta com vazões de 2 L.h⁻¹, 4 L.h⁻¹ e 8 L.h⁻¹, e os tratamentos irrigados por microaspersão, utilizando 1 emissor para cada 2 plantas, com diferentes vazões: 20, 30, 35, 40, 50, 58, 70 e 90 L.h⁻¹, além de uma testemunha sem irrigação. Para as subparcelas de adubação foram utilizados as doses de: 83,5 e 42,0; 167,0 e 83,5; 250,0 e 125,0; 333,5 e 167,0; 416,6 e 208,5 g.planta⁻¹ de sulfato de amônio e cloreto de potássio, parcelado em 5 aplicações bimestrais do 4º ao 12º mês do plantio. As variáveis analisadas foram: altura de planta, diâmetro no colo e diâmetro na altura do peito (DAP) e altura de fuste. Concluiu-se que as plantas de mogno respondem a irrigação e que de uma maneira geral, as plantas irrigadas por microaspersão apresentaram melhor crescimento que as plantas irrigadas por gotejamento, e que o mogno nos dois primeiros anos, não respondeu a adubação de cobertura.

Palavras-chave: Manejo da irrigação, gotejamento, microaspersão, floresta plantada.

² Orientador: Prof. Dr. José Alves Junior. EA-UFG.

Coorientador: Prof. Dr. Adão Wagner Pêgo Evangelista. EA-UFG.

GENERAL ABSTRACT

BARBOSA, L. H. A. **Irrigation in African mahogany crop (*Khaya ivorensis*) in Brazilian Savanna region.** 2014. 66 f. Dissertation (Master in Agronomy: Soil and Water) - Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2014.²

Brazil, has been feeling from a lack of technical guidance and ecological awareness in the exploitation of forest resources to meet the furniture industry, which has caused irreparable harm to species of great ecological value. The African mahogany source countries of the west coast of the African continent is one such tree species being used in commercial plantations, due to its high commercial value, the quality of the wood, its high yield potential and good adaptation to Brazilian climatic conditions. However, little is known about its water and a nutritional need which hinders adequate technical recommendation for this crop in the Cerrado region whose water deficit and the low fertility soils are very characteristic. Thus this study had the objective: evaluate plant growth in the first two years cultivation, irrigation and drip irrigation under different managements and topdressing. The research consisted of field experiments with plants of African Mahogany (*Khaya ivorensis*) spaced 5 x 5 m, experimental design was a randomized complete block design (RBD) with three blocks in split plots. For drip irrigated treatments were used 1, 2 and 3 emitters per plant with flow rates of 2 L.h⁻¹, 4 L.h⁻¹ and 8 L.h⁻¹, and irrigated treatments, microsprinkler, using 1 emitter for every 2 plants with different flow rates: 20, 30, 35, 40, 50, 58, 70 and 90 L.h⁻¹, and no irrigation. For the following plots of fertilization doses were used 83.5 e 42.0; 167.0 e 83.5; 250.0 e 125.0; 333.5 e 167.0; 416.6 e 208.5 g.plant⁻¹ of NH₄SO₄ and KCl, installments bimonthly in 5 applications from 4th to 12th month of planting.

Key words: Irrigation management, drip irrigation system, microsprinkler, planted forest.

² Adviser: Prof. Dr. José Alves Junior. EA-UFG.

Co-adviser: Prof. Dr. Adão Wagner Pêgo Evangelista. EA-UFG.

1 INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil é o segundo colocado no “ranking” dos países com maior cobertura florestal no mundo. As condições de solo e clima são vantajosas para a silvicultura (Mattos & Juvenal, 2002). Conforme o Serviço Florestal Brasileiro (2013), para o ano base de 2011/2012, a área florestal total do Brasil era de 463 milhões de ha, sendo gerados 673 mil empregos formais, gerando pela exportação 9 bilhões de dólares e 2,4 bilhões de dólares para a importação. Dentre os principais países importadores de produtos florestais do Brasil, destacam-se: Estados Unidos (1,8 bilhão de dólares), China (1,3 bilhão de dólares) e Holanda (1,0 bilhão de dólar).

Porém, devido a essa abundância de recurso natural, para atender o mercado externo e interno da indústria moveleira, uma grande porcentagem da exploração madeireira no país ainda é feita de forma extrativista e criminosa. Daí justifica-se à necessidade de reflorestamento e plantios comerciais legais.

Além das espécies de eucalipto e pinus, já concretizadas no cenário nacional como madeiras fornecedoras de matéria-prima, existem iniciativas da introdução de novas espécies com potencial madeireiro, uma delas é o mogno africano (*Khaya ivorensis*).

O mogno africano, que pertence à família Meliaceae, é uma das espécies arbóreas que está sendo utilizadas em plantios comerciais devido a sua dureza e boa qualidade da madeira, alto potencial produtivo, resistente aos ataques da broca-do-ponteiro (*Hypsipyla grandella* Zeller) e do seu alto valor comercial. Segundo estimativas, uma árvore de mogno africano, ao atingir o ponto de corte, em torno de 15 a 20 anos, poderá alcançar o valor de cerca de US\$ 2.000,00, não existindo outro produto agrícola que a supere (Falesi & Baena, 1999).

Entretanto, por ser uma planta de origem africana e de poucos estudos na região do Cerrado, pouco se sabe sobre suas características vegetativas, e há uma falta de direcionamento técnico quanto se diz respeito ao conhecimento com relação às necessidades hídricas e nutricionais da planta para se obter plantios bem sucedidos. Para a região do Cerrado, entre os principais fatores limitantes da produção vegetal, destaca-se o

déficit hídrico juntamente com os solos pobres característicos da região. Entretanto, estudos mostraram, que espécies nativas do Cerrado são extremamente tolerantes e adaptadas às condições de baixa fertilidade natural dos solos (Alves Jr. et al., 2013).

Como os recursos hídricos são limitados, o manejo mais correto da irrigação e sua alta eficiência se mostram excelentes opções para suprir as necessidades hídricas das plantas. Embora existam polêmicas quanto ao uso indiscriminado ou exploratório da água em irrigações de culturas, este é um processo antigo, e se mostra útil para aumentar a produtividade das mesmas (Silva et al., 2003).

A irrigação por gotejamento, amplamente utilizada na fruticultura pode ser uma alternativa. Todavia, pouco se sabe da sua aplicação no setor de cultivo de espécies florestais comerciais e pouco se sabe sobre as necessidades de irrigação, consumo de água e o número ideal de gotejadores por árvores a serem cultivadas. Outro método de irrigação que se destaca, pela economia de água, energia, mão de obra e baixo custo de manutenção, é a irrigação localizada por microaspersão.

Considerando ainda, a vida útil da cultura do mogno africano de 15 a 20 anos e por se tratar de uma cultura de grande porte, provavelmente o efeito da irrigação sobre o desenvolvimento da cultura ocorrerá somente em sua fase inicial de crescimento.

Diante desse contexto, o presente estudo teve como objetivos:

- i. Avaliar o crescimento de plantas de mogno africano, no primeiro e segundo anos de cultivo, irrigadas por gotejamento com diferentes níveis de água e adubação de cobertura.
- ii. Avaliar o crescimento de plantas de mogno africano, irrigadas por microaspersão, aplicando diferentes volumes de água por planta nos dois primeiros anos de cultivo.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 MOGNO AFRICANO

A *Khaya ivorensis* mais conhecida como mogno-africano, é originária da costa ocidental africana, pertencente à família Meliaceae, com uma larga aceitação no mercado nacional e internacional. Esta família pertence à ordem Sapindales (Cronquist, 1988), composta por 51 gêneros e 550 espécies, quase todas lenhosas, nativas de regiões tropicais e subtropicais nos dois hemisférios terrestres (Simmonds, 2000).

As árvores do gênero *Khaya* são conhecidas, em diversos países comercialmente por vários nomes: *Acajou D'Afrique*, na França e Bélgica; na Inglaterra e Estados Unidos como *African mahogany*; na Alemanha *Khaya mahagoni*; na Holanda como *Afrikaans mahogonie* e mogno-africano pelos portugueses (Falesi & Baena, 1999).

Encontrado nos países: Costa do Marfim, Gana, Togo, Benim, Nigéria e Camarões. Ocorre desde 0 a 450 m de altitude, normalmente em vales úmidos e suportando inundações durante os períodos de chuva, sendo muito sensível a períodos de estiagens (Batista, 2010). Foi introduzido no Brasil para substituir o mogno brasileiro (*Swietenia macrophylla*) devido a sua alta resistência ao microlepidóptero *Hypsiphyla grandella*, a principal praga do mogno nativo, conhecido como a “broca das meliáceas”.

No mogno brasileiro o principal dano causado pelo inseto é a destruição do broto terminal das mudas e árvores jovens. O ataque provoca a seca e a queda da região apical prejudicando seriamente o crescimento e a formação de um tronco retilíneo, o que é o grande objetivo comercial da cultura (Lunz et al., 2009).

É uma planta heliófila tolerante a sombra durante a fase jovem e frutifica duas vezes ao ano. É uma árvore de porte elevado atingindo até 40 m a 50 m de altura, possui fuste de boa qualidade apresentando ramificações apenas com mais de 30 m de altura; a casca é espessa e rugosa de coloração marrom-avermelhado, as folhas são parepinadas, a inflorescência é uma panícula, com pares de folíolos brilhantes e gabro. O fruto é constituído por uma cápsula acastanhada de 5 cm a 7 cm de diâmetro com cinco valvas, possuem cerca de 15 sementes achatadas e aladas em cada fruto (Lamprecht, 1990).

O mogno africano tem uso comercial extraordinário e um alto valor comercial devido às características tecnológicas e à beleza da madeira. É valorizada pela carpintaria, marcenaria, móveis, construção naval, lâminas decorativas e sofisticadas construções interiores. São apropriados para se fabricar, pisos, acabamentos interiores, corpos do veículo, brinquedos, tornearia e celulose. O mercado europeu consome principalmente a madeira da espécie *K. ivorensis* (Lamprecht, 1990).

Além da madeira, a casca é usada na medicina veterinária e humana para diversos fins como diarreia e úlceras. Na África Central é amplamente difundido para o tratamento de vários tipos de doenças, incluindo várias doenças infecciosas (Idu et al., 2010). As cinzas de madeira são adicionadas nos grãos armazenados para impedir o ataque de insetos.

2.2 CERRADO

O cerrado é o segundo maior bioma brasileiro, possui cerca de 204,7 milhões de hectares, compreendendo 10 Estados e mais o Distrito Federal (Sano et al., 2008) e é superado em área apenas pela floresta Amazônia. Ocupa 21% do território nacional e é considerado a última fronteira agrícola do planeta. A maior parte da área do cerrado está localizada nos estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás, Tocantins, Piauí, Minas Gerais além do Distrito Federal. Extensões representativas ocorrem ainda em outros estados como São Paulo, Bahia e Ceará (Goedert, 1989).

O clima caracteriza-se pela presença de duas estações bem definidas: inverno seco e verão chuvoso. O período seco é compreendido entre abril e setembro e o período úmido entre fins de setembro e meados de abril. A precipitação média anual é de 1.500 mm e as temperaturas são geralmente amenas ao longo do ano, entre 22 e 27 °C em média. Segundo Adamoli et al. (1986), 88% da área de cerrado apresentam uma estação seca com duração de 4 a 7 meses.

Os solos restringem-se basicamente aos Argissolos, Latossolos e Neossolos Quartzarênicos, os quais são descritos como profundos, pobres em nutrientes, praticamente sem minerais primários facilmente intemperizáveis e com relevo plano a suave ondulado (Ker & Resende, 1996), o que teoricamente dificultaria a produção agrícola nessas áreas. Além disso, são solos ácidos com baixa disponibilidade de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), zinco (Zn), boro (B) e cobre (Cu) e possuem

ainda alta saturação por alumínio e alta capacidade de fixação de fósforo. Para Araújo & Haridasan (1988), a baixa fertilidade dos solos do cerrado é identificada pelas baixas concentrações de nutrientes presentes nas folhas das espécies nativas. Em regiões onde ocorre uma maior fertilidade, as diferenças são detectadas na composição florística, densidade e dominância relativa das espécies e maior concentrações de nutrientes nas folhas. Existem espécies nativas que ocorrem apenas em solos ácidos, outras são restritas aos solos calcários e outras indiferentes quanto à fertilidade do solo (Ratter et al., 1977, 1978).

Para Souza et al. (2008), o cerrado apresenta grande importância para a agropecuária brasileira, pois possui grande potencial para produção de alimentos, no entanto, os solos são pouco férteis e há ocorrência de veranicos, requerendo, assim, sistemas de produção que possibilitem a sua exploração de forma sustentável e econômica. Cerca da metade dos 2 milhões de km² originais do cerrado foram transformados em pastagens plantadas, culturas anuais e outros tipos de uso. As pastagens plantadas com gramíneas de origem africana cobrem atualmente uma área de 500.000 km², monoculturas são cultivadas em outros 100.000 km², principalmente a soja. A área total para conservação é de cerca de 33.000 km², claramente insignificante quando comparada com os principais usos da terra no Cerrado (Klink & Machado, 2005).

A necessidade de aumentar a produção agrícola resultou na expansão das áreas cultivadas no cerrado brasileiro. Isso ocorreu devido à localização estratégica desse bioma (centro do país). Entretanto, tem-se observado a degradação desses solos, em função do manejo inadequado, tanto no uso para produção de florestas, quanto para produção agrícola (Resende et al., 1996).

Por isso, esse ecossistema está sendo incorporado rapidamente ao processo produtivo, devido aos avanços da pesquisa agrônômica, por seu relevo adequado à mecanização, sua posição geográfica, condições de infraestrutura (principalmente de energia elétrica, estradas e de redes de armazéns) e também por ter recebido fortes estímulos governamentais através de recursos subsidiados (Goedert, 1989).

Apesar das grandes áreas destinadas ao cultivo, os sistemas agrícolas são pouco eficientes e com baixos índices de produtividade, caracterizados por elevadas taxas de degradação ambiental. Porém, tecnologias como a integração lavoura-pecuária-floresta visam contribuir para a reconstituição da cobertura florestal e principalmente para a recuperação de áreas degradadas.

2.3 DÉFICIT HÍDRICO

A água é um fator fundamental na produção vegetal pois afeta de forma decisiva o desenvolvimento das plantas, seja pelo seu excesso ou deficiência. Representa aproximadamente 50% da massa fresca nas plantas lenhosas e cerca de 80 a 95% nas plantas herbáceas, sendo necessária como reagente em diversas fases no metabolismo vegetal, transporte e translocação de solutos, na turgescência celular, na abertura e fechamento dos estômatos e na penetração do sistema radicular (Taiz & Zeiger, 2009). A água é ainda responsável pela forma e estrutura dos órgãos e essencial para o crescimento e desenvolvimento das culturas (Larcher, 2004).

Entre os vários fatores limitantes da produção vegetal, o déficit hídrico ocupa uma posição de destaque. É um fenômeno que ocorre em grandes extensões de áreas cultiváveis e afeta as relações hídricas nas plantas, alterando-lhes o metabolismo, (Nogueira et al., 2000). O efeito do estresse hídrico sobre o vegetal é muito variado e depende da intensidade e do período que a planta está submetida. Ocorre uma redução na condutância estomática que afeta uma série de interações entre a planta e o ambiente, sendo os estômatos os pontos de controle de vapor d'água e balanço de energia entre o vegetal e o ambiente. Embora a diminuição na taxa de perda de água possa representar um mecanismo para prevenir a desidratação do tecido, ela, no entanto, pode afetar diretamente o balanço de calor sensível sobre o vegetal, e, ainda, a absorção de CO₂, e, conseqüentemente, a taxa fotossintética (Brunini & Cardoso, 1997). Em função do fechamento dos estômatos, e quando em condições mais severas de estresse hídrico, outros fatores fotoquímicos e de metabolismo de carbono, podem ser afetados. O controle estomático é uma importante ferramenta fisiológica, onde a planta pode limitar a perda de água, reduzindo as trocas gasosas (Peres & Moraes, 1991).

Sob condições adversas várias espécies utilizam o controle dos estômatos diminuindo a transpiração e a taxa de fotossíntese, em detrimento das condições adversas. Isto também ocorre mesmo durante o período das chuvas, seja durante um veranico, ou nas horas mais quentes do dia (Franco, 2005). Para Wolf (1975), a falta de uniformidade na precipitação pluviométrica é comum até mesmo na estação chuvosa. Veranicos de duas semanas são possíveis de acontecer em dezembro e janeiro, meses que apresentam a maior intensidade de chuvas. Esta situação, aliada a vários fatores como: à alta radiação solar, alta evapotranspiração potencial, baixa capacidade de retenção de água dos solos e as

condições químicas limitantes ao adequado desenvolvimento radicular, podem causar sérias injúrias às culturas sensíveis ao estresse hídrico.

Ainda segundo Franco (2005), as plantas que durante o processo evolutivo se estabeleceram em ambientes com acentuado déficit hídrico, alta intensidade luminosa, baixa fertilidade, excesso de alumínio, como no caso do cerrado, conseguiram tal feito porque desenvolveram mudanças anatômicas e fisiológicas, que em conjunto atuam para diminuir os efeitos das condições adversas do ambiente em que estão inseridas.

2.4 IRRIGAÇÃO

Desde os povos antigos, o homem tem procurado uma alternativa mais efetiva do aproveitamento da água para superar os efeitos do déficit hídrico às plantas.

Os métodos de irrigação podem ser divididos em três grupos (Bernardo, 2009).

- Sistema de irrigação por superfície: método de irrigação em que a condução da água do sistema de distribuição (canais e tubulações) até os pontos de infiltração, dentro da parcela a ser irrigada, e feita diretamente sobre a superfície do solo;

- Sistema de irrigação por aspersão: método de irrigação em que a água é aspergida sobre a superfície do terreno, assemelhando-se a uma chuva, devido ao fracionamento do jato d'água em gotas;

- Sistema de irrigação localizada: método em que a água é aplicada diretamente sobre a região radicular, com pequena intensidade e alta frequência, com objetivo de manter o conteúdo de água no solo na região o mais próximo possível da capacidade de campo.

2.4.1 Irrigação Localizada

Dentro do método localizado o gotejamento e a microaspersão são os mais difundidos. Diferem entre si apenas quanto à aplicação de água: no primeiro a vazão dos gotejadores são menores, gota a gota, já no segundo as vazões utilizadas são maiores e a água é aplicada de forma pulverizada.

Dentre as principais vantagens da irrigação localizada, segundo (Bernardo, 2009), têm-se:

- Alta eficiência do uso de água;

- Alta produtividade;
- Maior eficiência na adubação através da fertirrigação;
- Maior eficiência no controle sanitário;
- Não interfere nas práticas culturais;
- Adaptações a diferentes tipos de solos e topografia;
- Utilização com água salina ou em solos salinos;
- Economia de mão de obra;

Porém, a irrigação localizada apresenta algumas limitações:

- Entupimento, principalmente do gotejador;
- Distribuição do sistema radicular próximo ao solo umedecido, diminuindo a estabilidade das plantas.

2.4.2 Gotejamento

A crescente demanda por recursos hídricos no meio agrícola, em face da incorporação de novas áreas ao processo produtivo, tanto no Brasil como em qualquer outra parte do mundo, tem aumentado as preocupações no que diz respeito ao uso racional de água de modo a não causar influências negativas ao meio ambiente (Coelho, 1999). A irrigação por gotejamento oferece oportunidades para o atendimento dessas necessidades, proporcionando melhoria na qualidade da colheita, maior rendimento e eficiência no uso da água. Além disso, permite, a aplicação simultânea de fertilizantes possibilitando, assim, a utilização mais racional desses insumos, quando comparada com as outras formas de aplicação.

A irrigação por gotejamento é caracterizada pela aplicação de pequenas quantidades de água em alta frequência de forma pontual através de gotas diretamente ao solo. As gotas, ao atingirem o solo, formam um padrão de umedecimento denominado “bulbo úmido”, que tem como objetivo principal manter o conteúdo de água no solo próximo ao limite superior de disponibilidade de água ou a capacidade de campo.

Este sistema pode ser classificado, segundo a posição de instalação da linha de emissores, em superficial, quando os emissores se encontram na superfície do solo, e subsuperficial, quando os emissores se localizam abaixo da superfície. Os sistemas de irrigação por gotejamento superficial constituem o método de aplicação mais utilizado entre os sistemas por gotejamento. As vantagens do gotejamento superficial incluem a

facilidade de instalação, inspeção, mudança de posição e limpeza de emissores, além da possibilidade de verificação dos padrões de umidade na superfície do solo e da medida da vazão dos emissores, individualmente (Nogueira et al,2000).

2.4.3 Microaspersão

É uma busca constante a utilização de sistemas de irrigação mais eficientes na agricultura irrigada, pois há uma tendência de aumento no custo da energia e de diminuição da disponibilidade hídrica dos mananciais. Dentre os sistemas pressurizados, destaca-se a microaspersão. O sistema por microaspersão é caracterizado por apresentar pressão operacional menor que 207 kPa, vazão de 20 a 100 L.h⁻¹ e diâmetro de alcance dos microaspersores (miniaturas de aspersores) variando de 1,50 a 10,00 m (Boman, 1989) por aonde a água é expelida próximo ao sistema radicular das plantas. É amplamente utilizado na fruticultura, irrigação em casas de vegetação, jardins e hortaliças.

Esse sistema é composto por tubulações fixas que são distribuídas na área de acordo com as características locais do terreno (relevo), onde, emissores de água fixos ou rotativos, fixados em tubos ao longo das ruas de plantio, distribuem a água diretamente na zona de maior absorção pela planta, resultando em um melhor aproveitamento e uso dos recursos hídricos e energéticos. Tem como grandes vantagens: permitir a total automação do sistema, otimizar o uso de fertilizantes (fertirrigação), permitir trânsito de máquinas e pessoas nas lavouras, diminuir a infestação de plantas daninhas e não interferir em outras práticas culturais.

2.5 REFERÊNCIAS

ADAMOLI, J.; MACEDO, J.; AZEVEDO, L.G.; MADERA NETO, J. Caracterização da região dos cerrados. In: GOEDERT, W.J. (ed.). Solos dos cerrados: tecnologia e estratégia de manejo. São Paulo, Editora Nobel, 1986. p. 33-74.

ALVES JUNIOR, J.; TAVEIRA, M.R.; EVANGELISTA, A.W.P.; CASAROLI, D.; BARBOSA, L.H.A. Crescimento de plantas jovens de pequizeiro irrigadas na região do Cerrado. Revista Agrotecnologia, Anápolis, v. 4, n. 1, p. 58-73, 2013.

ARAÚJO, G. M. & HARIDASAN, M. A. Comparison of the nutrient status of two forests on dystrophic and mesotrophic soils in the cerrado region of central Brazil. Communications in Soil Science and Plant Analysis, v.19, p.1075-1089, 1988.

BATISTA, A. F. **Mogno Africano, cultivo no Estado de Minas Gerais**. Casa do Produtor Rural – ESALQ/USP. Piracicaba-SP, p. 1-8. 2010.

BERNARDO, S.; Soares, A. A.; Mantovani, E. C. Manual de Irrigação. 8.ed. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 2009. 625p.

BOMAN, B.J. Distribution patterns of microirrigationspinner and spray emitters. **Applied Engineering in Agriculture**, St. Joseph, v.5, n.2, p.50-56. 1989.

BRUNINI, O. & CARDOSO, M. Efeito do déficit hídrico no solo sobre o comportamento estomático e potencial da água em mudas de seringueira. **Embrapa Informática Agropecuária**, Campinas-SP, 1997.

COELHO, E. F. & OR, D. Modelo de distribuição de água e de potencial matricial no solo sob gotejamento com extração de água por raízes. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 34, n. 2, p. 225-234, fev. 1999.

CRONQUIST, A. **The evolution and classification of flowering plants**. EUA: New York Botanical Garden Pr Dept, 1988. 555 p.

FALESI, I. C.; & BAENA, A. R. C. **Mogno-Africano *Khaya ivorensis* A. Chev. em sistema silvipastoril com leguminosas e revestimento natural do solo**. Embrapa Amazônia Oriental, v. 1. p. 52. 1 ed., Belém-PA, 1999.

FRANCO, A.C. Biodiversidade de forma e função: implicações ecofisiológicas das estratégias de utilização de água, luz em plantas lenhosas do cerrado. In SCARIOT, A.;SOUZA-SILVA, J.C.; FELFILI, J. M. Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. 2005. p. 180-196.

GOEDERT, W. Região dos Cerrados: potencial agrícola e política para seu desenvolvimento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 24, p. 1-17, 1989.

IDU, M. D.; ERHABOR, O.J.; EFIJUEMUE, M. H. Documentation on medicinal plants sold in markets in Abeokuta, Nigeria. **Tropical Journal of Pharmaceutical Research**, Nigeria, v. 9, n. 2, p. 110–118, 2010.

KER, J. C. & RESENDE, M. Recursos edáficos dos Cerrados: ocorrência e potencial. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO: biodiversidade e produção sustentável de alimentos e fibras no cerrado, 8., Planaltina, 1996. Anais. Planaltina, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-CPAC, 1996. p.15-19.

KLINK, C. A. & MACHADO, R. B. A conservação do Cerrado brasileiro. **Megadiversidade**, Belo Horizonte, v. 1, n. 1, p. 147-155, julho. 2005.

LAMPRECHT, H. **Silvicultura nos trópicos**: ecossistemas florestais e respectivas espécies arbóreas-possibilidades e métodos de aproveitamento sustentado. 1990. 343 p.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2004. 531 p.

LUNZ, A. M. *Hypsipyla grandella* em Mogno (*Swietenia macrophylla*): Situação atual e perspectivas. **Pesquisa florestal brasileira**, Colombo, n.59, p.45-55, 2009.

JUVENAL, T. L.; MATTOS, R. L. G. **O setor florestal no Brasil e a importância do reflorestamento**. BNDES Setorial. Rio de Janeiro-RJ, n. 16, p. 3-30, set 2002.

NOGUEIRA, C. C. P.; COELHO, E. F.; LEÃO, M. C. S.; Características e dimensões do volume de um solo molhado sob gotejamento superficial e subsuperficial. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v.4, n.3, p.315-320, 2000.

PEREZ, S.C.J.G.A. & MORAES, J.A.P.V. Determinação do potencial hídrico, condutância estomática e potencial osmótico em espécies do estratos arbóreo, arbustivo e herbáceo de um cerrado. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**. São Carlos, v.3, n.1, p.27-37. 1991

RATTER J. A.; RICHARDS, P.W.; ARGENT, G.; GIFFORD, D. R. Observations on the forests of some mesotrophic soils in central Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Carlos, v.1, n.1, p.47-58, 1978.

REZENDE, M.; KER, J.; BAHIA FILHO, A. F. C. Desenvolvimento sustentado no cerrado. In: ALVAREZ, V. H.; FONTES, L. E. F.; FONTES M. P. F. O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado. Viçosa: SBCS/UFV/DPS, 1996. p.169-199.

SANO, E. E.; ROSA, R.; BRITO, J. L. S. ; FERREIRA, L. G. Mapeamento semidetalhado do uso da terra do Bioma Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 1, p.153-156, 2008.

Serviço Florestal Brasileiro. Florestas do Brasil em resumo - 2013: dados de 2007-2012. Serviço Florestal Brasileiro. – Brasília: SFB, p.188, 2013.

SILVA, A. L. da; FARIA, M. A. de; REIS, R. P. Viabilidade técnico econômica do uso do sistema de irrigação por gotejamento na cultura do cafeeiro. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental**, Campina Grande, v. 7, n. 1, 2003.

SIMMONDS, M. S. J. Molecular- and chemo-systematics: do they have a role in agrochemical discovery. **Crop Protection**, Oxford, v.19, p. 591-596, 2000.

SOUZA, E. D.; CARNEIRO, M. A. C.; BANYS, V. L. Fitomassa e acúmulo de nitrogênio, em espécies vegetais de cobertura do solo para um Latossolo Vermelho distroférico de cerrado. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 30, n. 4, p. 525-531, 2008.

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

WOLF, J.M. Water constraints to corn production in Central Brazil. Unpublished Ph.D. Thesis, Dept. of Agronomy, Cornell Univ., Ithaca, New York, University Microfilms, Inc., Ann Arbor, Mich. 1975.

3 RESPOSTA DA CULTURA DO MOGNO AFRICANO (*Khaya ivorensis*) À IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO E À DIFERENTES NÍVEIS DE ADUBAÇÃO DE COBERTURA NAS CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS DO CERRADO GOIANO

RESUMO

O mogno africano (*Khaya ivorensis*) é uma das espécies arbóreas que vem se destacando no Brasil em plantios comerciais. Um dos grandes problemas de cultivo para o Cerrado é o acentuado déficit hídrico, além da deficiência de nutrientes presentes no solo. Objetivou-se, neste estudo, avaliar o crescimento de plantas de mogno, quanto sua resposta à irrigação por gotejamento em diferentes níveis de água e adubação de cobertura em Bonfinópolis-GO, nos dois primeiros anos à campo. O delineamento experimental utilizado foi DBC, com três blocos, em parcelas subdivididas. Para os tratamentos irrigados foram utilizados 1, 2 e 3 gotejadores por planta com vazões de 2 L.h⁻¹, 4 L.h⁻¹ e 8 L.h⁻¹, e a testemunha sem irrigação. Para as subparcelas de adubação foram utilizados as seguintes doses: 83,5 e 42,0; 167,0 e 83,5; 250,0 e 125,0; 333,5 e 167,0; 416,6 e 208,5 g.planta⁻¹ de NH₄SO₄ e KCl, respectivamente, parcelado em 5 aplicações bimestrais do 4º ao 12º mês após do plantio. As variáveis analisadas foram: altura de planta, diâmetros do caule no colo e na altura do peito (DAP) e altura de fuste. Os resultados mostraram que houve diferença estatística significativa (P>0,05) entre as plantas irrigadas e não irrigadas. No primeiro ano não houve diferenças entre os tratamentos irrigados, e no segundo ano, o crescimento de plantas que apresentou destaque foi com 3 gotejadores por planta de 8 L.h⁻¹. Assim, as plantas com melhor crescimento receberam 12 e 24 L.planta.dia⁻¹, no primeiro e segundo ano, respectivamente. O mogno não respondeu a adubação.

Palavras-chave: déficit hídrico, irrigação localizada, madeira nobre.

RESPONSE OF MAHOGANY AFRICAN CULTURE (*Khaya ivorensis*) TO DRIP IRRIGATION AND DIFFERENT LEVELS OF FERTILIZATION AT CONDITIONS OF BRAZILIAN SAVANNA IN GOIÁS

ABSTRACT

The mahogany (*Khaya ivorensis*) is a tree species that is gaining momentum in commercial plantations in Brazil. A major problem for the cultivation Cerrado is the water deficit, in addition to nutrient deficiency in the soil. The aim of this study was to evaluate the growth of mahogany trees in the field, as their response to drip irrigation at different water levels and topdressing in Bonfinópolis-GO. The experimental design was DBC, with three blocks in split plots. For irrigated treatments 1, 2 and 3 emitters per plant with flow rates of 2, 4 and 8 L.h⁻¹, and no irrigation was used. For subplots fertilization the following doses were used: 83.5 and 42; 167 and 83.5; 250 and 125; 333.5 and 167; 416.6 and 208.5 g.plant⁻¹ NH₄SO₄ and KCl, 5 bimonthly installments in applications 4 to 12th months of

planting. The variables analyzed were: plant height, diameter at neck and diameter at breast height (DBH) and height of bole. The results showed statistically significant difference ($P > 0.05$) between the irrigated and non-irrigated plants. In the first year there were no differences between the irrigated treatments in the second year, the growth of plants that had been highlighted with 3 emitters per 8 L.h⁻¹. Thus, at 1 year and 9 months of age, the plants better growth received 12 and 24 L.planta.dia⁻¹, the first and second year, respectively. Mahogany did not respond to fertilization.

Key words: water stress, trickle irrigation, hardwoods.

3.1 INTRODUÇÃO

O consumo de produtos florestais atualmente depara-se com o problema de decréscimo de fornecimento de matéria prima para o setor, tanto pelas pressões ecológicas, visando diminuir a exploração em matas nativas, quanto pela escassez dos produtos florestais que se encontram cada vez mais distantes das áreas consumidoras. Dentre os setores atingidos, destacam-se o das serrarias e o da laminação, que, em nosso país, sobrevivem da extração de matas nativas, quando se refere à "madeira de lei".

Para que florestas plantadas possam atender ao mercado consumidor, há necessidade da escolha adequada da espécie e das técnicas silviculturais a serem empregadas. Além disso, essas florestas devem produzir madeira em qualidade e quantidade compatível com a expectativa do mercado. Dentre as espécies exóticas introduzidas no Brasil, produtoras de madeiras nobres, destaca-se o mogno africano (*Khaya ivorensis* A, Chev.).

O mogno africano tem sua origem em países da costa oeste do continente africano, os quais apresentam características edafoclimáticas semelhantes a algumas regiões brasileiras, o que pode explicar esta fácil adaptação da espécie no Brasil. Para Brito et al. (2013), grande parte do território do Estado de Goiás possui aptidão edafoclimática para o cultivo do mogno africano, o que pode representar o acréscimo de mais uma cultura com boa rentabilidade econômica para o Estado.

Entre os vários fatores limitantes da produção vegetal no cerrado brasileiro, o déficit hídrico ocupa uma posição de destaque. É um fenômeno que ocorre em grandes extensões de áreas cultiváveis e afeta as relações hídricas nas plantas, alterando-lhes o metabolismo (Nogueira et al., 2000). O fornecimento suplementar de água pode permitir o cultivo de espécies fora de seus ambientes naturais, melhorar o desenvolvimento vegetativo e influenciar na produtividade. Vários estudos verificaram efeito significativo

da irrigação sobre o crescimento e produtividade de espécies arbóreas: Goiabeira (Silva, 2012), Citrus (Alves Jr. et al., 2011), Eucalipto (Lopes et al., 2007) e Café (Arantes et al., 2006). Por outro lado, algumas plantas nativas não respondem a irrigação e nem a adubação na região do cerrado, como é o caso do pequi (Alves Jr. et al., 2013).

Várias espécies arbóreas apresentam variação na demanda por nutrientes conforme a espécie, o estágio de desenvolvimento e pelo período climático, sendo mais intenso na fase inicial do crescimento, e relacionada com a capacidade de síntese de biomassa (Fernandes et al., 2000). Apesar do fato de muitas espécies, principalmente as nativas do cerrado serem tolerantes e adaptadas às condições de baixa fertilidade natural dos solos, não impedem respostas à fertilização complementar.

Como os recursos hídricos disponíveis são limitados, a irrigação por gotejamento pode ser visto como uma excelente opção devido sua alta eficiência de aplicação de água. Um número significativo de florestas estão sendo plantadas na região do Cerrado utilizando este sistema de irrigação. Entretanto, pouco se sabe sobre as necessidades de irrigação, consumo de água e o número ideal de gotejadores por planta a ser considerado nos projetos.

Dessa maneira, dado o alto potencial produtivo do mogno africano para produção de madeira nobre, e devido à carência de estudos com esta espécie florestal no Brasil e em especial na região do cerrado, que este estudo foi proposto, cujo o objetivo foi avaliar o crescimento de plantas, no primeiro e segundo anos de cultivo em Bonfinópolis-GO, irrigadas por gotejamento com diferentes níveis de água e adubação de cobertura.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em uma área experimental em Bonfinópolis-GO (16°35'49" de latitude Sul e 49°16'39" de longitude Oeste e altitude de 780 m), cuja temperatura média anual é de 23,0 °C. A umidade relativa do ar média de 71%, e a precipitação média anual de 1487 mm, com estações secas e chuvosas bem definidas (período chuvoso de outubro a abril, e período seco de maio a setembro). O clima da região é Aw, tropical de savana, megatérmico, segundo a classificação de Köppen. A perda de água por evaporação, média anual, medida pelo tanque classe A, é da ordem de 1915 mm.

Com relação à velocidade do vento, os mais fortes são registrados no mês de setembro (Silva et al., 2007).

O solo predominante é o Latossolo Vermelho distroférico, textura argilosa, fase cerradão subperenifólio, de relevo plano (Silva et al., 2007). A análise do solo antes do plantio, para duas profundidades de 0-20 cm e 20-40 cm, apresentou as seguintes características químicas: pH (CaCl₂) = 5,1 e 5,0; MO = 2,1 e 1,2 %; P (Mehlich) = 4,2 e 1,4 mg.dm⁻³; Al = 0,0 e 0,0 mmolc.dm⁻³; H+Al = 2,8 e 2,8 mmolc.dm⁻³; K = 45,0 e 26,0 mg.dm⁻³; Ca = 0,9 e 0,5 mmolc.dm⁻³; Mg = 0,3 e 0,2 mmolc.dm⁻³; CTC = 4,1 e 3,6 mmolc.dm⁻³; V(%) = 32,0 e 21,5%; e as seguintes características físicas: Areia = 38,0 e 47,0%; Silte = 24,0 e 23,0% e Argila = 38,0 e 30,0% (textura franco argilosa) com retenção de água estimada em 1,5 mm cm⁻¹.

A pesquisa constituiu de um experimento a campo, para avaliar o crescimento de 450 plantas de mogno africano (*Khaya ivorensis*), espaçadas em 5 x 5 m. A instalação do experimento ocorreu em março de 2012, utilizando mudas de mogno africano já em formação, com diâmetro médio de 0,8 cm, altura total média de 32 cm e altura de fuste de 7,5 cm. As plantas foram produzidas no viveiro Mudas Nobres, localizado na BR060, Km 6, Goiânia-GO, de sementes oriundas do Pará.

O preparo da área foi realizado em agosto de 2011 (3 meses antes do plantio), com uma aração de disco e duas gradagens, com incorporação de calcário dolomítico suficiente para elevar a saturação de bases para 70% e o sistema de irrigação foi instalado em Abril de 2012.

O transplântio manual das mudas foi realizado após a aplicação de herbicida (glifosato 3 L.ha⁻¹) na área e a subsolagem na linha de plantio, para descompactar o solo e não limitar o crescimento radicular. O plantio foi realizado com uma adubação de 100g de P₂O₅ por cova, utilizando o superfosfato simples como fonte de fósforo. Para garantir um melhor pegamento das mudas, após o transplântio foram realizadas irrigações de cinco litros de água por planta, incluindo o tratamento não irrigado.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos completos casualizados (DBC), com três blocos, em parcelas subdivididas, com 50 tratamentos. Sendo 10 parcelas de irrigação (Tabela 3.1) subdivididas em 5 doses de adubação de cobertura (Tabela 3.2). Cada parcela experimental foi constituída de 15 plantas, sendo 3 plantas para cada subparcela totalizando 150 plantas por bloco e 450 plantas úteis em todo experimento.

Somado com as bordaduras (plantas das extremidades), a área experimental possuiu mais de 600 plantas.

Tabela 3.1. Descrição das parcelas experimentais irrigadas por 1 hora e por 30 minutos, utilizando gotejamento com 1, 2 e 3 gotejadores por planta, utilizando gotejadores de 2, 4 e 8 L.h⁻¹

1 hora						
Parcelas	Gotejadores por planta	Vazão (L.h ⁻¹)	Volume de água (L)	Diâmetro (m)	Área molhada (m ²)*	Profundidade molhada (m)
1	Sem irrigação	-	-	0	0	0
2	1	2	2	0,353	0,098	0,104
3	2	2	4	0,411	0,133	0,162
4	3	2	6	0,449	0,158	0,209
5	1	4	4	0,462	0,168	0,118
6	2	4	8	0,538	0,228	0,183
7	3	4	12	0,589	0,272	0,236
8	1	8	8	0,606	0,288	0,134
9	2	8	16	0,706	0,391	0,208
10	3	8	24	0,771	0,467	0,268
30 minutos						
Parcelas	Gotejadores por planta	Vazão (L.h ⁻¹)	Volume de água	Diâmetro (m)	Área molhada (m ²)	Profundidade molhada (m)
1	Sem irrigação	-	-	0	0	0
2	1	2	1	0,176	0,049	0,052
3	2	2	2	0,205	0,066	0,081
4	3	2	3	0,225	0,079	0,104
5	1	4	2	0,231	0,084	0,059
6	2	4	4	0,269	0,114	0,092
7	3	4	6	0,294	0,136	0,118
8	1	8	4	0,303	0,144	0,067
9	2	8	8	0,353	0,195	0,104
10	3	8	12	0,386	0,234	0,134

* Dimensões de bulbo molhado estimado pelo modelo de Schwartzman & Zur (1986); Tempo de irrigação de 1h e 0,5 h, Condutividade Hidráulica saturada de 10 mm.h⁻¹.

O uso da irrigação foi iniciado a partir de Maio de 2012 (início do período de estiagem), utilizando irrigação por gotejamento, com 01, 02 e 03 gotejadores por planta com vazões de 2 L.h⁻¹, 4 L.h⁻¹ e 8 L.h⁻¹ (autocompensantes), e a testemunha sem irrigação (Figura 3.1). Os gotejadores utilizados foram da marca Netafim modelo PCJ-CNL. A parcela 6, com 2 gotejadores por planta de 4 L.h⁻¹, foi utilizada para aplicar o volume de

água padrão, buscando atender a necessidade hídrica da planta, calculado com base na evapotranspiração de referência. Sendo 4 outras parcelas experimentais (parcelas 2 a 5) com irrigações abaixo do volume padrão, e outras 4 parcelas (parcelas 7 a 10) com irrigação acima do volume padrão adotado no estudo. Enquanto que o efeito da adubação foi iniciado a partir de Julho de 2012 com a realização da primeira adubação de cobertura. A dose de adubação utilizada como testemunha foi a mesma utilizada pelos silvicultores da região para cultura do Mogno (subparcela 3), de 300g de amônio (NH_4SO_4) e 150g cloreto de potássio (KCl) por planta por ano. Outras 2 subparcelas com doses menores: subparcela 1 com aplicação da 1/2 dose, e subparcela 2 com aplicação de 1/4 da dose; e outras 2 subparcelas com doses maiores: subparcela 4 com aplicação de 2 vezes a mais a dose, e subparcela 5 com aplicação de 4 vezes a mais a dose utilizada como padrão (Tabela 3.2).

Tabela 3.2. Dose de sulfato de amônio (NH_4SO_4) e cloreto de potássio (KCl) utilizadas nas cinco subparcelas de adubação, bimestral e anual, por planta de Mogno Africano, em Bonfinópolis-GO.

Subparcela (Cor)	Doses de adubos (g/planta/2 em 2 meses)		Doses de adubos (g/planta/ano)	
	NH_4SO_4	KCl	NH_4SO_4	KCl
	1	16,7	8,4	83,5
2	33,4	16,7	167	83,5
3	50	25	250	125
4	66,7	33,4	333,5	167
5	83,33	41,7	416,6	208,5

As adubações de cobertura foram realizadas bimestralmente (julho, setembro e novembro de 2012, e janeiro, março de 2013). As doses dos fertilizantes, sulfato de amônio e cloreto de potássio, foram distribuídas manualmente de forma circular, a 30 cm do tronco da planta. (Figura 3.2).

Para o primeiro ano, a irrigação foi realizada durante o período de maio a outubro de 2012 e no segundo ano foi realizada de junho a setembro de 2013. Nos tratamentos irrigados, as irrigações foram realizadas diariamente, e a quantidade de água aplicada foi estimada a partir da evapotranspiração da cultura (ETc) calculada a partir da evapotranspiração de referência (ETo) e coeficiente de cultura (Kc). Para estimativa da

ETo utilizou-se o método de Thornthwaite - Camargo em 2012, e método de Penman Monteith em 2013. Os dados de temperaturas máxima e mínima do ar (2012) foram obtidos de um sensor digital Thermohigrômetro TFA, instalada a 50 m da área experimental em um abrigo meteorológico convencional. A precipitação pluviométrica foi obtida na estação meteorológica de Goiânia, localizada na Escola de Agronomia da UFG, a 30 km da área experimental. E a partir de janeiro de 2013 os dados meteorológicos na área experimental (temperatura mínima e máxima do ar, radiação solar, umidade relativa do ar, velocidade do vento e precipitação pluviométrica) passaram ser coletadas por uma estação automatizada modelo Davis Vantage PRO2 com console wireless localizada a 55 metros de distância do experimento (Figura 3.3).

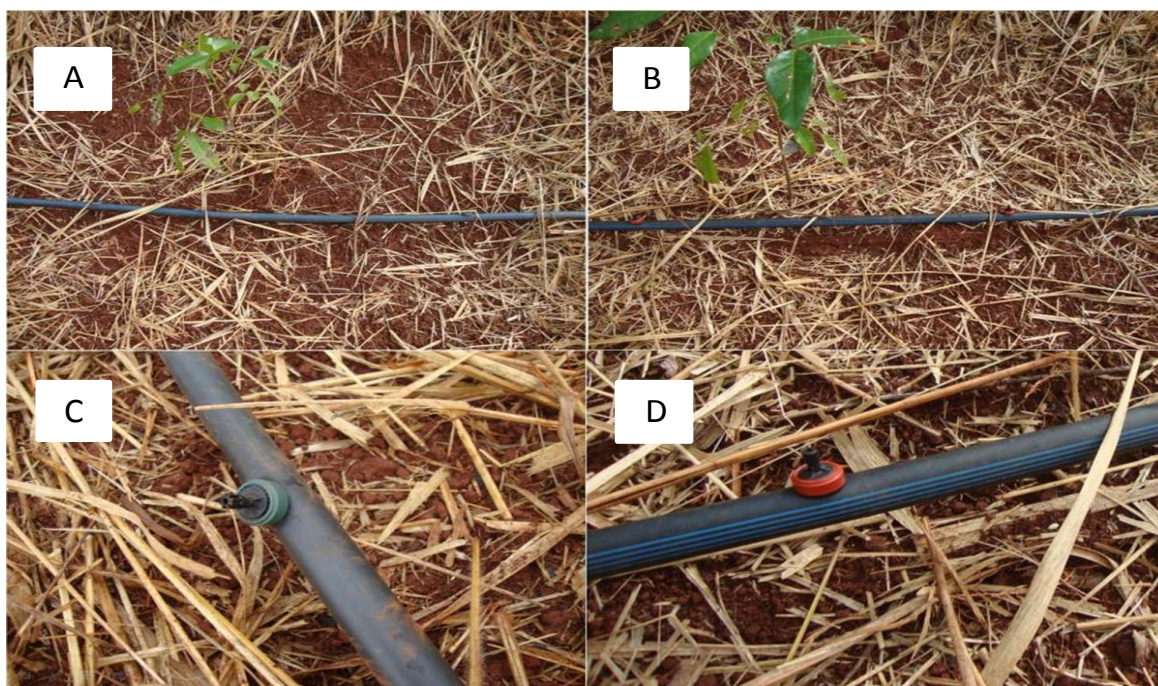


Figura 3.1. Detalhe de parcela experimental irrigada. (A): Planta de mogno africano após 1 semana do transplante (Março de 2012); (B) destaque para planta irrigada por 2 gotejadores por planta; destaque para gotejadores de 4 L.h⁻¹ (C) e 2 L.h⁻¹ (D).

O volume bruto de irrigação foi calculado em função da área molhada em cada tratamento. Para se determinar a área molhada (AM) foi calculado o diâmetro molhado pelo bulbo utilizando-se o modelo proposto por Schwartzman & Zur (1986), e com uma condutividade hidráulica do solo saturado de 10 mm.h⁻¹. Por falta de informações sobre a necessidade hídrica do mogno, e por se tratar de cobertura vegetal com planta isoladas em formação, o Kc adotado foi de 0,5 para o primeiro ano e de 0,7 para o segundo com base

em coeficientes utilizados na fruticultura. Como a irrigação utilizada foi por gotejamento, a eficiência da irrigação adotada foi de 90%.

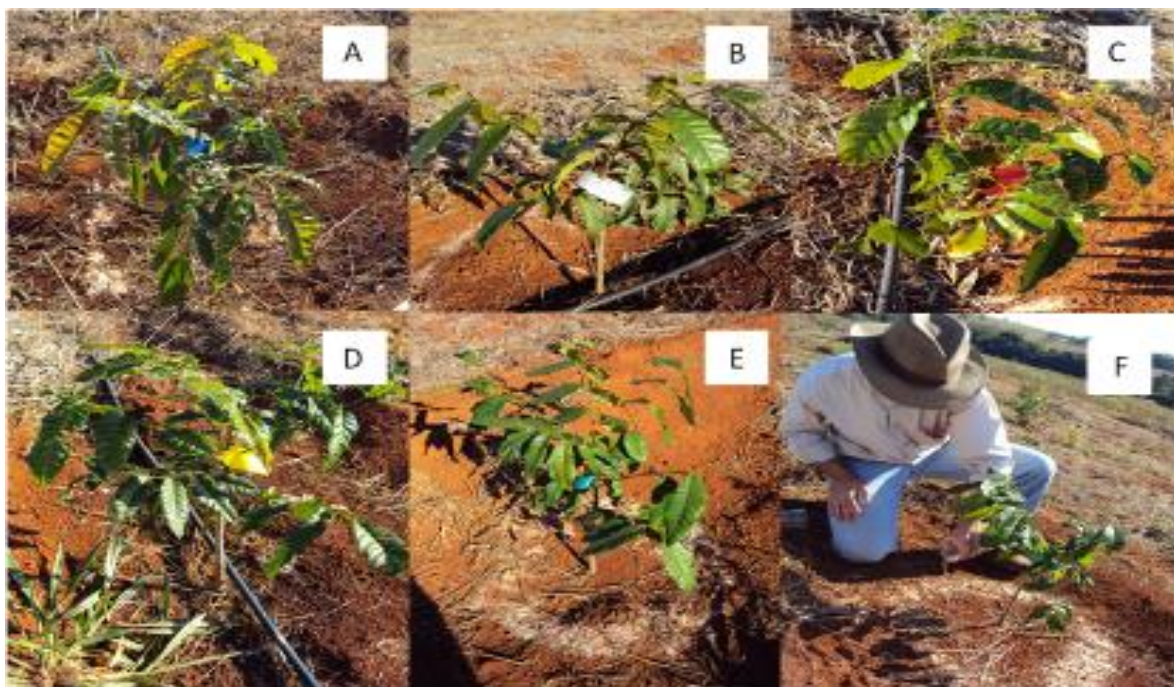


Figura 3.2. Detalhes das plantas com 3 meses de idade (25/06/2012) após a adubação, com destaque para as fitas identificando os tratamentos (A, B, C, D e E), e para a distribuição das doses de adubos 30 cm do tronco das planta (F).

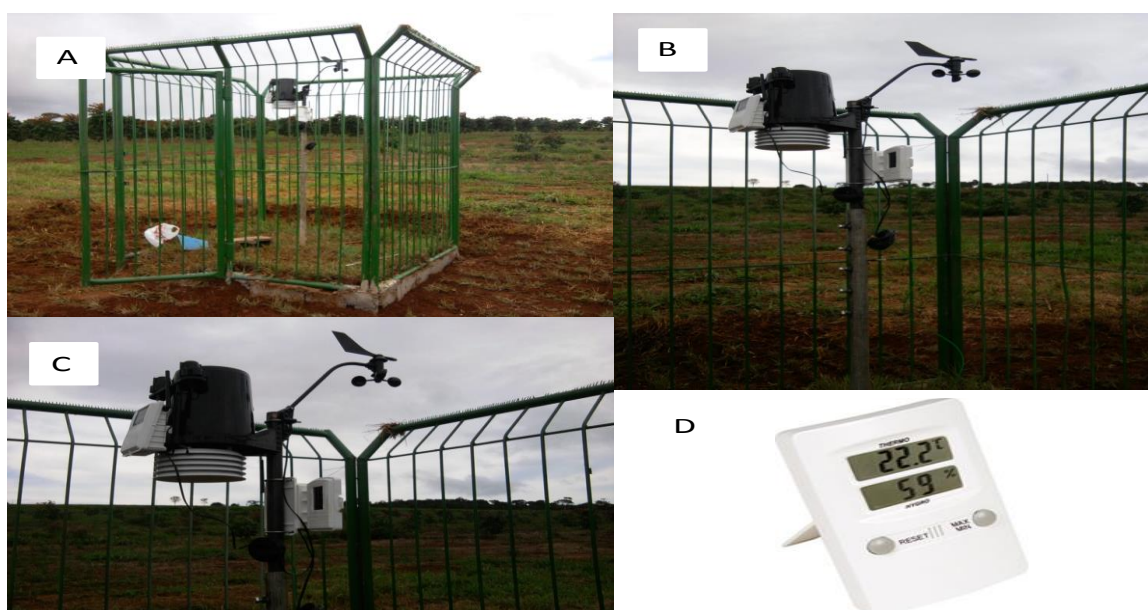


Figura 3.3. Detalhes das estações meteorológicas: automatizada Davis Vantage PRO2 (A), com console wireless (B), e convencional, a 2 metros de altura (C) e sensor digital Thermo-higrômetro TFA (D), instalados a 50 m da área experimental de Mogno Africano, Bonfinópolis-Go (2012-2013).

A estimativa da evapotranspiração de referencia mensal, em um mês qualquer, foi realizada por meio do método de Thornthwaite - Camargo como pode ser observado na equação 1, 2 e 3:

$$ET_o = ET_p \cdot COR \quad (1)$$

$$ET_p = 16 \cdot \left(10 \cdot \frac{T_{ef}}{I}\right)^a \quad (2)$$

$$COR = \frac{N}{12} \cdot \frac{NDP}{30} \quad (3)$$

em que:

ET_p: Evapotranspiração padrão, mm.mês⁻¹;

COR: Fator de correção;

T_{ef}: Temperatura efetiva, °C;

I: Índice térmico regional;

a: Índice térmico regional;

N: Fotoperíodo do mês em questão;

NDP: Dias do período em questão;

Os índices térmicos regionais (I e a) foram obtidos pelas equações 4 e 5.

$$I = \sum_1^{12} (0,2T_i)^{1,514} \quad (4)$$

$$a = 0,49239 + 1,7912 \cdot 10^{-2} \cdot I - 7,71 \cdot 10^{-5} \cdot I^2 + 6,75 \cdot 10^{-7} \cdot I^3 \quad (5)$$

em que:

T_i: Temperatura média mensal normal climatológica, °C;

I: Índice de calor da região;

a: Função cúbica de I;

Para a estimativa da necessidade hídrica das plantas, o volume de água aplicada por planta e o tempo de irrigação foram obtidos pelas expressões 6 e 7, respectivamente;

$$Vol = ET_o.Kc.Kloc.AP \quad (6)$$

$$TI = \frac{(q/ef)}{Vol} \quad (7)$$

em que:

Kc: Coeficiente da cultura;

Kloc: Coeficiente de redução da evapotranspiração para irrigação localizada (Ferer, 1981);

AP: Área útil de cada planta, m² (5 x 5 m);

q: Vazão do gotejador, L.h⁻¹;

ef: Eficiência de aplicação de água (90%);

Para o cálculo de Kloc, com porcentagem de área molhada menor que 20% (Ferer, 1981) foi utilizado a equação 8:

$$Kloc = 1,94.PM + 0,1 \quad (8)$$

em que:

PM: Porcentagem de área molhada, decimal;

A PM foi obtida a partir da equação 9:

$$PM = \frac{AM}{AP} \quad (9)$$

em que:

AM: Área molhada pelos gotejadores, m²;

AP: Área útil da planta; m²;

Para se determinar a área molhada (AM) foi calculado o diâmetro molhado pelo bulbo utilizando-se o modelo proposto por Schwartzman & Zur (1986) (Equação 10 e 11), cujo modelo foi utilizado para estimar a profundidade do bulbo molhado para os diferentes tratamentos.

$$D = 1,82.(Vol)^{0,22} \left(\frac{Ks}{q}\right)^{-0,17} \quad (10)$$

$$Z = 2,54.(Vol)^{0,63} \left(\frac{Ks}{q}\right)^{0,45} \quad (11)$$

em que:

D: Diâmetro molhado, m;

Z: Profundidade do bulbo molhado, m;

Vol: Volume de água aplicado, m³;

Ks: Condutividade Hidráulica do Solo, m.s⁻¹;

q: Vazão do gotejador, m³.s⁻¹;

Nos tratamentos irrigados, o tempo de funcionamento do sistema de irrigação foi de 1 hora por dia para os meses de maio a julho de 2012 e junho a setembro de 2013, e 30 minutos por dia para os meses de agosto, setembro e outubro de 2012. A quantidade de chuva obtida durante o período do experimento, de março de 2012 a novembro de 2013 foi de 2216,2 mm.

Para os tratamentos de 8 L.h⁻¹ (3 Gotej.), durante os meses de irrigação com 1 hora.dia⁻¹, foi disponibilizado para a planta 168 L.planta.semana⁻¹ de água, sendo esse o tratamento com maior vazão. Para as plantas com apenas 1 gotejador a uma vazão de 2 L.h⁻¹ foi disponibilizado apenas 14 L.planta.semana⁻¹ de água. A quantidade de água fornecida pelo tratamento de maior vazão foi 12 vezes maior que a quantidade de água fornecida pelo tratamento de menor vazão.

O crescimento das plantas foi avaliado bimestralmente (Maio, Julho, Setembro e Novembro de 2012, e Janeiro, Março, Maio de 2013), com base nas variáveis, altura total (medida da extremidade superior do ramo ortotrópico até o nível do solo, utilizando régua com precisão milimétrica); altura de fuste (medida da distância entre o nível do solo até a inserção da primeira folha) e diâmetro do tronco rente ao solo (medida com o auxílio de um paquímetro). A partir do mês de Maio a variável diâmetro do tronco foi substituída pelo diâmetro à altura do peito ou DAP (1,30 m do solo – medido com o auxílio de uma suta) devido à altura das plantas (Figura 3.4).



Figura 3.4. O crescimento de plantas de Mogno Africano sendo avaliado com base em 4 variáveis: diâmetro de caule no colo da planta (A), altura total de planta e altura de fuste (B), diâmetro com casca à altura do peito (DAP) (C) em Bonfinópolis-GO, 2012/2013.

Para análise estatística dos dados foi utilizado, o programa computacional SISVAR – Sistema de Análise de Variância (Ferreira, 1998). Para os tratamentos de irrigação, a análise foi qualitativa, realizando comparação de médias por Tukey a 5% de probabilidade de erro e para os tratamentos de adubação, foi feito uma análise quantitativa dos dados através da análise de regressão.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 3.3, verifica-se, que o crescimento de plantas de mogno africano foi influenciado pela irrigação. Houve diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos irrigados e o não irrigado ($p > 0,05$). Entre os irrigados, apenas para a variável DAP, no último mês, houve diferença estatística, tendo como os melhores resultados o tratamento com 3 gotejadores a uma vazão de 8 L.h^{-1} e o tratamento com 2 gotejadores a uma vazão de 2 L.h^{-1} . Observa-se que, os tratamentos irrigados obtiveram uma média de 0,045, 3,25 e 0,87 m e para o não irrigado de 0,037, 2,67 e 0,71 m para DAP, altura total e altura de fuste, respectivamente.

Observe-se na Tabela 3.3 que em altura, comparando os tratamentos irrigados e o não irrigado, analisando os tratamentos mês a mês, na horizontal, nota-se que houve um crescimento lento no início do ciclo de forma geral, mesmo irrigando, devido à baixa disponibilidade energética e que isso foi mais acentuado ainda no tratamento não irrigado, que além da baixa disponibilidade energética havia restrição de água (Figura 3.5) Comprovando isso, a partir de Novembro de 2012, observa-se o índice de crescimento bem

mais acelerado em ambos os tratamentos, com variação estatística a cada leitura no período do verão, seguido de novo decréscimo na taxa de crescimento no período seco do ano seguinte, com efeito menor nos tratamentos irrigados, principalmente os de doses maiores como 8 L.h⁻¹ e 3 gotejadores.planta⁻¹, que manteve um índice de crescimento superior ao não irrigado evidenciando a importância da irrigação no crescimento de plantas de mogno nos dois primeiros anos de implantação da floresta.

Tabela 3.3. Médias dos dados das avaliações das variáveis: altura total, altura de fuste, diâmetro de caule e DAP em metros, submetidas aos tratamentos de irrigação e sem irrigação, em Bonfinópolis-Go.

	Altura Total										Altura de fuste				
	2012				2013						2012				2013
	Mai	Jul	Set	Nov	Jan	Mar	Mai	Jul	Set	Nov	Mai	Jul	Set	Nov	Jan
	60	120	180	240	380	440	500	560	620	680	60	120	180	240	380
8L/h 3got/pl	0,32 aF	0,38 aF	0,49 aEF	0,64 aEF	0,81 aE	1,49 aD	2,14 aC	2,33 abC	2,82 aB	3,28 aA	0,22 aE	0,28 aE	0,30 aE	0,29 aE	0,32 aE
8L/h 2got/pl	0,29 aF	0,35 aF	0,46 aEF	0,58 aEF	0,79 aE	1,39 aD	2,06 aC	2,27 abC	2,74 aB	3,17 aA	0,21 aE	0,26 aE	0,29 aE	0,28 aE	0,29 aE
8L/h 1got/pl	0,33 aF	0,38 aF	0,47 aEF	0,63 aEF	0,82 aE	1,52 aD	2,13 aC	2,38 aBC	2,78 aB	3,25 aA	0,24 aE	0,26 aE	0,29 aE	0,27 aE	0,28 aE
4L/h 3got/pl	0,33 aF	0,38 aF	0,50 aEF	0,66 aEF	0,85 aE	1,50 aD	2,04 aC	2,23 abBC	2,61 abB	3,15 aA	0,22 aD	0,25 aD	0,29 aD	0,28 aD	0,32 aD
4L/h 2got/pl	0,32 aF	0,37 aF	0,47 aEF	0,61 aEF	0,79 aE	1,44 aD	2,09 aC	2,27 abC	2,77 aB	3,27 aA	0,22 aE	0,26 aE	0,27 aE	0,27 aE	0,30 aE
4L/h 1got/pl	0,31 aF	0,35 aF	0,47 aEF	0,60 aEF	0,79 aE	1,43 aD	2,01 aC	2,27 abC	2,74 aB	3,26 aA	0,22 aE	0,24 aE	0,27 aE	0,27 aE	0,28 aE
2L/h 3got/pl	0,33 aF	0,38 aF	0,49 aEE	0,65 aEF	0,80 aE	1,42 aD	1,93 aC	2,25 abC	2,71 abB	3,15 aA	0,22 aE	0,24 aE	0,28 aE	0,28 aE	0,30 aE
2L/h 2got/pl	0,35 aF	0,41 aF	0,50 aEF	0,62 aEF	0,80 aE	1,50 aD	2,18 aC	2,47 aC	2,95 aB	3,43 aA	0,24 aE	0,27 aE	0,30 aE	0,30 aE	0,31 aE
2L/h 1got/pl	0,36 aF	0,40 aF	0,51 aEF	0,66 aEF	0,80 aE	1,50 aD	2,10 aC	2,38 aC	2,83 aB	3,34 aA	0,26 aD	0,28 aD	0,31 aD	0,33 aD	0,33 aD
Sem Irrig.	0,33 aF	0,38 aF	0,39 aF	0,43 aE	0,64 aE	1,19 aD	1,82 aC	1,93 bBC	2,31 bAB	2,67 bA	0,28 aE	0,26 aE	0,26 aE	0,27 aE	0,29 aE

	Diâmetro de caule no colo da planta						Diâm. Alt. do Peito				Altura de fuste				
	2012				2013						2013				
	Mai	Jul	Set	Nov	Jan	Mar	Mai	Jul	Set	Nov	Mar	Mai	Jul	Set	Nov
	60	120	180	240	380	440	500	560	620	680	440	500	560	620	680
8L/h 3got/pl	0,0078 aA	0,01 aB	0,01 5aC	0,019 aD	0,026 aDE	0,045 aEF	0,058 aF	0,037 aB	0,043 aAB	0,048 aA	0,51 aD	0,64 aC	0,68 aBC	0,76 aB	0,87 aA
8L/h 2got/pl	0,0076 aA	0,00 9aB	0,01 4aC	0,017 aD	0,025 aDE	0,042 aEF	0,058 aF	0,034 abB	0,039 abAB	0,044 abA	0,49 abD	0,59 aCD	0,62 abBC	0,70 abB	0,87 aA
8L/h 1got/pl	0,0078 aA	0,01 aB	0,01 5aC	0,019 aCD	0,027 aDE	0,044 aDE	0,058 aE	0,037 aB	0,041 abAB	0,046 abA	0,51 aD	0,61 aCD	0,63 abBC	0,72 abB	0,86 aA
4L/h 3got/pl	0,008 aA	0,01 aB	0,01 5aC	0,019 aD	0,027 aDE	0,044 aEF	0,059 aF	0,035 abB	0,040 abAB	0,044 abA	0,54 aC	0,62 aBC	0,64 abBC	0,72 abB	0,86 aA
4L/h 2got/pl	0,0076 aA	0,00 9aB	0,01 5aC	0,018 aD	0,025 aD	0,044 aE	0,057 aE	0,035 abB	0,039 abAB	0,045 abA	0,51 aD	0,59 aCD	0,63 abC	0,74 aB	0,87 aA
4L/h 1got/pl	0,0072 aA	0,00 9aB	0,01 5aC	0,018 aD	0,025 aD	0,044 aE	0,059 aE	0,036 abB	0,041 abAB	0,046 abA	0,48 abD	0,58 aCD	0,63 abC	0,74 aB	0,87 aA

	Diâmetro de caule no colo da planta							Diâm. Alt. do Peito			Altura de fuste				
	2012							2013			2013				
	Mai	Jul	Set	Nov	Jan	Mar	Mai	Jul	Set	Nov	Mar	Mai	Jul	Set	Nov
	60	120	180	240	380	440	500	560	620	680	440	500	560	620	680
2L/h 3got/pl	0,0076 aA	0,01 aB	0,01 6aC	0,019 aD	0,026 aD	0,043 aE	0,057 aE	0,034 abB	0,040 abAB	0,045 abA	0,52 aD	0,59 aCD	0,69 aBC	0,77 aAB	0,87 aA
2L/h 2got/pl	0,0083 aA	0,01 1aB	0,01 6aC	0,019 aD	0,027 aD	0,046 aE	0,061 aE	0,038 aB	0,042 aAB	0,048 aA	0,50 aD	0,59 aCD	0,67 aBC	0,77 aAB	0,86 aA
2L/h 1got/pl	0,0085 aA	0,01 aB	0,01 6aC	0,019 aD	0,027 aE	0,046 aF	0,060 aG	0,036 abB	0,040 abAB	0,046 abA	0,54 aC	0,62 aBC	0,66 aB	0,77 aA	0,87 aA
Sem Irrig.	0,0086 aA	0,01 aB	0,01 bC	0,014 bD	0,019 bDE	0,036 bDE	0,051 bE	0,026 bB	0,031 bAB	0,037 bA	0,40 bD	0,45 bCD	0,54 bBC	0,64 bAB	0,71 bA

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro.

Analisando de maneira horizontal, mês a mês, a variável altura de planta observa-se que os tratamentos irrigados diferiram do não irrigado a partir de Julho de 2013, já a partir do 4º mês após o plantio (período de plena estiagem). Mesmo com o início das chuvas em outubro, as plantas de sequeiro não conseguiram se recuperar, mantendo-se diferente dos tratamentos irrigados até o fim da estiagem do segundo ano de avaliação. Para altura de fuste, esse efeito só foi observado a partir do início do período de estiagem do ano seguinte (Março de 2013), quando as mesmas tinham 1 ano de plantio aumentando ainda mais a diferença ao longo de todo período de estiagem do segundo ano.

A pesar do bom pegamento das plantas (95%), o menor crescimento de plantas não irrigadas pode ser explicado pelo atraso no transplante, o qual foi realizado no mês de março, no período final das chuvas na região. Na Figura 3.5 observa o déficit hídrico acentuado ocorrido em 2012, prejudicando o crescimento das plantas ao longo desse período de implantação e desenvolvimento inicial da cultura.

Na Figura 3.6 estão os dados de altura total, altura de fuste, diâmetro e DAP na fase compreendida entre a implantação da floresta e até as plantas atingirem 1 ano e 8 meses de idade. Observou-se que, as plantas na primeira leitura, feita em maio, obtiveram valores médios de 0,008 m de diâmetro, 0,32 m de altura total e 0,075 m de fuste. Já em novembro de 2013, na última avaliação os dados médios coletados de DAP, altura total e altura de fuste foram, respectivamente: 0,045; 3,25 e 0,87 m para as plantas irrigadas e 0,037, 2,67 e 0,71 m para as plantas sem irrigação. Em geral, observou-se que as 405 plantas de mogno apresentaram desenvolvimento normal quando irrigado, chegando a 3,25 m de altura média nas parcelas, tendo destaque para o alto índice de crescimento no

período entre dezembro a março. Isso, muito provavelmente devido a maior disponibilidade de energia solar (Temperatura e radiação) característico nesta época do ano na região, atrelado à boa disponibilidade de água no solo. Os resultados encontrados na literatura são contrastantes com os dados encontrados nesse estudo. Cordeiro (2012), avaliando o crescimento de plantas jovens de mogno (*Swietenia macrophylla*) encontrou, em média, 3,40 m de altura total para 1 ano e 2 meses de estudo, fato esse que pode ser explicado devido à espécie de mogno utilizado. O mogno (*Swietenia macrophylla*) é conhecido como o mogno brasileiro e é uma espécie nativa da região amazônica onde o estudo foi conduzido, portanto é uma planta já adaptada as condições do meio ambiente. Outro fator que contribuiu para o maior crescimento das plantas foi a porte da muda transplantada. O autor utilizou-se de mudas com altura média total de 0,60 cm, já para o presente estudo utilizou-se mudas de 0,32 cm.

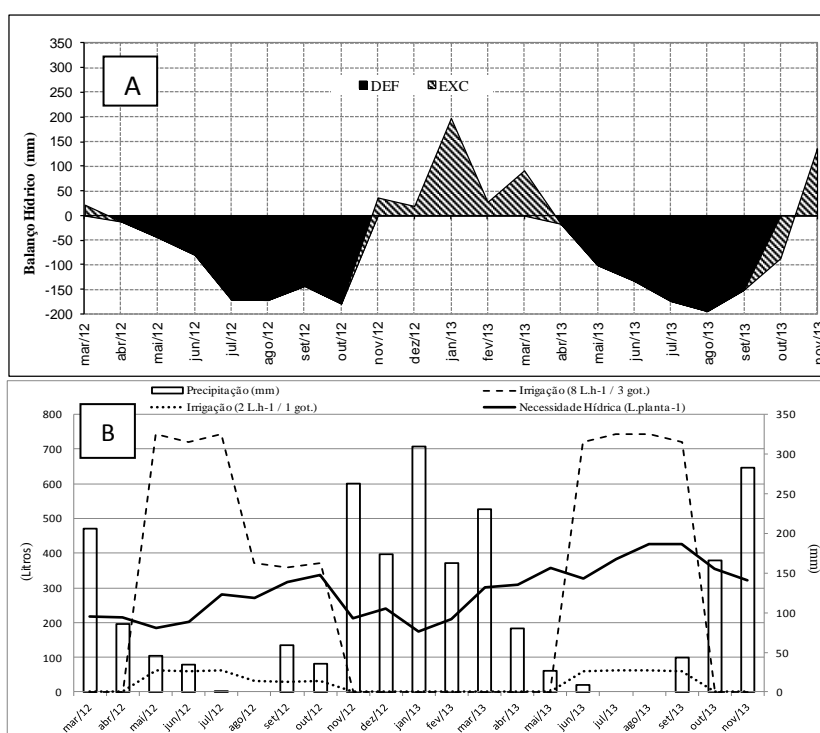


Figura 3.5. Balanço hídrico pelo método de Thornthwaite & Matter (Pereira et al., 2002), para o período de pesquisa (Março/2012 a Novembro/2013) utilizando um armazenamento de água no solo de 90 mm (A); e totais mensais de chuva (mm), necessidade hídrica da cultura (Litros.planta⁻¹) e quantidade de água fornecida pela sistema de irrigação com vazão de 8 L.h⁻¹ (3 gotejadores) e 2 L.h⁻¹ (1 gotejador) (B).

Apesar do crescimento das plantas ter aumentado durante os primeiros meses, a taxa de crescimento das plantas se intensificaram no verão (dezembro - março),

provavelmente influenciado pela máxima disponibilidade hídrica (Figura 3.6) no solo e o efeito do fotoperíodo (maior disponibilidade energética).

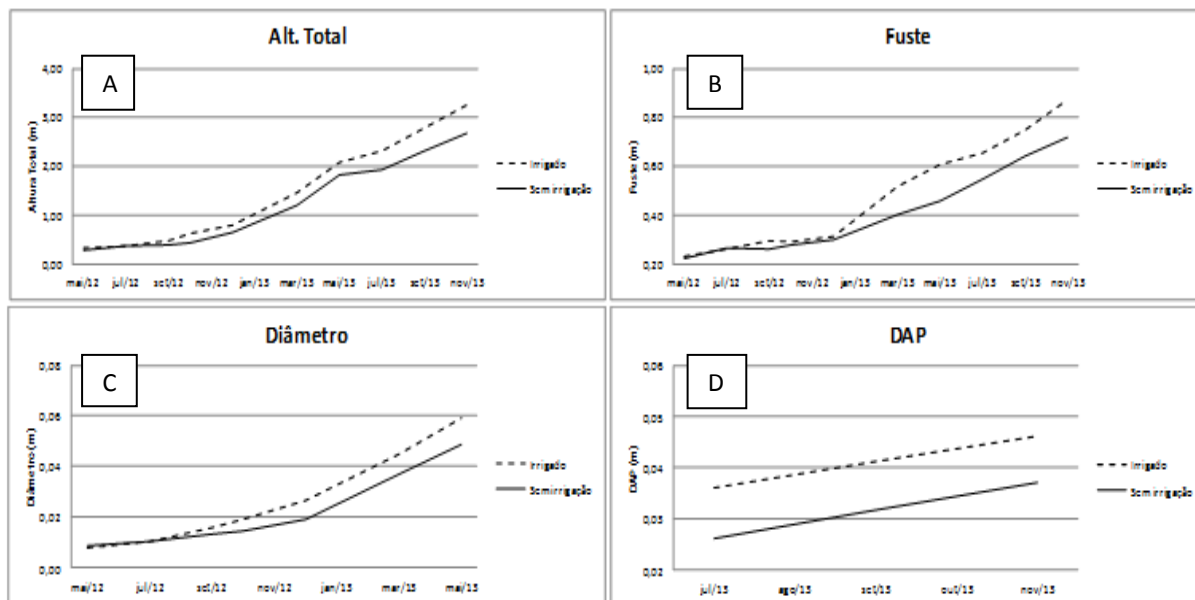


Figura 3.6. Dados médios de crescimento de plantas de mogno africano (altura total, altura de fuste, diâmetro e DAP) no primeiro ano de implantação da floresta, plantadas no espaçamento 5 x 5 m na região de Bonfinópolis – Go. Os dados são representativos do período de março de 2012 a novembro de 2013, realizado com as médias das leituras dos tratamentos irrigados e sem irrigação nesse período.

Para Albuquerque et al. (2013), a redução do status hídrico em várias espécies lenhosas promove uma importante diminuição na taxa de assimilação líquida do CO_2 , na condutância estomática e na transpiração. Essa diminuição na assimilação de carbono reduz a síntese de trioses fosfatadas, que resulta na redução ou na paralisação do crescimento. Além disso, é comum que haja uma redução no crescimento da parte aérea das plantas para que ela se limite ao crescimento radicular numa estratégia para buscar água em horizontes mais profundos e conseguir se manter até o início da próxima estação chuvosa. Explicam ainda, que a redução na taxa de assimilação líquida de CO_2 , não reduz significativamente a concentração de amido nas plantas. Isso mostra que as plantas de mogno em condições de estresse hídrico, mesmo com baixa na assimilação de CO_2 , invertem parte das trioses fosfatadas produzidas pela fotossíntese para a manutenção dos conteúdos de amido, e utilizam parte das trioses para a respiração foliar. Além da respiração, é comum que as plantas utilizem parte dos assimilados produzidos pela

fotossíntese para estimular o crescimento radicular, sob condições de estresse hídrico, na tentativa de explorar o solo em busca de água.

Diante do exposto, observou-se que o crescimento das plantas foi influenciado pela irrigação. Fernandes (2009), analisando o desenvolvimento de espécies de *Eucalyptus grandis* e *Pinus elliotti* no cerrado do Triângulo Mineiro observou resultados que corroboram com encontrados nesse trabalho, onde foi constatado um maior incremento no desenvolvimento das plantas nos tratamentos em que essas espécies florestais foram submetidas à irrigação.

Cordeiro et al. (2009) destacaram que plantas jovens de *Swietenia macrophylla* toleram satisfatoriamente períodos de 15 a 30 dias de deficiência hídrica. Essa espécie também pertence à família Meliaceae, assim como a *Khaya ivorensis*, porém estas primeiras são típicas do bioma amazônico. Assim, os resultados deste estudo ajudam a explicar o bom pegamento das mudas, evidenciando que plantas jovens de mogno africano (*Khaya ivorensis*) também são tolerantes a curtos períodos de deficiência hídrica, já que são de espécies da mesma família. Entretanto, a estiagem ocorrida na área experimental (Figura 3.5), característica do bioma cerrado (6 meses) pode ter sido muito longa para que os plantas de mogno não irrigadas tivessem o mesmo crescimento das plantas irrigadas. Outro ponto que deve ser levado em consideração é que a grande maioria das espécies lenhosas do cerrado, em condições naturais, limita consideravelmente a abertura estomática durante a estação seca (Mattos et al., 2002) resultando em uma redução na taxa de assimilação de CO₂ (Franco, 1998), por consequência um baixo crescimento.

De acordo com a metodologia proposta por Scharzman & Zur (1986), com uma hora de funcionamento do sistema de irrigação, para o tratamento de maior vazão (8 L.h⁻¹), utilizando 3 gotejadores foi encontrado 0,77 m de diâmetro molhado de água no solo e 0,26 m de profundidade do bulbo e para o tratamento de menor vazão (2 L.h⁻¹), utilizando um gotejador, o diâmetro e a profundidade do bulbo molhado foram: 0,35 e 0,10 m, respectivamente. Para o tempo de 30 minutos, o diâmetro molhado e a profundidade do bulbo para os tratamentos de maior e menor vazão foram, respectivamente: 0,38; 0,13; 0,17 e 0,05 m.

Observou-se que, por se tratar de uma espécie florestal de grande porte que atinge até 70 metros de altura e DAP de até 3,5 m (Carvalho, 2007) as plantas analisadas ainda estavam pequenas (raio explorado pelas raízes de aproximadamente 0,5 e 1,0 m até os 6 meses e 1 ano de idade, respectivamente), por isso, até o primeiro ano do experimento

(março de 2013), um único gotejador com a vazão de 2 L.h^{-1} foi o suficiente para suprir a necessidade hídrica das plantas. Nos tratamentos com 2 e 3 gotejadores, independente da vazão, esses estavam dispostos no campo de maneira que, no tratamento com 2 gotejadores a planta ficava em uma região mediana entre os emissores e no tratamento com 3 gotejadores a água disponibilizada pelos emissores das extremidades ficava fora da zona de absorção de água pelo sistema radicular do mogno já que a distância entre os emissores era de 60 cm, e tomando como base o tratamento com 8 L.h^{-1} e 3 gotejadores, funcionando 1 hora por dia, resultava em um raio molhado de 0,38 cm, ou seja, toda a água que era expelida pelos emissores das extremidades provavelmente foi perdida (Figura 3.7).

As informações encontrados por Coelho et al. (2005), ajudam a explicar os resultados. Os autores (2005), avaliaram a distribuição de raízes de mamoeiro sob diferentes sistemas de irrigação localizada em Latossolo de tabuleiros costeiros e concluíram que a maior densidade e comprimento das raízes foram observados imediatamente abaixo ou próximo ao gotejador.



Figura 3.7. Detalhe da disposição dos gotejadores e bulbo molhado característico, em campo. Tratamento com 3 gotejadores (A), 2 (B) e com 1 gotejador por planta (C).

Com a aplicação dos tratamentos de adubação esperou-se obter maior índice de crescimento nas plantas irrigadas e adubadas. Porém, para as variáveis analisadas, altura de

planta, diâmetro à altura do peito e altura de fuste, não houve efeito significativo entre os níveis de adubação. O crescimento das plantas, não apresentou diferenças estatísticas significativas em altura total, altura de fuste e diâmetro à altura do peito (DAP), e apresentaram baixos coeficientes de determinação, chegando a 10% (Tabela 3.4).

Tabela 3.4. Resumo da análise de regressão com o quadrado médio, para altura de planta, altura de fuste e diâmetro à altura do peito de mogno africano, em resposta a adubação de cobertura.

Fonte de Variação	Graus de liberdade	Altura de planta	Altura de Fuste	DAP
		Quadrado Médio	Quadrado Médio	Quadrado Médio
Reg. Linear	1	86,83 ^{ns}	10,87 ^{ns}	0,005 ^{ns}
Reg. Quadrática	1	86,80 ^{ns}	7,34 ^{ns}	0,0006 ^{ns}

Considerando os fertilizantes sulfato de amônio e cloreto de potássio como principais fontes de nitrogênio, enxofre e potássio, pode-se concluir que o crescimento das plantas não foi afetado pelas doses crescentes de cada nutriente. Segundo Souza et al. (2010), corroborando com os resultados, pesquisando as exigências nutricionais e crescimento de plantas de mogno (*Swietenia macrophylla* King), observou que a necessidade nutricional do mogno em macronutrientes obedece a seguinte ordem: P>S>K>N e ainda dentre os nutrientes que mais prejudica a produtividade na maioria dos solos do cerrado é o fósforo, que ocorre em baixos teores naturalmente presentes nesses solos (Sousa et al., 2004). Sendo assim, o que pode explicar a não resposta do mogno africano a adubação foi a falta de fósforo na área do experimento, que em condições naturais se encontrava em baixas concentrações (4,2 e 1,4 mg.dm⁻³ para a camada de 0-20cm e 0-40cm) e a falta de uma adubação de cobertura tendo o fósforo como principal elemento. Ainda, as espécies florestais apresentam necessidades nutricionais distintas, porém a ausência de nutrientes como o cálcio (Ca) e fósforo (P) geralmente prejudicam o desenvolvimento das plantas, sendo exigidos em concentrações específicas em função da espécie (Siqueira, 1995). Para muitos autores a ausência de P é fator limitante no desenvolvimento das plantas, como na *Cedrella fissilis* (Silva & Muniz, 1995) e *Acacia mangium*, *Tibouchina granulosa*, *Aspidosperma polyneurom* (Braga et al., 1995).

Para as doses crescentes de nitrogênio, o *Khaya ivorensis* não obteve um efeito positivo em seu desenvolvimento. Na literatura alguns autores, como Tucci et al. (2009), estudando o efeito da adubação nitrogenada no desenvolvimento de mudas de mogno

(*Swietenia macrophylla* King), não observaram efeitos das doses crescentes de N para características como: matéria seca de caule e raiz e altura de planta. Várias outras pesquisas, também vieram a colaborar com os resultados encontrados nesse presente trabalho, evidenciando que a omissão de N não afetou o crescimento das plantas: Duboc et al. (1994), com espécie de jatobá e Mendonça et al. (1999), estudando as exigências nutricionais da aroeira do sertão (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All).

O elemento enxofre também não afetou positivamente o desenvolvimento das plantas. Resultado semelhante foi encontrado por Reis et al. (1997) onde as mudas de *Dalbergia nigra* responderam negativamente à aplicação de enxofre ao substrato quando se avaliou o crescimento em diâmetro e a produção de matéria seca. Isso provavelmente porque a fixação de sulfato é maior em solos com características ácidas e vai reduzindo com o aumento do pH e ainda segundo Malavolta (1980), os sulfatos se encontram em solução ou em combinações pouco solúveis com ferro e alumínio. Como os solos dos cerrados são ricos em ferro e alumínio o enxofre presente no sulfato pode ter combinado com esses elementos e se tornou indisponível para as plantas.

Outro fator que deve ser levado em consideração é que o mogno se mostra uma planta bem adaptada às condições de solos pobres. Em plantações na Indonésia, Soerianegara & Lemmens (1993) relatam que o mogno da espécie *Swietenia macrophylla* King cresce em solos muito pobres e para Carvalho (2007), existem diversas condições de solo toleráveis para o mogno, desde solos profundos pobremente drenados, solos argilosos ácidos e pantanosos, passando por solos alcalinos bem drenados, incluindo-se solos derivados de rochas ígneas e metamórficas. Por se tratar de plantas da mesma família, e devido à proximidade das características de origem dessas espécies (*Swietenia macrophylla* e *Khaya ivorensis*), pode-se inferir que o mogno africano se mostra uma espécie adaptada às condições ambientais do cerrado. Além desses aspectos, segundo Sallenave (1958), estudando as características especiais e propriedades do mogno, essa espécie tem sua origem em países da costa oeste do continente africano, principalmente na Costa do marfim, Gana, Togo, Nigéria, Camarões, Congo e Angola, onde em geral, os solos predominantes encontrados nesses países são classificados como Oxisols, Ultisols e Entisols (Soil Taxonomy, 2006), que para classificação brasileira (Embrapa, 2004), representam respectivamente Latossolos, Argissolos e Neossolos e a formação florestal da savana apresentam aspectos similares, tanto climáticos quanto geológicos, ao cerrado goiano.

3.4 CONCLUSÕES

Plantas jovens de mogno africano, nos dois primeiros anos, respondem a irrigação na região do cerrado (Bonfinópolis-GO). No primeiro ano, devem ser irrigadas por 1 got.planta⁻¹ de 2 L.h⁻¹.aplicando 12 L.planta.dia⁻¹. No segundo ano, o melhor foi utilizando 3 got.planta⁻¹ de 8 L.h⁻¹.aplicando 24 L.planta.dia⁻¹. O mogno não respondeu a adubação de cobertura com N e K.

3.5 REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, M.P.F.; MORAES, F.K. C.; SANTOS, R.I.N.; CASTRO, G.L.S.; RAMOS, R.M.L.S.; PINHEIRO, H.A. Ecofisiologia de plantas jovens de mogno africano submetidas a déficit hídrico e reidratação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.48, n. 1, p.9-16, 2013.

ALVES JUNIOR, J.; FOLEGATTI, M.V.; SILVA, C.R.; TONNY, J.A.S.; EVANGELISTA, A.W.P. Response of young 'Tahiti' lime trees to different irrigation levels. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal. v. 31, n. 2, p.303-314, 2011.

ALVES JUNIOR, J.; TAVEIRA, M.R.; EVANGELISTA, A.W.P.; CASAROLI, D.; BARBOSA, L.H.A. Crescimento de plantas jovens de pequi irrigadas na região do Cerrado. **Revista Agrotecnologia**, Anápolis, v. 4, n. 1, p. 58-73, 2013.

ARANTES, K. R.; ARANTES, S. A. C. M.; FARIA, M. A.; REZENDE, F. C. Desenvolvimento do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) podado sob irrigação. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, Alta Floresta, v.4, n.1, p.75-66, 2006.

BRAGA, F.; VALE, F.R.; VENTORIM, N.; AUBERT, E.; LOPES, G.A. Exigências nutricionais de quatro espécies. **Revista Árvore**, Viçosa, v.19, n.1, p.18-31,1995.

BRITO, B.V.; CASAROLI, D.; PEREIRA, G.W.M.; ROSA, F.O.; ALVES Jr., J. Aptidão edafoclimática da cultura do Mogno Africano para o Estado de Goiás utilizando uma ferramenta SIG. In SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 16, Foz do Iguaçu. Anais..., SBSR, 2013. 2013. (CD-ROM).

CARVALHO, P.E.R. Mogno - *Swietenia macrophylla*. Circular Técnico, Embrapa Florestas, Colombo, PR, Nov, 2007.

COELHO, E.F.; SANTOS, M.R.; FILHO, M.A.C. Distribuição de raízes de mamoeiro sob diferentes sistemas de irrigação localizada em latossolo de tabuleiros costeiros. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.27, n.1, p.175-178, 2005.

CORDEIRO, Y.E.M. Potencial de uso em recuperação de áreas degradadas: Um estudo de

três espécies nativas da Amazônia Oriental sob dois regimes hídricos. Belém-Pa, 2012. 89 p.

CORDEIRO, Y.E.M.; PINHEIRO, H.A.; SANTOS FILHO, B.G. DOS; CORRÊA, S.S.; DIAS FILHO, M.B. Physiological and morphological responses of Young mahogany (*Swietenia macrophylla* King) plants to drought. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam v.258, n. 7, p.1449-1455, 2009.

DUBOC, E. Requerimentos nutricionais de espécies nativas: *Hymenaea courbaril* L, var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang (Jatoba) *Copaifera langsdorffii* desf, (Oleo copaíba) *Peltophorus dubium* (Spreng.) Taub, (Canasfistula), Lavras, 1994, 68p. Dissertação (Mestrado Engenharia Florestal) – Faculdade de Engenharia Florestal, UFLA.

EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2006, 360p. (2 ed.).

FERNANDES, L.A.; FURTINI NETO, A.E.; FONSECA, F.C.; VALE, F.R. Crescimento inicial, níveis críticos de fósforo e frações fosfatadas em espécies florestais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.6, p.1191-1198, 2000.

FERNANDES, A.L.T.; FLORÊNCIO, T.M.; DE FARIA, M.F.; Recuperação de áreas degradadas Serviços Ambientais e Sustentabilidade. In: Seminário de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul, 2, Taubaté. Anais... SERHIDRO-SP, 2009, 2009.

FERREIRA, D.F. Sisvar - sistema de análise de variância para dados balanceados, Lavras: UFLA, p.19, 1998.

FRANCO, A.C. Seasonal patterns of gas exchange, water relations and growth of *Roupala montana*, an evergreen savanna species. **Plant Ecology**, Berlim, v.136, p.69-76, 1998.

LOPES, J. L. W.; GUERRINI, I. A.; SAAD, J. C. C. Qualidade de mudas de eucalipto produzidas sob diferentes lâminas de irrigação e dois tipos de substrato. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.31, n.5, p.835-843, 2007.

MALAVOLTA, E. Elementos de nutrição mineral de plantas. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980, p.220.

MATTOS, E.A.; LOBO, P.C.; JOLY, C.A. Overnight rainfall inducing rapid changes in photosynthetic behaviour in a cerrado woody species during a dry spell amidst the rainy season. **Australian Journal of Botany**, Camberra, v.50, p.241-246, 2002.

MENDONÇA, A.V.R.; NOGUEIRA, F.D.; VENTURIN, N.; SOUZA, J.S. Exigências nutricionais de *Myracrodruon urundeuva* fr. All (aroeira do sertão). **Cerne**, Lavras, v.5, n.2, p.65-75, 1999.

NOGUEIRA, C.C.P.; COELHO, E.F.; LEÃO, M.C.S.; Características e dimensões do volume de um solo molhado sob gotejamento superficial e subsuperficial. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v.4, n.3, p.315-320, 2000.

PEREIRA, A.R.; ANGELOCCI, L.R.; SENTELHAS, P.C. Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas. Guaíba: Agropecuária, 2002. 487p.

REIS, M.G.F.; LELES, P.S.S.; NEVES, J.C.L.; GARCIA, N.C.P. Exigências nutricionais de mudas de *Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. Allem (jacarandá da Bahia) produzidas em dois níveis de sombreamento. **Revista Árvore**, v.21, Viçosa, n.4, p.463-471, 1997.

SALLENAVE, N.P. Caractéristiques et propriétés des acajous. revue bois et forêts des tropiques. Campus International de Baillarguet, Francia, n.56, p.43-52, 1958.

SCHWARTZMAN, M. & ZUR, B. Emitter spacing and geometry of wetted soil volume. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, Newark, v.112, n.3, p.242-253, 1986.

SOIL SURVEY STAFF. Soil Taxonomy: a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. Handbook 436, United States Government Printing Office, Woshington DC, 2006. 696p. (2 ed.).

SILVA, R.T.L. Produtividade e qualidade de frutos de goiabeira (*Psidium guajava* L.) irrigada por gotejamento. Santa Maria, 2012. 100p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Faculdade de Engenharia Agrícola, UFSM.

SILVA, S.C.; SOARES, E.G.S.; RIBEIRO, J.R. Informações meteorológicas para pesquisa e planejamento agrícola, referentes ao município de Santo Antonio de Goiás, GO, 2006. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2007. p.31.

SILVA, M.A.G. & MUNIZ, A.S. Exigências nutricionais de cedro (*Cedrela fissilis* Velloso) em solução nutritiva. **Revista árvore**, Viçosa, v.19, n.3, p.415-425, 1995.

SIQUEIRA. Aspectos de solos, nutrição vegetal e microbiologia na implantação de Matas Ciliares. Belo Horizonte-MG: CEMIG, p.23, 1995.

SOERIANEGARA, I.; LEMMENS, R. H. M. J. Timber tree: major commercial timber. Plant resources of South-East Asia, v.1, n.5, p.610, 1993.

SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E.; REIN, T.A. Adubação com fósforo. In: SOUSA, D. M. G.; LOBATO E. (Ed.). Cerrado: Correção do solo e Adubação. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica. p.147-168, 2004.

SOUZA, C.A.S.; TUCCI, C.A.F.; SILVA, J.F.; RIBEIRO, W.O. Exigências nutricionais e crescimento de plantas de mogno (*Swietenia macrophylla* King.). **Acta Amazonica**, Manaus, v.40, n.3, p.515-522, 2010.

TUCCI, C.A.F.; LIMA, H.M.; LESSA, J.F. Adubação nitrogenada na produção de mudas de mogno (*Swietenia macrophylla* King). **Acta Amazonica**, Manaus, v. 39, n. 2, p. 289-294, 2009.

4 CRESCIMENTO DE PLANTAS DE MOGNO AFRICANO (*Khaya ivorensis*) IRRIGADAS POR MICROASPERSÃO, SUBMETIDAS A DIFERENTES VOLUMES DE ÁGUA NAS CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS DO CERRADO GOIANO

RESUMO

No cultivo de mogno africano na região do cerrado, é comum o uso de irrigação semanal das mudas transplantadas para garantir o bom pegamento e crescimento inicial das plantas. Dentre os sistemas de irrigação localizada, a microaspersão se destaca por proporcionar menor entupimento, maior área molhada por planta, e com alta eficiência de aplicação de água. Entretanto, há muitas dúvidas relacionadas à necessidade hídrica desta espécie para se obter o melhor crescimento de plantas. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar o crescimento de plantas de mogno africano (*Khaya ivorensis*) em Bonfinópolis-GO, nos dois primeiros anos de cultivo no campo, espaçadas 5x5m em Latossolo vermelho distroférico, irrigadas por microaspersão, utilizando 1 emissor para cada 2 plantas, com diferentes vazões: 20, 30, 35, 40, 50, 58, 70 e 90 L.h⁻¹ além da testemunha sem irrigação. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com três blocos (DBC). As variáveis analisadas foram: diâmetro de caule no colo da planta, diâmetro à altura do peito (DAP), altura de planta e de fuste. Os resultados mostraram que, houve diferenças estatísticas significativas (P>0,01) entre as plantas irrigadas, com resposta linear a lâmina aplicada, tendo como melhor tratamento o microaspersor de vazão 90 L.h⁻¹ e raio molhado de 3,5 m, aplicando 34 L.planta⁻¹.dia⁻¹, nos dois primeiros anos de cultivo do mogno.

Palavras-chave: Déficit hídrico, irrigação localizada, madeiras nobres.

GROWTH OF AFRICAN MAHOGANY TREES IRRIGATED BY MICROSPRINKLER TO DIFFERENT IRRIGATION LEVELS IN BRAZILIAN SANANNA IN GOIÁS

ABSTRACT

The cultivation of African mahogany in the Cerrado region, it is common the use of weekly irrigation of the seedlings transplanted to ensure good fruit set and initial seedling growth. Among the systems of localized irrigation, micro spray stands out for providing lower clogging, and a larger wetted area per plant, and with high efficiency of water application. However, there are many questions related to the water requirement of this species to obtain the best plant growth. The objective of this study was to evaluate the growth of plants mahogany (*Khaya ivorensis*) in Bonfinópolis-GO, the first year in field, in clayey texture Oxisolo spaced 5x5m, irrigated by microsprinkler system, using one emitter per each two trees, with different flow rates: 20, 30, 35, 40, 50, 58, 70 and 90 L.h⁻¹, and no irrigated treatment. The experimental design used was a randomized blocks with three blocks. The variables analyzed were: stem diameter, trees and stem heights. The results

showed that there were no significant differences ($P > 0.01$) between plants irrigated with linear response to applied blade, with the best treatment the emitter flow 90 L.h^{-1} and wet radius of 3.5 m, applying $34 \text{ L.plant}^{-1}.\text{day}^{-1}$, the first two years of mahogany in the field.

Key words: *Khaya ivorensis*, water stress, trickle irrigation, hardwoods

4.1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o segundo colocado no “ranking” dos países com maior cobertura florestal no mundo (Mattos & Juvenal 2002). Segundo o Ministério do Meio Ambiente (2010), são 516 milhões de hectares, o que corresponde a cerca de 60,7% do território nacional, de florestas naturais e plantadas, perdendo apenas para Rússia.

Devido a essa abundante cobertura vegetal, as florestas do Brasil foram e vem sendo exploradas de maneira extrativista e desenfreada desde o descobrimento do país, iniciando com o Pau-Brasil, explorado pela colônia de Portugal. Atualmente, o Brasil é assistido por leis restritivas, como o código florestal, quanto à exploração indevida e criminosa de madeiras nobres naturais que ocorreu ao longo dos anos desde o seu descobrimento, o que fez com que boa parte das madeiras sumisse das matas brasileiras.

O reflorestamento representa uma alternativa para diminuir o desmatamento e atender à legislação brasileira, assim o cultivo de espécies florestais de madeira nobre passa a ser uma grande saída para a indústria moveleira no país, tanto para atender o mercado interno, como para exportação. O que apresenta como uma grande oportunidade para os produtores rurais, pois se mostra uma atividade mais lucrativa que agricultura e pecuária.

Além das espécies de eucalipto e pinus, já concretizadas no cenário nacional como madeiras fornecedoras de matéria-prima para inúmeros fins, existem iniciativas da introdução de novas espécies com potencial madeireiro e uma delas é o mogno africano (*Khaya ivorensis*).

O mogno de origem africana, que pertence à família Meliaceae, se destaca pela alta qualidade da madeira dura e por sua resistência aos ataques da broca-do-ponteiro (*Hypsipyla grandella* Zeller), cuja larva destrói a região apical das plantas atacadas, resultando na depreciação da madeira. Meliaceas lenhosas, como cedros e mognos da

espécie *K. senegalensis*, também cultivados no Brasil, são altamente susceptíveis ao ataque dessa praga (Tremacoldi et al., 2013).

A similaridade edafoclimática entre sua região de origem na África e o Cerrado Brasileiro confere ao país um grande potencial para reflorestamentos com essa espécie. Na região do Estado do Pará, o mogno africano, é bastante visado por proprietários rurais e empresas reflorestadoras (Walters et al., 2005), porém muitos plantios foram iniciados sem as devidas recomendações técnicas por falta de estudos específicos sobre essa espécie.

Pelas características da cultura, estima-se que em regiões com precipitação pluviométrica acima de 1200 mm, como é o caso do cerrado, não necessita o uso de irrigação, desde que o plantio seja realizado no início do período chuvoso. Entretanto, tem-se uma hipótese que, irrigando a cultura nos primeiros anos, fase em que o sistema radicular da cultura está pouco desenvolvido deixando as plantas vulneráveis ao déficit hídrico, as plantas terão um crescimento mais acelerado. Ressalta-se que na região do cerrado tem-se um déficit hídrico característico de abril a setembro, a irrigação poderia viabilizar o plantio, em qualquer época do ano, principalmente nos meses em que os recursos hídricos disponíveis são limitados.

Entre os métodos de irrigação disponíveis, a irrigação localizada se destaca pela economia de água, energia, mão de obra e baixo custo de manutenção em geral, apesar de apresentar um alto custo de implantação. Dentro deste método, o sistema de microaspersão é uma boa opção, por proporcionar uma área molhada maior que por gotejamento, já que pouca informação se tem sobre a distribuição do sistema radicular da cultura e com isso há dificuldade de se definir o número de bulbos molhados por planta. Essa vantagem é ainda maior em solos com textura arenosa.

Entretanto, pouco ou nada se sabe sobre a necessidade hídrica da cultura do mogno africano, o que dificulta recomendar a técnica da irrigação para cultura na região do cerrado. Dessa maneira, propôs este estudo, com o objetivo de avaliar o crescimento de plantas de mogno africano, irrigadas por microaspersão, aplicando diferentes volumes de água por planta nos dois primeiros anos de cultivo na região de Bonfinópolis-GO.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em uma área experimental em Bonfinópolis-GO (16°35'49" de latitude Sul e 49°16'39" de longitude Oeste e altitude de 780 m), cuja

temperatura média anual é de 23,0 °C. A umidade relativa do ar média de 71%, e a precipitação média anual de 1487 mm, como estações secas e chuvosas bem definidas (período chuvoso de outubro a abril, e período seco de maio a setembro). O clima da região é Aw, tropical de savana, megatérmico, segundo a classificação de Köppen. A perda de água por evaporação, média anual, medida pelo tanque classe A, é da ordem de 1915 mm. Com relação à velocidade do vento, os mais fortes são registrados no mês de setembro (Silva et al., 2007).

A pesquisa constituiu de um experimento a campo, para avaliar o crescimento de plantas de Mogno Africano (*Khaya ivorensis*), quanto sua resposta à irrigação por microaspersão em diferentes níveis de água. O espaçamento entre plantas foi de 5 m x 5 m. A instalação do experimento ocorreu em março de 2012, utilizando mudas de mogno africano já em formação, com diâmetro médio de 0,8 cm, altura total média de 32 cm e altura de fuste de 7,5 cm.

O preparo da área foi realizado em agosto de 2011, com uma aração de disco e duas gradagens, com incorporação de calcário dolomítico suficiente para elevar a saturação de bases para 70%.

O plantio foi realizado com adubação de 100g P₂O₅ por cova, utilizando como fonte de fósforo superfosfato simples. Para garantir um melhor pegamento das mudas, após o transplante foram realizadas irrigações de cinco litros de água por planta, incluindo o tratamento não irrigado.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos completos casualizados, com 3 blocos, 10 tratamentos e 3 repetições. Os tratamentos foram estabelecidos em Maio de 2012, utilizando irrigação por microaspersão, um emissor para cada duas plantas no espaçamento entre linhas (2,5 m distante das plantas), com linhas de irrigação alternadas - 1 linha de irrigação para cada 2 linhas de plantas, com as seguintes vazões: 20, 30, 35, 40, 50, 58, 70 e 90 L.h⁻¹, proporcionando 5,0; 5,0; 5,0; 5,0; 7,0; 7,0; 7,0; 7,0 m de diâmetro molhado, respectivamente, mais a testemunha sem irrigação (Tabela 4.1). Os microaspersores (autocompensantes) utilizados foram da marca Netafim, do modelo GYRONETTM. (Figura 4.1).

Tabela 4.1. Volume de água aplicado por planta de Mogno Africano (*Khaya ivorensis*) por microaspersão (1 emissor para cada 2 plantas), durante o período de cultivo, em Bonfinópolis-GO.

Tratamento	Raio molhado (m)	Vazão do emissor L.h ⁻¹	Volume de água por planta	
			Maio a Setembro de 2012 Junho a Setembro de 2013	Outubro de 2012
			L/planta/dia (semana)	
			1 h.dia ⁻¹	0,75 h.dia ⁻¹
T1	0	0	0	0
T2	2,5	20	10 (70)	7,5 (52,5)
T3	2,5	30	15 (105)	11,25 (78,7)
T4	2,5	35	17,5 (122,5)	13,12 (91,8)
T5	2,5	40	20 (280)	15 (105)
T6	3,5	50	25 (175)	18,75 (131,2)
T7	3,5	58	29 (203)	21,75 (152,2)
T8	3,5	70	35 (245)	26,25 (183,75)
T9	3,5	90	45 (315)	33,75 (236,25)

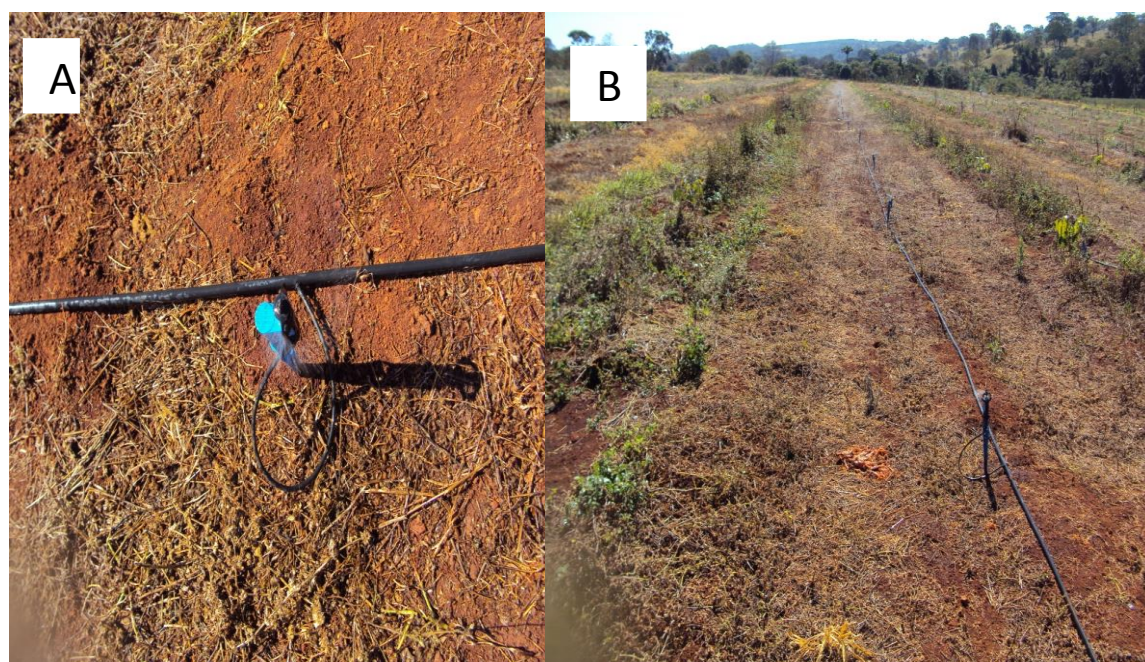


Figura 4.1. Detalhe de parcela experimental irrigada. (A): Destaque do microaspersor de 50 L.h⁻¹ e (B) detalhe para 1 linha de irrigação para 2 fileiras de plantas.

A irrigação foi realizada durante o período seco do ano (maio a outubro de 2012 e junho a setembro de 2013). Nos tratamentos irrigados, as irrigações foram realizadas diariamente, e a quantidade de água aplicada foi estimada a partir da evapotranspiração da cultura (ET_c) calculado a partir da evapotranspiração de referência

(ETo) e coeficiente de cultura (Kc) (Figura 4.2). Para estimativa da ETo utilizou-se o modelo de Thornthwaite-Camargo para 2012 e Penman-Monteith-FAO para 2013. Os dados meteorológicos (chuva, temperatura e umidade relativa do ar, velocidade do vento e radiação) foram obtidos em estação meteorológica localizada próximo da área experimental. Para o volume de água por planta calculado, utilizou um coeficiente de cultura (Kc) de 0,5 para o primeiro ano e de 0,7 para o segundo com base na fruticultura e coeficiente de redução de irrigação localizada ($Kloc$) em função da porcentagem de área molhada de acordo com (Feres, 1981).

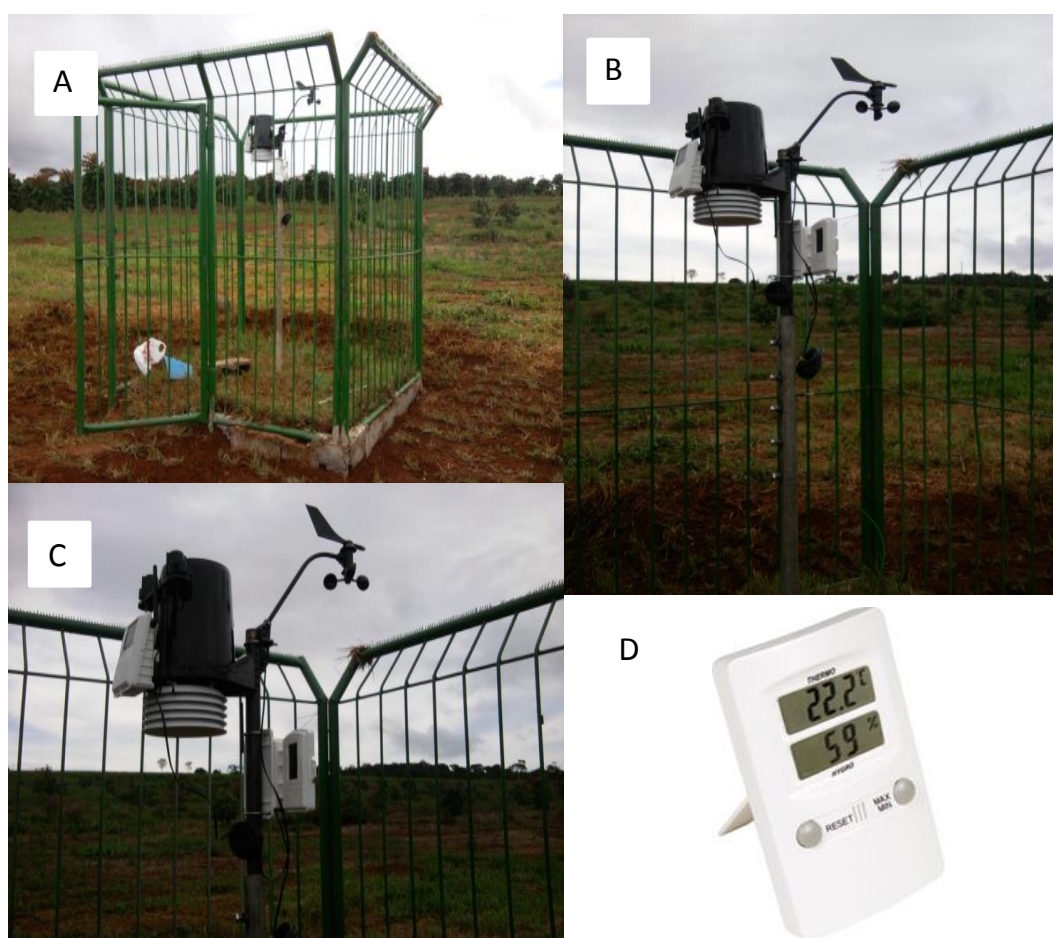


Figura 4.2. Detalhes das estações meteorológicas: automatizada Davis Vantage PRO2 (A), com console wireless (B), e convencional, a 2 metros de altura (C) e sensor digital Thermo-higrômetro TFA (D), instalados a 50 m da área experimental de Mogno Africano, Bonfinópolis-GO (2012-2013).

A estimativa da evapotranspiração de referencia mensal, em um mês qualquer, foi realizada por meio do método de Thornthwaite - Camargo como pode ser observado na equação 1, 2 e 3:

$$ET_o = ET_p \cdot COR \quad (1)$$

$$ET_p = 16 \cdot \left(10 \cdot \frac{T_{ef}}{I}\right)^a \quad (2)$$

$$COR = \frac{N}{12} \cdot \frac{NDP}{30} \quad (3)$$

em que:

ET_p: Evapotranspiração padrão, mm.mês⁻¹;

COR: Fator de correção;

T_{ef}: Temperatura efetiva, °C;

I: Índice térmico regional;

a: Índice térmico regional;

N: Fotoperíodo do mês em questão;

NDP: Dias do período em questão;

Os índices térmicos regionais (I e a) foram obtidos pelas equações 4 e 5.

$$I = \sum_1^{12} (0,2T_i)^{1,514} \quad (4)$$

$$a = 0,49239 + 1,7912 \cdot 10^{-2} \cdot I - 7,71 \cdot 10^{-5} \cdot I^2 + 6,75 \cdot 10^{-7} \cdot I^3 \quad (5)$$

em que:

T_i: Temperatura média mensal normal climatológica, °C;

I: Índice de calor da região;

a: Função cúbica de I;

Para a estimativa da necessidade hídrica das plantas, o volume de água aplicada por planta e o tempo de irrigação foram obtidos pelas expressões 6 e 7, respectivamente;

$$Vol = ET_o.Kc.Kloc.AP \quad (6)$$

$$TI = \frac{(q/ef)}{Vol} \quad (7)$$

em que:

Kc: Coeficiente da cultura (obs: Pela falta de informações sobre a necessidade hídrica do mogno, e por se tratar de um planta em formação, o Kc adotado foi 0,5 para o primeiro ano e de 0,7 para o segundo).

Kloc: Coeficiente de redução da evapotranspiração para irrigação localizada (Fereres, 1981);

AP: Área útil de cada planta, m² (5 x5 m);

q: Vazão do gotejador, L.h⁻¹;

ef: Eficiência de aplicação de água (85%);

A avaliação das plantas foi realizada bimestralmente (março, maio, julho, setembro, novembro de 2012, janeiro, março, maio, julho, setembro e novembro de 2013), com base nas variáveis, altura total (medida da extremidade superior do ramo ortotrópico até o nível do solo, utilizando régua com precisão milimétrica); altura de fuste (medida da distância entre o nível do solo até a inserção da primeira folha), diâmetro do tronco rente ao solo (medida com o auxílio de um paquímetro). A partir do mês de maio a variável diâmetro de caule foi substituída pelo diâmetro à altura do peito (1,30 m do solo) devido à altura das plantas (Figura 4.3).

Para análise estatística dos dados foi utilizado, o programa computacional SISVAR – Sistema de Análise de Variância (Ferreira, 1998). Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância. Quando os dados dos tratamentos apresentaram diferenças significativas realizaram-se análises de regressão. Neste caso os graus de

liberdade dos tratamentos foram decompostos em componentes de regressão polinomial optando-se pelo modelo de mais alto grau significativo.



Figura 4.3. O crescimento de plantas de Mogno Africano sendo avaliado com base em 4 variáveis: diâmetro de caule no colo da planta (A), altura total e altura de fuste (B), diâmetro com casca à altura do peito (1,30 m) (C) em Bonfinópolis-GO, 2012/2013.

4.3 RESULTADO E DISCUSSÃO

A irrigação influenciou o crescimento de plantas jovens de mogno africano em campo. Para altura de planta, diâmetro de caule e altura de fuste, houve efeito significativo entre os níveis de irrigação, apresentando comportamento linear, sendo o microaspersor de 90 L.h⁻¹ o que proporcionou maior altura de planta (3,72 m), diâmetro à altura do peito (0,057 m) e altura de fuste (0,94 m).

A variável que melhor respondeu aos tratamentos submetidos, na última avaliação em novembro de 2013 foi altura de fuste, pois apresentou o maior valor do coeficiente de determinação ($R^2 = 0,9653$) e coeficiente de correlação ($r = 0,9825$), o que significa que, 96,53% da variabilidade entre o fuste das plantas é explicada pela variação entre as vazões dos emissores e a força de relação entre o fuste das plantas e vazão dos emissores é de 98,25%. Ao contrário, a variável que menos respondeu aos tratamentos foi a variável altura total ($R^2 = 0,8235$ e $r = 0,9075$), evidenciando que apenas 82,35% da variabilidade entre a altura total é explicada pela variação de vazão. As análises de regressão das 10 avaliações podem ser observadas no quadro de resumo da análise de regressão (Tabela 4.2) e na Figura 4.4.

Nos tratamentos irrigados, o tempo de funcionamento do sistema de irrigação foi de 1 hora.dia⁻¹ para os meses de Maio a Setembro de 2012 e Junho a Setembro de 2013

e 0,75 hora.dia⁻¹ para o mês de Outubro de 2012. A chuva obtida durante o período do experimento, de março de 2012 a novembro de 2013, em campo foi de 2216,2 mm.

Tabela 4.2. Resumo da análise de regressão com o quadrado médio, para altura de planta, altura de fuste e diâmetro à altura do peito de mogno africano, em resposta a irrigação por microaspersão.

FV	Altura Total – QM									
	Mai/12	Jul/12	Set/12	Nov/12	Jan/13	Mar/13	Mai/13	Jul/13	Set/13	Nov/13
Reg. Linear	0,355 ns	2,681 ns	44,960 ns	69,092 ns	174,050 **	772,938 **	3356,295 **	12951,808 **	14115,755 **	11694,898 **
Reg. Quadra	0,694 ns	16,990 ns	1,049 ns	148,806 *	2,256 ns	10,607 ns	161,869 ns	0,380 ns	227,678 ns	1114,837 ns
FV	Altura Fuste – QM									
	Mai/12	Jul/12	Set/12	Nov/12	Jan/13	Mar/13	Mai/13	Jul/13	Set/13	Nov/13
Reg. Linear	3,146 ns	2,0565 ns	1,285 ns	7,775 ns	420,138 ns	0,005 ns	216,679 *	899,691 **	2156,272 **	3818,005 **
Reg. Quadra	3,887 ns	0,447 ns	26,686 ns	17,365 ns	64,256 ns	17,824 **	60,057 ns	6,965 ns	0,337 ns	4,858 ns
FV	Diâmetro no colo - QM						DAP – QM			
	Mai/12	Jul/12	Set/12	Nov/12	Jan/13	Mar/13	Mai/13	Jul/13	Set/13	Nov/13
Reg. Linear	0,0005 ns	0,021 ns	0,114 **	0,070 *	0,392 **	1,027 **	2,316 **	7,097 **	8,659 **	6,700 **
Reg. Quadra	0,001 ns	0,0004 ns	0,008 ns	0,232 **	0,028 ns	0,059 ns	0,108 ns	0,167 ns	0,115 ns	0,004 ns

^{ns} Não significativo (p >= 0,05)

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade (p < 0,01)

* Significativo para ao nível de 5% de probabilidade (0,01 <= p < 0,05)

Na Tabela, é possível observar, tendo como base o tratamento de maior vazão e o tratamento sem irrigação, analisando horizontalmente, mês a mês a variável altura total e diâmetro de caule no colo da planta, que ambos obtiveram praticamente a mesma leitura entre si aos 60 dias após o transplântio. Após 4 meses (Setembro de 2012) do início da aplicação de água o tratamento com maior vazão superou o tratamento sem irrigação. Isso pode ser explicado pelo fato de que sem a água as plantas sem irrigação sentiram mais ao transplântio e demoraram a se desenvolver. Com o início do déficit hídrico, a planta reduz seu processo de expansão foliar que, por consequência, inibe sua expansão foliar e seu crescimento. De novembro a janeiro, devido a maior disponibilidade hídrica e maior disponibilidade de energia ambos os tratamentos se desenvolveram de forma igual até o início da estação seca do próximo ano (março de 2013), onde o índice de crescimento das plantas não irrigadas diminuiu novamente, tendo essa diferença entre os tratamentos até a última leitura chegando a 1 m.

Para a variável altura de fuste, comparando o tratamento de maior vazão e o tratamento sem irrigação, pode-se observar que ambos tiveram seu maior índice de

crescimento no período de novembro de 2012 a janeiro de 2013, também devido à quantidade de água e ao fotoperíodo, saindo de 0,29 m e 0,26 m chegando até 0,40 m e 0,58 m, para altura de fuste das plantas submetidas ao tratamento do emissor com vazão de 90 L.h⁻¹ e sem irrigação, respectivamente.

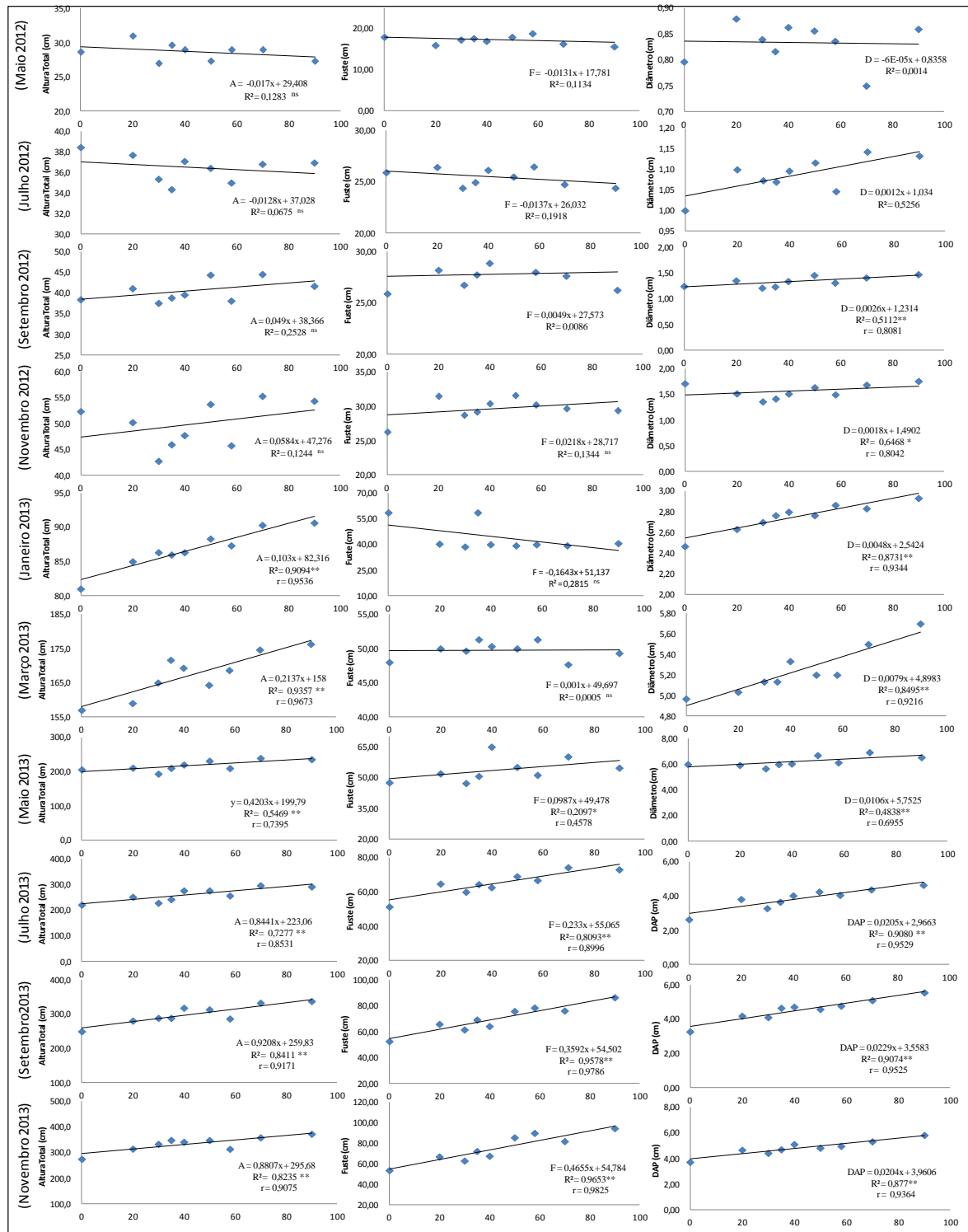


Figura 4.4. Altura de planta, altura de fuste, diâmetro de caule e DAP (**significativo)

p<0,01) de plantas de mogno africano em função de níveis de irrigação aplicados por microaspersão, em Maio 2012 a Novembro de 2013, Bonfinópolis-GO.

Tabela 4.3. Médias dos dados da última avaliação das variáveis: altura total, DAP e fuste, submetidas aos tratamentos de irrigação e sem irrigação, em Bonfinópolis-Go.

	Altura de planta										Altura de fuste				
	2012				2013						2012				2013
	Mai	Jul	Set	Nov	Jan	Mar	Mai	Jul	Set	Nov	Mai	Jul	Set	Nov	Jan
	60	120	180	240	380	440	500	560	620	680	60	120	180	240	380
90 L.h ⁻¹	0,27 G	0,36 G	0,41 G	0,54 G	0,90 F	1,76 E	2,36 D	2,91 C	3,38 B	3,72 A	0,15 E	0,24 DE	0,26 DE	0,29 DE	0,40 CD
70 L.h ⁻¹	0,27 F	0,36 F	0,44 F	0,55 F	0,90 E	1,74 D	2,40 C	2,9 6 B	3,33 A	3,58 A	0,16 F	0,24 EF	0,27 EF	0,29 EF	0,39 DE
58 L.h ⁻¹	0,29 F	0,35 F	0,38 F	0,45 F	0,87 E	1,68 D	2,10 C	2,56 B	2,87 AB	3,14 A	0,18 F	0,26 EF	0,28 EF	0,30 EF	0,40 DE
50 L.h ⁻¹	0,27 G	0,36 G	0,44 G	0,53 G	0,88 F	1,64 E	2,31 D	2,76 C	3,14 B	3,48 A	0,18 F	0,25 EF	0,30 EF	0,31 EF	0,39 DE
40 L.h ⁻¹	0,29 F	0,37 F	0,39 F	0,47 F	0,86 E	1,69 D	2,20 C	2,76 B	3,18 A	3,41 A	0,17 E	0,26 DE	0,28 DE	0,30 DE	0,40 CD
35 L.h ⁻¹	0,29 F	0,34 F	0,38 F	0,45 F	0,86 E	1,71 D	2,10 C	2,42 C	2,89 B	3,48 A	0,17 C	0,24 C	0,27 C	0,29 C	0,58 AB
30 L.h ⁻¹	0,27 F	0,35 F	0,37 F	0,42 F	0,86 E	1,65 D	1,94 D	2,27 C	2,89 B	3,33 A	0,17 D	0,24 CD	0,26 CD	0,28 CD	0,38 BC
20 L.h ⁻¹	0,28 F	0,37 F	0,41 F	0,50 F	0,85 E	1,59 D	2,11 C	2,51 B	2,81B	3,14 A	0,17 E	0,26 DE	0,28 DE	0,31 DE	0,40 CD
Sem Irrig.	0,28 E	0,38 E	0,38 E	0,52 DE	0,81 D	1,57 C	2,06 B	1,90 B	2,50 A	2,75 A	0,18 B	0,25 B	0,25 B	0,26 B	0,58 A

	Diâmetro de caule no colo da planta					Diâm. Alt. do Peito					Altura de fuste				
	2012				2013						2013				
	Mai	Jul	Set	Nov	Jan	Mar	Mai	Jul	Set	Nov	Mar	Mai	Jul	Set	Nov
	60	120	180	240	380	440	500	560	620	680	440	500	560	620	680
90 L.h ⁻¹	0,008 F	0,011 EF	0,014 DE	0,017 D	0,029 C	0,057 B	0,065 A	0,046 B	0,055A	0,058A	0,49 C	0,54 C	0,73 B	0,86 AB	0,94 A
70 L.h ⁻¹	0,007 F	0,011 EF	0,014 DE	0,016 D	0,028 C	0,055 B	0,069 A	0,043 B	0,051A B	0,053A	0,47 CD	0,60 BC	0,74 AB	0,76 AB	0,82 A
58 L.h ⁻¹	0,008 F	0,010 EF	0,013 DE	0,015 D	0,028 C	0,052 B	0,061 A	0,040 B	0,047A B	0,049A	0,51 CD	0,51 CD	0,66 BC	0,78 AB	0,90 A
50 L.h ⁻¹	0,008 F	0,011 EF	0,014 DE	0,016 D	0,027 C	0,052 B	0,067 A	0,042 A	0,045A	0,048A	0,50 D	0,55CD	0,69 BC	0,76 AB	0,85 A
40 L.h ⁻¹	0,008 E	0,01 DE	0,013 D	0,015 D	0,028 C	0,053 B	0,060 A	0,040 B	0,047A B	0,051A	0,50 BC	0,65 AB	0,62 AB	0,64 AB	0,67 A
35 L.h ⁻¹	0,008 E	0,01 DE	0,012 DE	0,014 D	0,027 C	0,051 B	0,060 A	0,036 B	0,046A	0,047A	0,51 B	0,50 B	0,64 AB	0,69 A	0,72 A
30 L.h ⁻¹	0,008 E	0,01 DE	0,012 DE	0,013 D	0,027 C	0,051 B	0,059 A	0,032 B	0,041A	0,044A	0,49 AB	0,47 AB	0,60 A	0,61 A	0,63 A
20 L.h ⁻¹	0,008 E	0,01 DE	0,013 D	0,015 D	0,026 C	0,050 B	0,059 A	0,038 B	0,042A B	0,046A	0,50 BC	0,52 ABC	0,64 AB	0,66 AB	0,67 A
Sem Irrig.	0,007 F	0,01 EF	0,012 E	0,017 D	0,024 C	0,049 B	0,060 A	0,026 B	0,032A B	0,037A	0,48 A	0,47 A	0,51 A	0,52 A	0,53 A

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro.

Apesar do tratamento com emissor de 90 L.h^{-1} ter se destacado dos demais essa diferença não foi tão grande entre os tratamentos de menores vazões, talvez devido ao fato de que anos de 2012 e 2013 foram anos atípicos, com ocorrências de chuvas até o mês de junho e início em setembro (Figura 4.5), o que provavelmente colaborou para que os plantas não fossem submetidas a um estresse hídrico tão rigoroso.

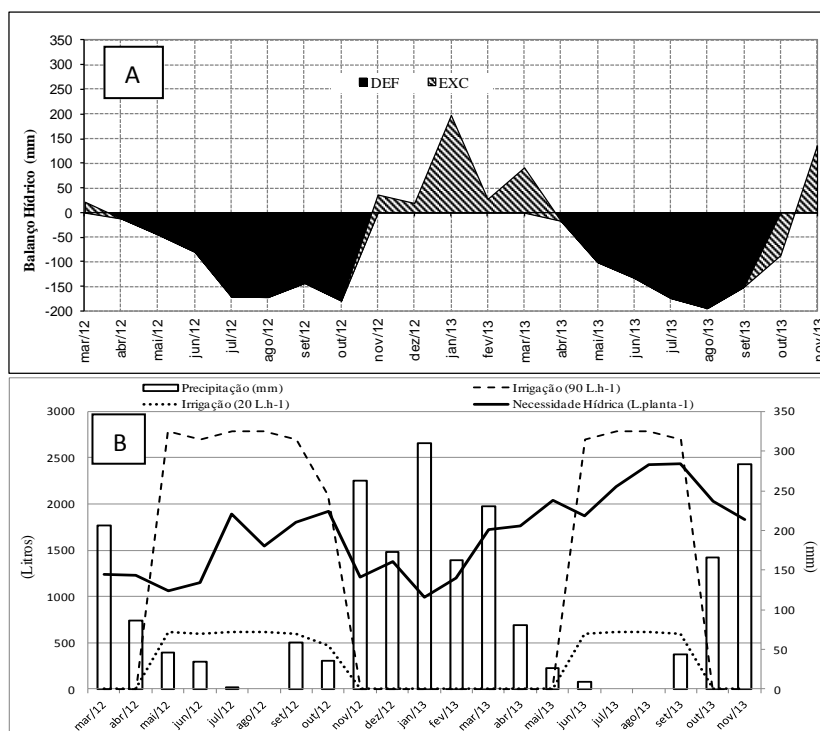


Figura 4.5. Balanço hídrico pelo método de Thornthwaite & Matter (Pereira et al., 2002), para o período de pesquisa (Março/2012 a Novembro/2013) utilizando um armazenamento de água no solo de 90 mm; e totais mensais de chuva (mm), necessidade hídrica da cultura ($\text{Litros.planta}^{-1}$) e quantidade de água fornecida pela sistema de irrigação com vazão de 90 L.h^{-1} e 20 L.h^{-1} .

É possível observar na Figura 4.6 que a taxa de crescimento das plantas se intensificaram no verão (Dezembro - Março), provavelmente influenciado pela máxima disponibilidade hídrica no solo, o efeito do fotoperíodo (maior disponibilidade energética), atrelado a maior disponibilidade de energia solar (Temperatura e radiação) característico nesta época do ano na região.

Nesse experimento, os emissores foram dispostos no campo, na entrelinha das linhas de mogno, a 2,5 m de distância de cada planta. Fato esse que pode provavelmente explicar essa diferença entre os tratamentos. Os microaspersores de maiores vazões ($58, 70$ e 90 L.h^{-1}) apresentaram raio molhado grande (3,5 m), cujo alcance, ultrapassava a linha de plantas (2,5 m), atendendo bem as necessidades hídricas da planta. Enquanto que o emissor

de vazão mais baixa (20 L.h^{-1}), com raio molhado pequeno de 2,5 m, atingia as plantas apenas com as pontas dos jatos, ou seja, provavelmente não atendendo as necessidades hídricas da planta de maneira satisfatória.

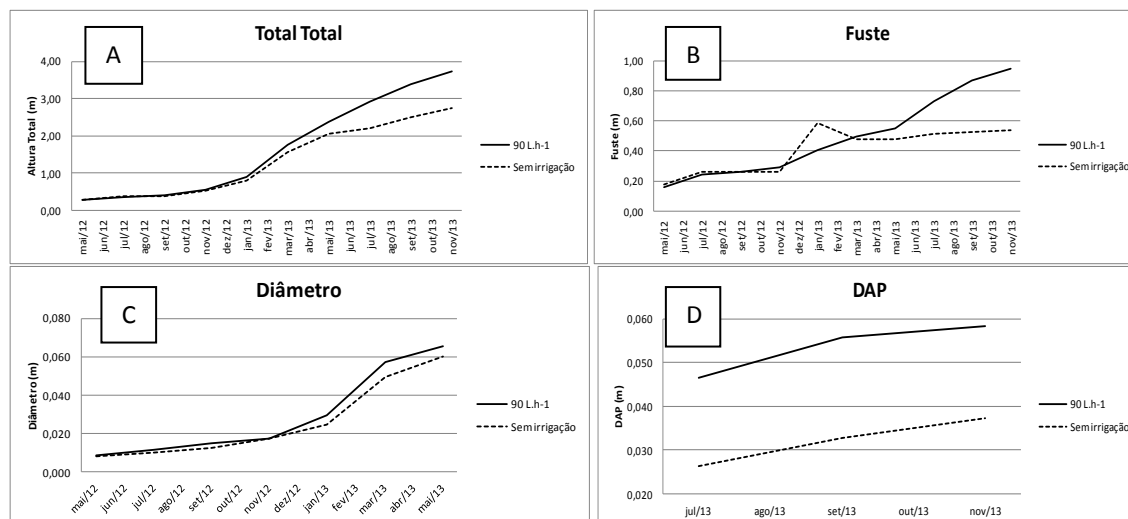


Figura 4.6. Dados médios de crescimento de plantas de mogno africano (altura total, altura de fuste, diâmetro e DAP) no período do experimento, plantadas no espaçamento 5 x 5 m na região de Bonfinópolis – GO. Os dados são representativos do período de março de 2012 a novembro de 2013, realizado com as médias do tratamento de 90 L.h^{-1} e o tratamento testemunha sem irrigação.

Na Figura 4.7 é possível notar a diferença de umidade do solo (g/g), em função da distância do solo coletado e o microaspersor (1,0 e 2,0 m); e a vazão dos emissores, em duas profundidades: 0-20 cm e 20-40 cm. A maior umidade é observada para o emissor de 90 L.h^{-1} , com as maiores taxas de água a 1 metro do emissor e a 20 cm de profundidade.

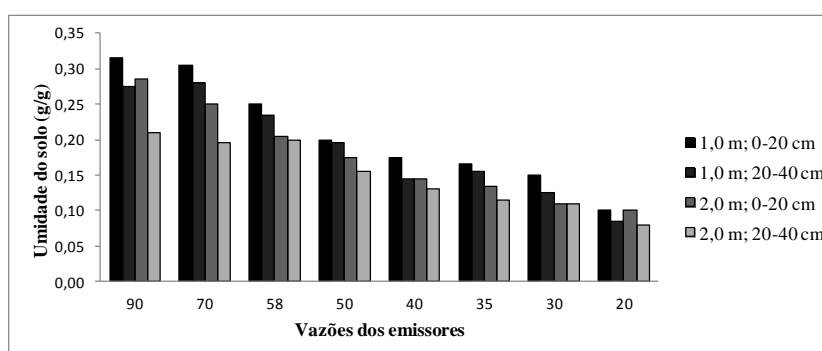


Figura 4.7. Análise do conteúdo de água no solo (g/g) coletado na área do experimento, a duas distâncias do microaspersor (1,0 e 2,0 m) e a duas profundidades (0-20 cm e 0-40 cm) com o sistema de irrigação ligado durante 0,5h.

Diante do exposto, foi observado que o desenvolvimento das plantas foi influenciado apenas pela quantidade de água fornecida. Isso porque, recomenda-se que para as culturas de maior espaçamento, a porcentagem de área molhada (PAM) deve ter um valor mínimo de 20% para regiões úmidas e 33% a 50% em regiões de baixas precipitações (López, 1992). Com um raio de 2,5 m, os emissores de menores vazões irrigavam 50% da área (Figura 4.8), portanto a maior influência entre os tratamentos certamente foi devido à quantidade de água aplicada e não a PAM. Assim a falta de água nos tratamentos inibiu um melhor desenvolvimento das plantas. Para Larcher (2006), a primeira e mais sensível resposta ao déficit hídrico é a diminuição da turgência das células e conseqüentemente à diminuição do processo em extensão da planta. Outro fator que pode ter prejudicado em maior grau o tratamento sem irrigação comparado com o irrigado é o fato de que o experimento foi instalado em março, no período final das chuvas na região do cerrado, e a irrigação só ocorreu dois meses depois em maio, onde a falta de água no estágio inicial da cultura limitou o número de folhas, por conseguinte a área foliar, número e taxas de crescimento dos ramos e o crescimento do caule (Osório et al., 1998).

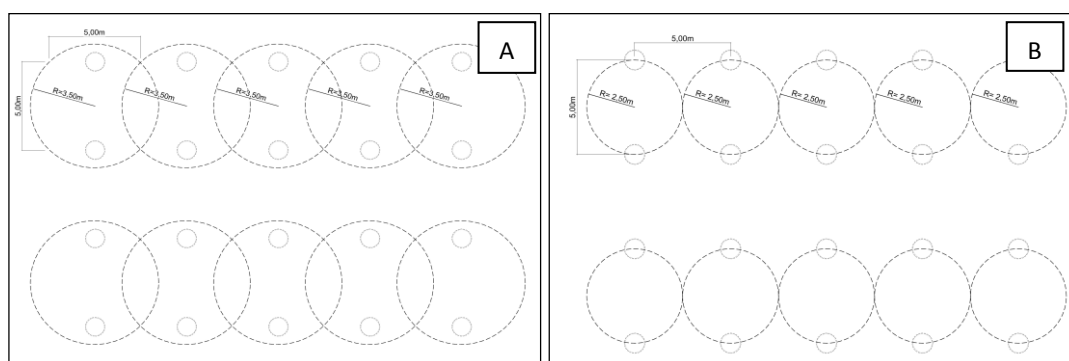


Figura 4.8. Esquema do raio molhado (A - 3,5 m e B- 2,5 m) dos microaspersores em campo, em Bonfinópolis-GO.

Cabral et al. (2004), estudando o crescimento de plantas jovens de *Tabebuia aurea* (Manso) Beth. & Hook. f. ex S. Moore submetidas a estresse hídrico observaram que o crescimento da parte aérea das plantas também foi influenciado pelo regime hídrico. Esses resultados são semelhantes aos encontrados por Barbosa (1991) que ao estudar o crescimento de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan (Leguminosae - Mimosoideae), cultivada com e sem suprimento hídrico, verificou que o estresse hídrico reduziu o crescimento do caule. E Barros & Barbosa (1995) constataram que o crescimento da parte aérea de plantas jovens de *Acacia farnesiana* Willd. (Leguminosae -

Mimosoideae) sem suprimento hídrico durante 90 dias, foi significativamente menor quando comparado aos tratamentos com suprimentos diários de água. Além disso, o déficit hídrico tem efeito negativo principalmente na fotossíntese, pois a água é um componente essencial para a reação desse mecanismo. A escassez de água no solo cria um estresse hídrico que afeta diretamente a eficiência fotossintética na planta. Com a falta de água os estômatos fecham e a resistência para a difusão do CO₂ dentro das folhas aumenta reduzindo também a taxa de respiração.

4.4 CONCLUSÕES

Conclui-se que plantas de mogno africano (*Khaya ivorensis*) respondem a irrigação por microaspersão em Bonfinópolis-GO, tanto para altura de planta, diâmetro no colo e à altura do peito e altura de fuste. E que plantas irrigadas com 1 emissor, para cada 2 plantas, de 90 L.h⁻¹ e 3,5 m de raio molhado, foram as que apresentaram o melhor crescimento.

4.5 REFERÊNCIAS

- BARBOSA, D. C. A. Crescimento de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan. (Leguminosae Mimosoideae). **Phyton**, Buenos Aires, v.52, n.1, p. 51-62, 1991.
- BARROS, L. M. & BARBOSA, D. C. A. Crescimento de *Acacia farnesiana* (L.) Willd. em casa de vegetação. **Phyton**, Buenos Aires, v.57, n., p. 179-191. 1995.
- CABRAL, E. L.; BARBOSA, D. C. A.; SIMABUKURO, E. A. Crescimento de plantas jovens de *Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook. f. ex S. Moore submetidas a estresse hídrico. **Acta Botanica Brasilica**, Viçosa, v.18, n.2, p. 241-251. 2004.
- FERERES, E. Papel de la fisiología vegetal en la microirrigación. Recomendaciones para Le manejo mejorado. Ponencia em IV Seminario Latinoamericano de Microirrigación. Barquisimeto, Venezuela, 1981. (Em prensa).
- FERREIRA, D.F. **Sisvar** - sistema de análise de variância para dados balanceados. Lavras: UFLA, 1998. p.19.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2004. 531 p.
- LÓPEZ, R.J., ABREU J.M.H., REGALADO, A.P., HERNÁNDEZ, J.F.G. Riego localizado. Madrid: Mundi-Prensa, 1992. 405p.
- MATTOS, T.L. & JUVENAL, R.L.G. **O setor florestal no Brasil e a importância do reflorestamento**. BNDES Setorial. Rio de Janeiro - RJ, nº 16, p. 3-30, set 2002.

OSÓRIO, J.; OSÓRIO, M.L.; CHAVES, M.M.; PEREIRA, J.S. Water deficits are more important in delaying growth than in changing patterns of carbon allocation in *Eucalyptus globulus*. **Tree Physiology**, Victoria, v. 18, n. 6, p. 363-373, 1998.

TREMACOLDI, C.R.; LUNZ, A.M.; COELHO, I. L.; BOARI, A.J. Cancro em mogno africano no estado do Pará. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v.33, n.74, p.221-225, 2013.

BRASIL. Ministério do meio ambiente (MMA). Serviço Florestal Brasileiro (SFB). **Florestas do Brasil em resumo**, Brasília, 152p. 2010.

WALTERS, B.B.; SABOGAL, C.; SNOOK, L.K.; ALMEIDA, E. Constraints and opportunities for better silvicultural practice in tropical forestry: an interdisciplinary approach. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 209, n. 1, p. 3-18, 2005.

SCHWARTZMAN, M. & ZUR, B. Emitter spacing and geometry of wetted soil volume, **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, Reston, v.112, n.3, p.242-253,1986.

SILVA, S.C.; SOARES, E.G.S.; RIBEIRO, J.R. Informações meteorológicas para pesquisa e planejamento agrícola, referentes ao município de Santo Antonio de Goiás, Go. 2006, Santo Antônio de Goiás: Embrapa arroz e feijão. p. 31, 2007.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

- Plantas jovens de mogno africano, nos dois primeiros anos, respondem a irrigação na região do cerrado (Bonfinópolis-GO), tanto ao gotejamento quanto a microaspersão para as variáveis altura de planta, diâmetro no colo e à altura do peito e altura de fuste

- Para o sistema de gotejamento:

- 1º ano e 2º ano: as plantas devem ser irrigadas por 1 got.planta⁻¹ de 2 L.h⁻¹.

- As plantas não respondem a adubação de cobertura com N e K.

- Para a microaspersão:

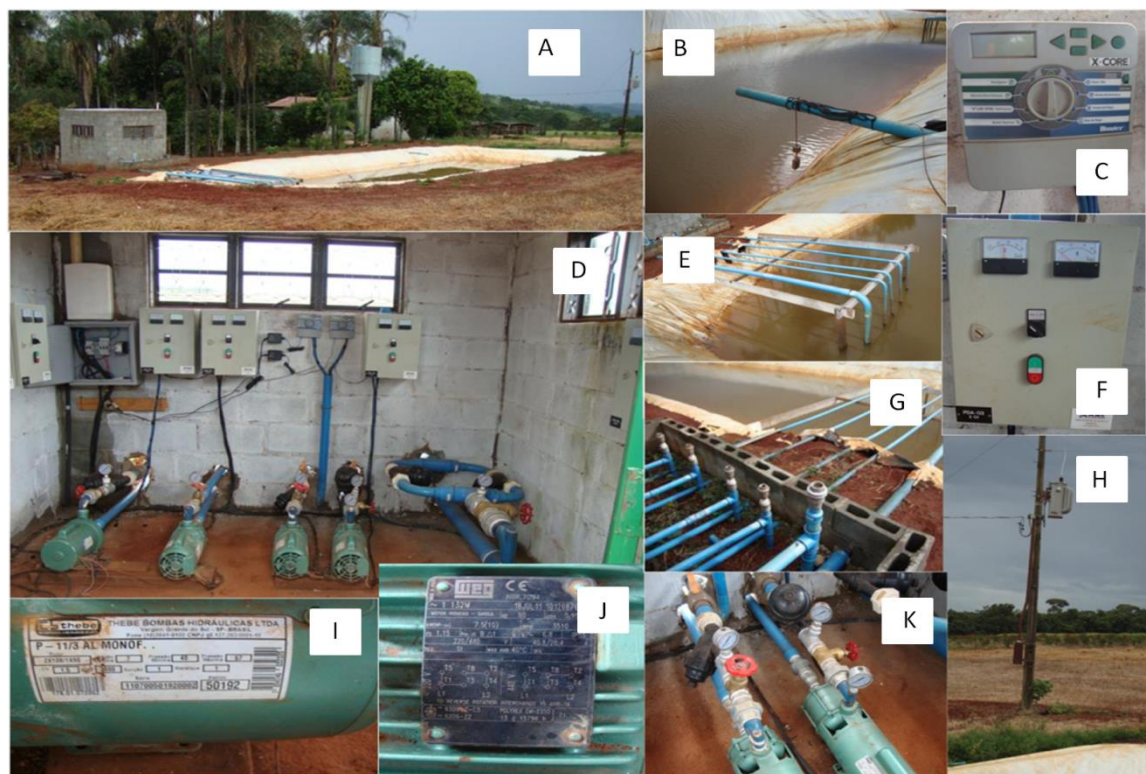
-A irrigação utilizando 1 emissor para cada 2 plantas, de 90 L.h⁻¹ e 3,5 m de raio molhado, são as que apresentaram o melhor crescimento das plantas.

-O sistema de microaspersão obteve melhores resultados em desenvolvimento do mogno africano em relação ao gotejamento.

ANEXOS



Anexo 1. (A): Vista aérea da área experimental (Bonfinópolis-Go), (B): Com destaque para o local onde foi instalado o experimento (dimensões da área).



Anexo 2. Detalhes da casa de bombas do sistema de irrigação instalado no experimento, com destaque para o reservatório para a captação de água (A), tubulação de PVC de alimentação do reservatório (B), controlador X Core – Hunter (C), modelo de instalação do controlador e conjunto moto-bomba (D), tubulação de sucção de PVC (E), painel de controle (F), conjunto sucção e válvulas de pressão (G), transformador (H), descrição técnica da bomba de 1,5 C.V. (I, J e K).



Anexo 3. Fotos de plantas de mogno africano de 4 meses de idade (Julho/12), tratadas com irrigação e adubação, em Bonfinópolis-GO.



Anexo 4. Fotos de plantas de mogno africano de 8 meses de idade (Dezembro/12) em Bonfinópolis-GO.



Anexo 5. Fotos de plantas de mogno africano de 17 meses de idade (Agosto/13) em Bonfinópolis-GO.