

Uso de gesso agrícola para atenuar o déficit hídrico em plantas jovens de mogno africano no cerrado**Use of agricultural gypsum to decrease water stress in young african mahogan plants in the cerrado**

DOI:10.34117/bjdv6n7-080

Recebimento dos originais: 03/06/2020

Aceitação para publicação: 02/07/2020

Paulo Maciel Santos

Mestre em Agronomia (Solo e Água): Escola de Agronomia

Universidade Federal de Goiás – UFG

Endereço: Av. Esperança s/n, Campus Samambaia, CEP 74.690 - 900, Goiânia, Goiás, Brasil

E-mail: phagro@live.com

José Alves Júnior

Professor Doutor: Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás – UFG

Endereço: Av. Esperança s/n, Campus Samambaia, CEP 74.690 - 900, Goiânia, Goiás, Brasil

E-mail: jose.junior@pq.cnpq.br

Marcus Vinícius Honorato Domingos

Pós-graduando em Agronomia (Solo e Água): Escola de Agronomia

Universidade Federal de Goiás – UFG

Endereço: Av. Esperança s/n, Campus Samambaia, CEP 74.690-900, Goiânia, Goiás, Brasil

E-mail: marcus-domingos@hotmail.com

Adão Wagner Pego Evangelista

Professor Doutor: Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás – UFG

Endereço: Av. Esperança s/n, Campus Samambaia, CEP 74.690 - 900, Goiânia, Goiás, Brasil

E-mail: awpego@pq.cnpq.br

Derblai Casaroli

Professor Doutor: Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás – UFG

Endereço: Av. Esperança s/n, Campus Samambaia, CEP 74.690

- 900, Goiânia, Goiás, Brasil

E-mail: derblaicasaroli@pq.cnpq.br

Rafael Battisti

Professor Doutor: Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás – UFG

Endereço: Av. Esperança s/n, Campus Samambaia, CEP 74.690

- 900, Goiânia, Goiás, Brasil

E-mail: battisti@ufg.br

João Maurício Fernandes Sousa

Professor Doutor: Agronomia, UniEvangélica–Anápolis-GO

Av. Universitária Km 3,5, Cidade Universitária, CEP: 75083-515, Anápolis, Goiás, Brasil

E-mail: joaomfsouza@gmail.com

RESUMO

Entre as espécies usadas para a extração de madeira nobre, o mogno africano (*Khaya ivorensis*) apresenta potenciais econômicos diversos. O plantio comercial dessa espécie é crescente, abrangendo a maioria dos Estados brasileiros. Assim, informações sobre o desenvolvimento dessa espécie a campo, em condições específicas de cada região, são fundamentais para garantir desempenho e qualidade adequados. A dificuldade de cultivo está relacionada com o déficit hídrico da região juntamente com a insuficiência nutricional presente no solo. Em função disso, o objetivo desse trabalho foi avaliar plantas de mogno africano submetidas a doses crescentes de gesso agrícola cultivadas no Cerrado. O experimento foi implantado na Fazenda Entre Rios - Brasília (DF) em floresta de mogno africano (*Khaya ivorensis*) de 1,44 ha⁻¹ (120x120 m) plantada em janeiro de 2013 no espaçamento 6 x 4 m (total de 60 plantas), em delineamento experimental em blocos ao acaso. Os cinco tratamentos foram constituídos pelas doses de 0, 12, 24, 36 e 48 kg planta⁻¹ de gesso, correspondendo a 5, 10, 15 e 20 t ha⁻¹, respectivamente, e avaliados por 58 meses (2013 a 2017). Os resultados mostraram que as doses de gesso utilizadas não mostraram efeitos significativos no desenvolvimento de plantas jovens (altura de planta e diâmetro) de mogno africano.

Palavras-chave: madeira nobre, correção do solo, gessagem, estresse hídrico, crescimento de plantas

ABSTRACT

Among the species used for the extraction of noble wood, African mahogany (*Khaya ivorensis*) has diverse economic potentials. Commercial planting of this species is growing, covering most Brazilian states. Thus, information on the development of this species in the field, under specific conditions in each region, is essential to ensure adequate performance and quality. The difficulty in cultivation is related to the water deficit in the region along with the nutritional insufficiency present in the soil. The objective of this work was to evaluate African mahogany plants submitted to increasing doses of agricultural gypsum grown in the Cerrado. The experiment was implemented at Fazenda Entre Rios - Brasília (DF), Brazil, in an African mahogany forest (*Khaya ivorensis*) of 1.44 ha⁻¹ (120x120 m) planted in January 2013 in the 6 x 4 m spacing (total of 60 plants), in a randomized block design. The five treatments consisted of doses of 0, 12, 24, 36 and 48 kg plant⁻¹ of gypsum, corresponding to 5, 10, 15 and 20 t ha⁻¹, respectively, and evaluated for 58 months (2013 to 2017). The results showed that the gypsum doses used did not show significant effects on the development of young plants (height and diameter).

Keywords: noblewood, soilrepair, gypsuming, water stress, plantgrowth.

1 INTRODUÇÃO

O processo natural de sucessão florestal tem limitações como ser extremamente lento ou prejudicado por intervenções humanas, como extrativismo de madeiras (Carpanezzi et al., 2004). Frente a isso, a demanda por madeiras nobres e de ciclo mais curto, oriundas de plantios florestais, tem sido a solução para uma prática extrativista renovável e sustentável (Ballarin & Palma, 2003). Entre as espécies usadas para a extração de madeira nobre, o Mogno Africano (*Khaya ivorensis*)

apresenta potenciais econômicos diversos, como para indústria moveleira, civil, náutica, painéis, laminados e outros (Pinheiro et al., 2011).

Considerando seu amplo potencial econômico e qualidade da madeira, o gênero *Khaya* é valorizado no mercado internacional, onde o valor do metro cúbico de toras nativas chega a aproximadamente US\$ 1 mil, enquanto florestas plantadas são comercializadas pelo valor médio de US\$ 267/m³ (Ribeiro et al., 2017). No Brasil, o Mogno Africano é a principal madeira nobre cultivada, com rendimento de 420m³ de madeira por hectare plantado, comercializada por R\$ 4.000,00/m³, em média. Em plantios comerciais no país, ao final do ciclo de 21 anos, espera-se que 1 hectare tenha receita bruta de mais de 1,5 milhões de reais ou 1,1 milhões de reais de lucro líquido com a comercialização da madeira (Aquino, 2016).

Em plantios florestais um dos fatores que limitam o adequado crescimento e desenvolvimento das plantas é o déficit hídrico, que quando muito elevado ocasiona prejuízos produtivos irreversíveis. O estresse hídrico, quando no início do ciclo de culturas perenes, pode ser mais prejudicial visto que as raízes são rasas, o que dificulta a absorção da água disponível em camadas mais profundas do solo. O efeito do déficit hídrico no desenvolvimento vegetal é inerente de cada espécie, e para o mogno africano ainda são escassas essas informações, sobretudo na região do Cerrado brasileiro (Alves Junior et al., 2016).

Entre as formas que garantem maior captação de água pelas plantas estão aquelas que auxiliam no melhor desenvolvimento das raízes, tanto em quantidade como em profundidade. Como a neutralização do alumínio no solo, um dos fatores que limitam o desenvolvimento das raízes, comumente realizado pela incorporação de calcário. Uma limitação do uso de calcário é a maneira como esse produto se movimenta no solo, dificultando a neutralização do alumínio presente em camadas mais profundas do solo.

Outra alternativa para neutralização do alumínio é a aplicação de gesso agrícola, que é um subproduto da produção de fertilizantes, e atua como condicionador de solo por conter em sua fórmula Cálcio e Enxofre. Esses nutrientes quando presentes em camadas mais profundas possibilitam o maior desenvolvimento de raízes (Sumner et al., 1986; Carvalho & Raij, 1997). Logo a aplicação de gesso pode, de forma indireta, contribuir na resistência da planta ao déficit hídrico além de fornecer nutrientes importantes para o desenvolvimento das culturas.

Uma das formas de aplicação de gesso é a chamada “Irrigação Branca”, com doses de gesso acima das recomendadas, buscando promover uma maior disponibilidade de Cálcio e Enxofre em profundidade. Essa aplicação também reduz os efeitos tóxicos do alumínio em subsuperfície, buscando atenuar o efeito do déficit hídrico, uma vez que permite que as raízes explorem maior

profundidade no solo. A eficiência dessa técnica deve ser avaliada para cada espécie cultivada e para condições específicas de manejo e microclima, uma vez que devido ao uso de maiores doses de gesso pode aumentar o custo de produção e trazer desequilíbrios nutricionais as plantas. Com isso, o objetivo desse trabalho foi avaliar plantas de mogno africano submetidas a doses crescentes de gesso agrícola cultivadas no Cerrado Goiano.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada na Fazenda Entre Rios (15° 56' S, 47° 30' W), na região do Programa de Assentamento Dirigido do Distrito Federal (PAD/DF), com altitude de 902 metros de altura. Segundo a classificação de Köppen, o clima local predominante é tropical úmido (Aw), clima tropical com verão quente e chuvoso, e inverno seco e frio (Silva, 2008). A temperatura média anual é de cerca de 19,8°C, podendo chegar aos 30,0°C de médias máximas em setembro, e aos 10,5°C de médias mínimas nas madrugadas de inverno, em julho. A umidade relativa média do ar é de aproximadamente 80%, podendo atingir valores menores que 45% no inverno, enquanto o solo da área é classificado como Cambissolo.

A implantação do experimento foi em uma área de 1,44 ha (120x120 m), com delineamento experimental em blocos ao acaso, com 4 blocos e 5 tratamentos, sendo estas doses de gesso (0, 12, 24, 36 e 48 kg planta⁻¹). Os tratamentos foram estabelecidos com a utilização de gesso agrícola em cobertura nas linhas de plantio aplicado no mês de abril de 2013. Cada parcela experimental contou com 3 plantas, totalizando 60 plantas úteis em cada tratamento e duas linhas laterais nas extremidades como bordadura.

A área foi preparada com uma aração, para incorporação do calcário, posteriormente sulcada e as covas receberam adubação de plantio (4-30-10, 100g/muda). O plantio foi realizado com mudas no espaçamento de 6x4 metros, totalizando 448 mudas de mogno. As plantas foram transplantadas em janeiro de 2013 e as variáveis analisadas aos 3, 5, 7, 9, 11, 17, 19, 21, 23, 25, 27, 29, 31, 34, 38, 43, 50 e 58 meses após o plantio (MAP). As variáveis analisadas foram altura da planta (com régua e clinômetro) e diâmetro de caule a 10 cm do solo (com sutra florestal e fita métrica). A partir dos 20 MAP, foi iniciada a coleta de dados referentes a umidade do solo nas camadas de 0,0 a 0,90 metros, bem como dados de precipitação pluviométrica a cada hora.

Os dados meteorológicos, chuva, temperatura e umidade relativa do ar, radiação solar e velocidade de vento, foram monitorados com estação meteorológica automatizada. A evapotranspiração potencial ou de referência (ET_o, mm dia⁻¹) foi estimada pelo método de Penman-Monteith, padrão - FAO 56 (Allen et al., 1998):

$$\varepsilon \tau_0 \frac{0,408 s (Rn - G) + \frac{\gamma 900 U_2 (e_s - e_a)}{237,3 + T}}{s + \gamma(1 + 0,34 U_2)} \quad [11]$$

Sendo a declividade da curva de pressão parcial de vapor ($\text{kPa } ^\circ\text{C}^{-1}$), estimada a partir de $(4098e_s)/(237,3 + T)^2$, Rn o saldo de radiação ($\text{MJ m}^{-2} \text{d}^{-1}$), G o fluxo de calor no solo ($\text{MJ m}^{-2} \text{d}^{-1}$), γ a constante psicrométrica ($0,063 \text{ kPa } ^\circ\text{C}^{-1}$), T a temperatura do ar ($^\circ\text{C}$), U_2 a velocidade do vento a 2,0 m de altura (m s^{-1}), e_s e e_a são, respectivamente, a pressão de vapor de água na saturação e atual (kPa), estimadas a partir do seguinte conjunto de equações:

$$e_s = (e_{sT_{\max}} + e_{sT_{\min}}) / 2 \quad [2]$$

$$e_{sT} = 0,611 * 10^{[(7,5 * T)/(237,3 + T)]} \quad [3]$$

$$e_a = (UR_{\text{med}} * e_s) / 100 \quad [4]$$

$$UR_{\text{med}} = (UR_{\text{max}} + UR_{\text{min}}) / 2 \quad [5]$$

$$T = (T_{\max} + T_{\min}) / 2 \quad [6]$$

Onde T_{\max} é a temperatura máxima do ar ($^\circ\text{C}$), T_{\min} é a temperatura mínima do ar ($^\circ\text{C}$), UR_{max} umidade máxima do ar (%) e UR_{min} a umidade mínima do ar (%).

O fluxo de calor no solo (G) foi calculado a partir da diferença entre a temperatura média diária (T_{md}) e a temperatura média dos três dias anteriores ($T_{3\text{md}}$), pela Equação 10, descrita por Silva et al. (2011):

$$G = 0,38 \cdot (T_{\text{md}} - T_{3\text{md}}) \quad [7]$$

O balanço hídrico climatológico da cultura, em escala mensal, foi obtido pelo método de Thornthwaite & Mather (1955), calculado em planilha eletrônica.

A umidade do solo foi monitorada por sensores de umidade no solo diariamente (EC-5 da Decagon em 4 profundidades, e sensores de chuva foram instalados em campo, com datalogers EMB 50) para medir o status hídrico da planta.

Para verificar o efeito das doses de gesso e dos períodos de avaliação sobre os parâmetros analisados (altura de planta e diâmetro de tronco) os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância. Quando os dados dos tratamentos apresentaram diferenças significativas realizaram-se análises de regressão. Para a realização das análises estatísticas, utilizou-se o programa Statistica (Statsoft Inc., Tulsa, OK, EUA).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores observados em plantas de mogno africano, em resposta à aplicação de doses de gesso agrícola no solo, foram significativos apenas aos 43 meses após o plantio (MAP) para altura e aos 58 meses para diâmetro de tronco (Tabela 1). Algumas culturas apresentam baixa resposta a aplicação de gesso agrícola, como o arroz (Arf et al., 2014), o que pode justificar uma baixa exigência de cálcio.

Tabela 1. Resumo da análise de regressão com o quadrado médio para altura de planta (AP) e diâmetro (DP) à altura do peito de mogno africano, em resposta a aplicação de doses crescentes de gesso agrícola no solo.

F		Altura Total – QM (Meses após o plantio)																	
V		03	05	07	09	11	17	19	21	23	25	27	29	31	34	38	43	50	58
R	23,		49,	6,5	56,	63,	7,8	0,5	195	941	3,9	53,	230	638	344	296	18	607	
L	9 ^{ns}		8 ^{ns}	ns	9 ^{ns}	2 ^{ns}	ns	ns	2 ^{ns}	0 ^{ns}	ns	3 ^{ns}	8 ^{ns}	ns	8 ^{ns}	4*	0 ^{ns}	ns	
R	7,7	66,	42,	14,	165	90 ^{ns}	27,	9,9	250	708	6,5	70,	263	842	395	5,6 ^{ns}	30 ^{ns}	100	
O	ns	9 ^{ns}	2 ^{ns}	6 ^{ns}	7 ^{ns}	ns	2 ^{ns}	ns	3 ^{ns}	5 ^{ns}	ns	1 ^{ns}	7 ^{ns}	3 ^{ns}	5 ^{ns}	ns	ns	ns	
		Diâmetro – QM (Meses após o plantio)																	
		03	05	07	09	11	17	19	21	23	25	27	29	31	34	38	43	50	58
R	0,4	0,1	7,7	0,8	0,6	0,3	4,3	13,	4,1	39,	14,	34,	32,	1,6	8,7	8,8	7,7	5,2	
L	3 ^{ns}	7 ^{ns}	7 ^{ns}	0 ^{ns}	7 ^{ns}	8 ^{ns}	1 ^{ns}	1 ^{ns}	9 ^{ns}	2 ^{ns}	8 ^{ns}	9 ^{ns}	8 ^{ns}	0 ^{ns}	4 ^{ns}	8 ^{ns}	2 ^{ns}	2**	
R	0,1	0,0	4,7	1,7	7,0	0,8	1,2	2,1	1,0	26,	10,	33,	26,	0,4	1,6	3,3	2,0	0,0	
O	6 ^{ns}	3 ^{ns}	5 ^{ns}	7 ^{ns}	4 ^{ns}	6 ^{ns}	7 ^{ns}	2 ^{ns}	7 ^{ns}	7 ^{ns}	6 ^{ns}	4 ^{ns}	7 ^{ns}	1 ^{ns}	0 ^{ns}	1 ^{ns}	8 ^{ns}	4 ^{ns}	

RL = regressão linear; RQ = Regressão Quadrática; ns = Não significativo ($p \geq 0,05$); ** Significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$); * Significativo para ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$)

Os valores médios para a altura das plantas de mogno africano variaram de 0,55 e 0,6 m aos 03 meses e 5 e 5,36 m no final da avaliação, aos 58 meses (Tabela 2). Esses valores estão dentro do intervalo observado por Alves Júnior et al. (2017) e Casaroli et al. (2017), o que demonstra que apresentam bom desenvolvimento quanto a esse parâmetro.

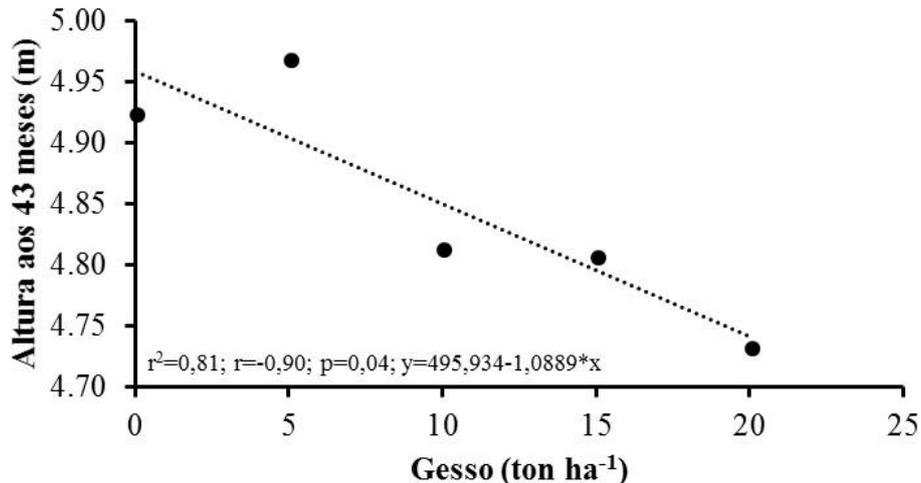
Tabela 2. Valores médios de altura de plantas (AP) de mogno africano ao longo de 58 meses após o plantio (MAP), conforme a aplicação de doses crescentes de gesso agrícola no solo.

Gesso	Altura de plantas (m)																	
	Meses após o plantio (MAP)																	
ton ha ⁻¹	03	05	07	09	11	17	19	21	23	25	27	29	31	34	38	50	58	
0	0,6	0,7	0,7	0,8	1,1	1,4	1,4	1,6	1,9	2,3	2,6	3,2	3,7	4,0	4,3	5,1	5,4	
5	0,6	0,7	0,7	0,8	1,2	1,4	1,5	1,6	1,9	2,2	2,7	3,3	3,9	4,3	4,6	5,3	5,4	
10	0,6	0,7	0,7	0,8	1,1	1,4	1,5	1,6	1,8	2,2	2,7	3,3	3,9	4,2	4,5	5,0	5,2	
15	0,6	0,7	0,7	0,8	1,1	1,4	1,4	1,5	1,8	2,1	2,6	3,1	3,7	4,0	4,3	4,8	5,0	
20	0,6	0,7	0,7	0,8	1,3	1,4	1,4	1,5	2,0	2,2	2,7	3,3	3,8	4,1	4,4	4,9	5,1	
p ^{ns}	0,10	0,64	0,58	0,62	0,33	0,67	0,59	0,37	0,82	0,43	0,9	0,88	0,96	0,80	0,95	0,10	0,07	
R ²	0,64	0,08	0,11	0,09	0,31	0,07	0,11	0,26	0,02	0,22	0,004	0,009	0,001	0,02	0,001	0,64	0,73	

^{ns} Não significativo, a 5% de probabilidade de erro, pelos testes de regressão polinomial.

Para altura das plantas o único período de avaliação onde houve significância dos resultados (43 meses), mostrou resultados negativos e significativos quanto a aplicação de doses crescentes de gesso agrícola no solo (Figura 1). Deste modo, a medida que se aumenta a dose de gesso agrícola aplicado ocorre redução na altura das plantas, na proporção de que a cada 2 toneladas de gesso ocorre uma redução de 2,2 cm de altura nas plantas de mogno.

Figura 1. Altura de plantas de mogno africano aos 43 meses após o plantio (MAP), conforme a aplicação de doses crescentes de gesso agrícola no solo

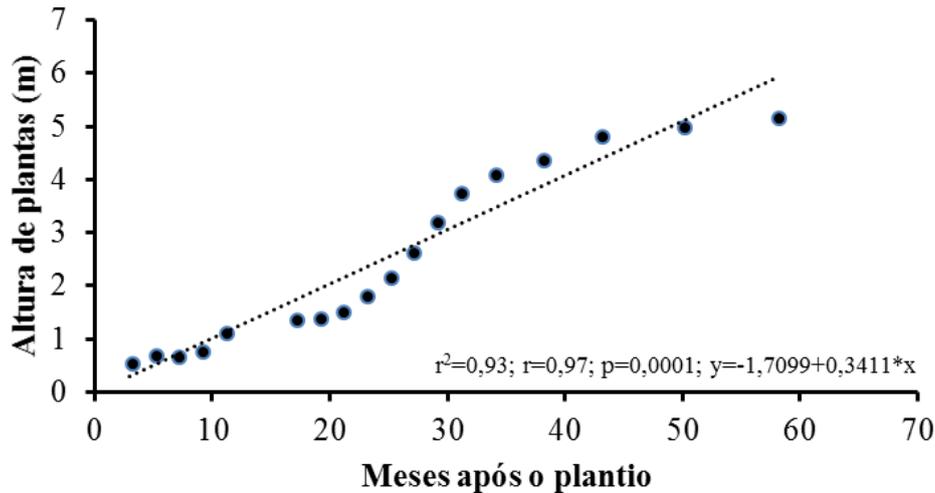


Para a variação de altura média das plantas de mogno ao longo dos meses de avaliação, a relação altura e tempo é significativa e positiva (Figura 2). Assim observa-se que a cada 100 dias ocorre um crescimento de 0,34 metros em altura das plantas de mogno. Ainda, considerando que o experimento se iniciou em abril de 2013, observa-se que até os 11 meses (abril/2013 a março/2014) houve crescimento lento em relação a altura, este comportamento ocorre devido a planta estar em processo de crescimento radicular.

Para Albuquerque et al. (2013) 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.

Crescimento mais acentuado é verificado a partir do décimo nono ao quinquagésimo mês de avaliação (novembro/2014 a junho/2017), corroborando com Albuquerque, pois este período é o início da estação chuvosa na região. Ao final do 50º mês de avaliação tem-se um resultado de 882% (5,03 m) em relação a altura inicial aos três meses. Em relação as duas últimas avaliações, mesmo com oito meses de diferença, mostraram valores próximos, estando as plantas com cerca de 5 metros de altura.

Figura 2. Variação de altura média de plantas de mogno africano ao longo de 58 meses após o plantio (MAP).



Os valores médios para a diâmetro das plantas de mogno africano variaram de 15,6 e 17,3 cm aos 03 meses e 95,5 e 98,1 cm no final da avaliação, aos 58 meses (Tabela 3 e Figura 3). Esses valores estão dentro do intervalo observado por Alves Júnior et al (2017) e Casaroli et al. (2017), o que demonstra que apresentam bom desenvolvimento quanto a essa variável.

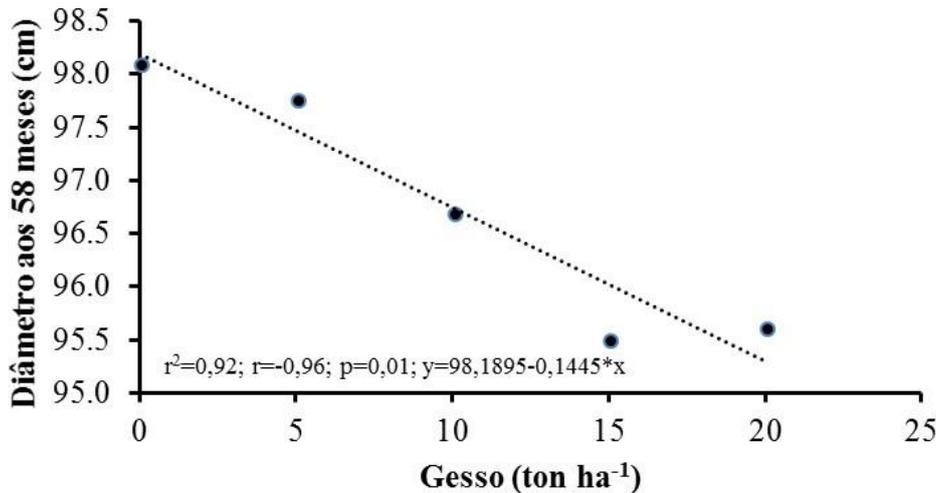
Tabela 3. Valores médios de diâmetro de plantas (DP) de mogno africano ao longo de 58 meses após o plantio (MAP), conforme a aplicação de doses crescentes de gesso agrícola no solo.

Gesso	Diâmetro de caule (cm)																
	Meses após o plantio (MAP)																
ton ha ⁻¹	03	05	07	09	11	17	19	21	23	25	27	29	31	34	38	50	58
0	17,3	19,2	20,1	24,8	38,9	41,7	49,0	54,6	61,2	73,6	81,1	88,1	60,6	73,8	77,3	87,4	98,1
5	17,2	18,2	20,8	27,6	40,0	44,0	50,1	55,4	57,8	72,6	80,5	87,6	61,1	72,6	76,9	87,5	97,8
10	15,9	16,7	19,5	24,2	39,8	41,2	46,5	53,0	58,4	71,7	77,2	86,8	59,9	72,4	75,9	85,5	96,7
15	17,3	17,7	20,6	27,6	38,0	38,3	43,8	52,4	55,6	70,4	78,5	82,3	58,9	69,2	73,5	84,1	95,5
20	15,6	17,5	21,3	29,6	39,1	41,7	45,9	53,2	58,7	72,7	81,1	88,6	59,9	70,7	75,5	85,2	95,6
p ^{ns}	0,29	0,26	0,22	0,41	0,20	0,62	0,46	0,12	0,15	0,32	0,36	0,76	0,66	0,21	0,07	0,15	0,08
R ²	0,35	0,39	0,44	0,24	0,47	0,09	0,19	0,61	0,55	0,32	0,28	0,04	0,7	0,46	0,72	0,55	0,70

^{ns} Não significativo, a 5% de probabilidade de erro, pelos testes de regressão polinomial.

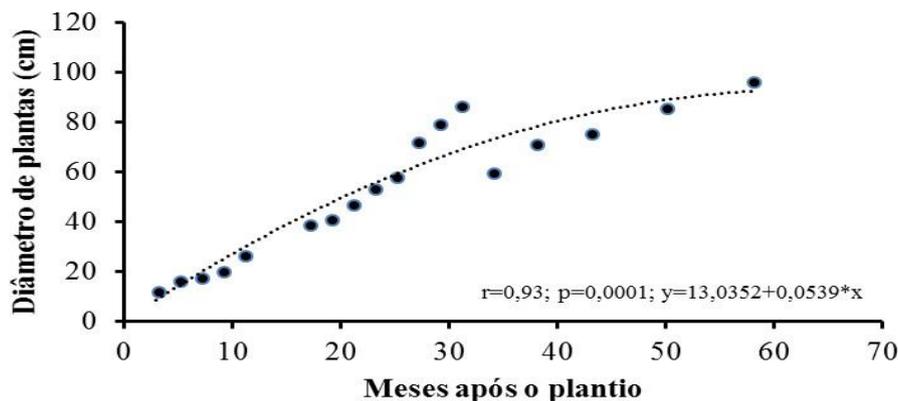
Para o diâmetro das plantas o único período de avaliação onde houve significância dos resultados (58 meses), mostrou resultados negativos e significativos quanto a aplicação de doses crescentes de gesso agrícola no solo (Figura 3). Deste modo, a medida que se aumenta a dose de gesso agrícola aplicado ocorre redução no diâmetro das plantas, na proporção de que a cada 5 toneladas de gesso ocorre uma redução de 0,72 cm de diâmetro nas plantas de mogno.

Figura 3. Diâmetro de plantas (DP) de mogno africano aos 58 meses após o plantio (MAP), conforme a aplicação de doses crescentes de gesso agrícola no solo.



Para a variação de diâmetro médio das plantas de mogno ao longo dos meses de avaliação, a relação diâmetro e tempo foi significativa e positiva (Figura 4). Observa-se que a cada 100 dias ocorre um crescimento médio de 5,4 cm de diâmetro. Ainda, verifica-se que o crescimento é mais acentuado ao longo dos 31 meses (abril/2013 a novembro/2015). Após esse período o crescimento é mais lento e tende a se estabilizar. No período de crescimento mais acentuado, o resultado aos 31 meses é aproximadamente 669% (87 cm) em relação ao resultado inicial, aos 03 meses. Em relação as duas últimas avaliações, mesmo com oito meses de diferença, os valores mostraram diferença de apenas 11 cm, estando as plantas com cerca de 90 cm de diâmetro.

Figura 4. Variação de diâmetro médio de plantas de mogno africano ao longo de 58 meses após o plantio (MAP).

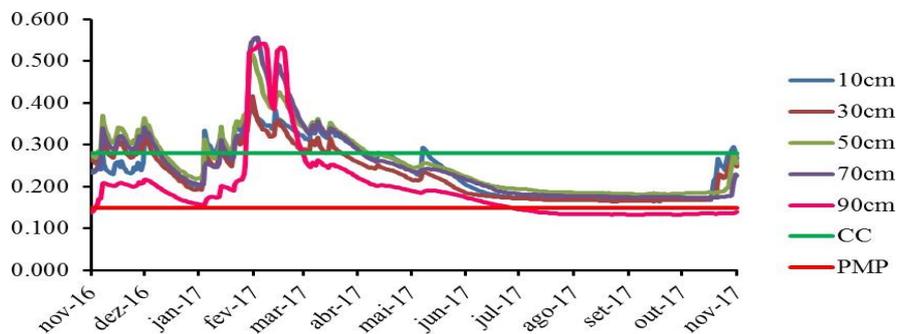


Resultados de desenvolvimento de mogno são discutidos em outros trabalhos, como no Pará, onde foram observados valores de crescimento para o mogno africano de 8,5 metros de altura aos 5 anos e 8 meses (Silva, 2010). Em Minas Gerais tem-se verificado valores de altura média de 15 m e DAP médio de 20 cm, próximo aos 5 anos de idade (Ribeiro et al., 2017). Plantios de *Khaya*

ivorensis aos 5 anos de idade na Malásia, apresentaram valores de DAP médio variando de 11,6 cm a 14,4 cm e altura média variando de 7,8 m a 10,6 m (Heryati et al., 2011). Essas informações mostram que os valores de crescimento observados nesse estudo, 5,4 m de altura e 95 cm diâmetro, são inferiores ao esperado para a planta na mesma idade.

A umidade durante o período de novembro/2016 a novembro/2017, nas profundidades de 10, 30, 50 e 70 cm, não atinge o Ponto de Murcha Permanente (Figura 5). Isso evidencia que as plantas de mogno atingiram crescimento radicular suficiente nessas profundidades para que conseguissem absorver água que as mantivessem vivas nos períodos de estiagem.

Figura 5. Variação de umidade no solo nas profundidades de 0,10 a 0,90m, em diferentes períodos, em área de experimento com plantas de mogno africano submetidas à aplicação de doses crescentes de gesso agrícola no solo



Os teores maiores de umidade no solo na camada superior (50-70cm) provavelmente se devem a cobertura de solo que se estabeleceu entre as linhas de plantio, além do período chuvoso ao longo da avaliação. A cobertura do solo constituída basicamente por gramíneas do gênero *Brachiaria* sp provavelmente fez com que a temperatura superficial do solo diminuísse devido sombreamento, levando a uma menor evaporação de água no solo. Essa vegetação também favoreceu uma maior umidade em camadas abaixo de 30cm por suas raízes se concentrarem nas camadas mais superficiais do solo, absorvendo a maioria da água requerida para seu desenvolvimento nessa camada.

Em trabalho desenvolvido na mesma microrregião discute-se que o raio explorado pela planta de mogno é de cerca de 0,50 m até os 6 meses de idade (julho de 2012), e 1,0 m até 1 ano de idade (Barbosa, 2014; Alves Júnior et al., 2016; 2017). Isso demonstra que o desenvolvimento inicial das raízes é em torno de 0,5 m a cada 6 meses, assim com quase 5 anos espera-se que as plantas apresentem um comprimento radicular de aproximadamente 5m. Ainda, em estudo com espécie perene, Pinheiro et al. (2005), observaram que sistema radicular mais profundo é característica de plantas tolerantes ao estresse hídrico. Segundo esses autores, o comprimento radicular das plantas resistentes a seca representa pelo menos 80% da altura do tiro.

O gesso, segundo Costa (2011), afeta os terrores de Ca^{2+} em profundidade, criando um ambiente mais favorável ao desenvolvimento radicular. A não diferença entre os tratamentos pode ser atribuída a umidade se manter maior nas camadas mais intermediárias (10-70 cm) durante o período de déficit hídrico anual no Cerrado, sendo assim, na camada mais profunda (90cm), o gráfico mostra que a umidade se encontrava em ponto de murcha permanente, levando a crer que raízes em profundidades maiores não conseguiriam absorver água e conseqüentemente, não gerar nenhum efeito atenuante ao déficit hídrico.

Outro fator que pode ter contribuído para que não houvesse diferenças significativas entre os tratamentos é que o excesso de cálcio depositado no solo favoreceu um aumento de cálcio absorvido pelas plantas de mogno. Segundo Primavesi (2002), os íons que são absorvidos pelas células das raízes vão para do plasma celular e além de atuarem como nutrientes, atuam na hidratação dos tecidos celulares. Os íons monovalentes por possuírem uma camada de hidratação mais espessa são considerados hidratantes. Já os íons bivalentes, como o Cálcio, são considerados desidratantes por possuírem menor capacidade de armazenar água (Primavesi, 2002).

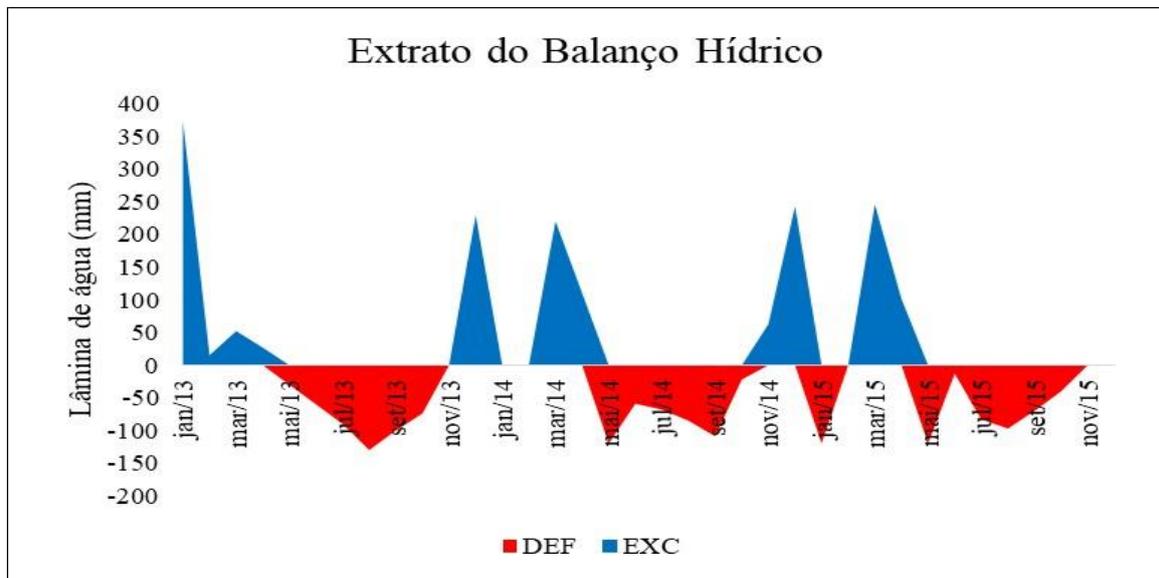
Outra provável causa para os tratamentos não diferirem entre si é que o excesso de cálcio adicionado ao solo através do gesso tenha causado um desequilíbrio nutricional no solo. Epstein (1975) relata que na absorção do Mg e do Ca pela planta há competição e o excesso de um desses elementos resulta na diminuição na absorção do outro. Tal efeito no equilíbrio nutricional resulta na diminuição no desenvolvimento vegetal (Rosolem et al., 1984).

Segundo Malavolta, 2006, quando a acidez do solo é controlada com gesso agrícola a planta sofre menos com a seca, aproveita mais os adubos aplicados e conseqüentemente melhora o seu desenvolvimento, o que não foi observado na cultura do Mogno Africano. Com a aplicação de gesso agrícola (CaSO_4) o alumínio se liga ao íon acompanhante SO_4^{2-} , formando o AlSO_4^+ , que não é tóxico para as plantas (Pavan, 1981), possibilitando um maior crescimento radicular em subsuperfície (Ritchey et al., 1983).

Ainda, a resposta das plantas a aplicação de gesso pode estar relacionada a baixa exigência nutricional das plantas de mogno, mesmo sendo a sua necessidade na ordem de $\text{P} > \text{S} > \text{K} > \text{N}$ (Souza et al., 2010). Outros estudos não verificaram respostas das plantas quanto a aplicação de nitrogênio e fósforo a cada dois meses, no início do ciclo (Alves Júnior et al., 2017).

A Figura 6 apresenta o balanço hídrico climático da área de estudo. A região de estudo apresentou períodos de excedente hídrico concentrados nos meses de janeiro a março e novembro a dezembro. Já os períodos de déficit hídrico são concentrados nos meses de abril a outubro.

Figura 6. Extrato do Balanço hídrico mensal, indicando o excedente (EXC) e o déficit hídrico (DEF), realizado na fazenda Entre Rio na região do Programa de Assentamento Dirigido do Distrito Federal do período de janeiro/2013 a dezembro/2015.



Nos períodos de excedente hídrico da região foram registrados resultados positivos de crescimento do mogno africano a partir do ano de 2014, onde o crescimento radicular já estava desenvolvido para sustentar a planta durante os períodos de déficit hídrico.

4 CONCLUSÕES

As doses de gesso agrícola de 5, 10, 15 e 20 t ha⁻¹ não demonstraram efeitos significativos do desenvolvimento de plantas jovens de mogno africano.

REFERÊNCIAS

ALLEN R. G.; PEREIRA L. S.; RAES D.; SMITH M. Crop evapotranspiration: Guidelines for Computing Crop Water Requirements – **FAO Irrigation and Drainage Paper 56. Food and Agriculture Organization of the United Nations: Rome, Italy, 1998. 300p.**

ALBUQUERQUE, M. P. F.; MORAES, F. K. C.; SANTOS, R. I. N.; CASTRO, G. L. S.; RAMOS, 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 JÚNIOR, J.; BARBOSA, L. H. A.; CASAROLI, D.; EVANGELISTA, A. W. P.; COSTA, R. Crescimento de Mogno Africano submetido a diferentes níveis de irrigação por microaspersão. **Irriga**, Botucatu, v. 21, n. 3, p. 466-480, 2016.

ALVES JÚNIOR, J.; BARBOSA, L. H. A.; ROSA, F. O.; CASAROLI, D.; EVANGELISTA, A. W.

P.; VELLAME, L. M. *African mahogany* submitted to drip irrigation and fertilization. **Revista Árvore**, Viçosa, v.41, n. 1, p. 01-09, 2017.

AQUINO, S. M. **Mogno africano - Plantio comercial no Brasil**. 2016. Disponível em: <<https://www.ibflorestas.org.br/noticias/922-mogno-africano-plantio-comercial-no-brasil.html>>. Acesso em: 05 de Junho de 2018.

ARF, O.; RODRIGUES, R. A. F.; NASCENTE, A. S.; LACERDA, M. C. Gesso aplicado na superfície do solo no desenvolvimento de arroz de terras altas sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 18, n. 11, p. 1136-1141, 2014.

BALLARIN, A. W.; PALMA, H. A. L. Propriedades de resistência e rigidez da madeira juvenil e adulta de *Pinus taeda* L. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 3, p. 371-380, 2003.

BARBOSA, L. H. A. **Irrigação em plantas jovens de mogno africano (*Khaya ivorensis*) no cerrado**. 2014. 66 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia, Goiânia, 2014.

CARPANEZZI, A. A. Espécies pioneiras para recuperação de áreas degradadas: a observação de laboratórios naturais. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6., 2004, Campos do Jordão. **Anais...** Campos do Jordão: 2004. v.3.

CARVALHO, M. C. S.; RAIJ, B. van. Calcium sulphate, phosphogypsum and calcium carbonate in the amelioration of acid subsoils for root growth. **Plant Soil**, Australia, v. 192, p. 37-48, 1997.

CASAROLI, D.; ROSA, F. O.; JÚNIOR, J. A.; EVANGELISTA, A. W. P. Phenology of *African mahogany* plants submitted to irrigation. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v. 8, n. 2, p. 239-246, 2017.

COSTA, C. H. M. **Efeito residual da aplicação superficial de calcário e gesso nas culturas de soja, aveia-preta e sorgo granífero**. 2011. 80 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2011.

EPSTEIN, E. **Nutrição mineral das plantas: princípios e perspectivas**. São Paulo: EDUSP, 1975.

HERYATI, Y.; BELAWAN, D.; ABDUA MAHAT, M. N.; ABDUL-HAMID, H.;

MAJID, N. M. et al. Growth performance and biomass accumulation of a *Khaya ivorensis* plantation in three soil series of ultisols. **American Journal of Agricultural and Biological Sciences**, United States, v. 6, n. 1, p. 33-44, 2011.

MALAVOLTA, E. Manual de nutrição mineral de plantas. São Paulo. Ceres. 2006. 638 p.

PAVAN, M. A.; BINGHAM, F. T. Toxicity of aluminum to coffee seedlings grown in nutrient solution. **Soil Science Society of America Journal** United States, v. 46, p. 993-997, 1982.

PINHEIRO, A. L.; COUTO, L.; PINHEIRO, D. T.; BRUNETTA, J. M. F. C. Ecologia, silvicultura e tecnologia de utilizações dos mognos. **Floresta e Ambiente**, Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Agrossilvicultura, 102 p. 2011.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais**. Nobel, São Paulo, 550 p, 2002.

RIBEIRO, A.; FERRAZ FILHO, A. C.; SCOLFORO, J. R. S. O cultivo do mogno africano (*Khaya* spp.) e o crescimento da atividade no Brasil. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro – RJ, v. 24, p. 01-11, 2017.

RITCHEY, K. D.; SILVA, J. E.; SOUSA, D. M. G. Relação entre teor de cálcio no solo e desenvolvimento de raízes avaliado por um método biológico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 7, p. 269-275, 1983.

ROSOLEM, C. A.; MACHADO, J. K.; BRINHOLI, O. Efeito das relações Ca/Mg, Ca/K e Mg/K do solo na produção de sorgo sacarino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 12, p. 1443-1448, 1984.

SILVA, B. T. B. **Avaliação da usinagem e caracterização das propriedades físicas da madeira de mogno africano (*Khaya ivorensis* A. Chev.)**. Seropédica: Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro; 2010.

SUMNER, M. E.; SHAHANDEH, H.; BOUTON, J.; HAMMEL, J. Amelioration of an acid soil prolife through deep liming an surface application of gypsum. **Soil Science Society of America Journal**, United States, v. 50, p. 1254-1278, 1986.

THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. The water balance. Centerton, NJ: Drexel Institute of Technology - Laboratory of Climatology, 1955. 104p. (Publications in Climatology, vol. VIII, n.1)