



Resistência mecânica de Latossolo Vermelho cultivado com Flor de Mel em Goiânia, GO⁽¹⁾

Vladia Correchel⁽²⁾; Cleiton Barbosa de Jesus⁽³⁾; Rodrigo Hubner⁽⁴⁾; Yona Serpa Mascarenhas⁽⁵⁾; Wilson Mozena Leandro⁽⁶⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos dos laboratórios de Solos da Escola de Agronomia da UFG; Trabalho de conclusão de curso do segundo autor, orientado do primeiro autor.

⁽²⁾ Professora Associado I; Universidade Federal de Goiás (UFG), Escola de Agronomia (EA); Goiânia, GO; Campus Samambaia, Av. Esperança, s/n, 74.690-900; vladia.correchel@hotmail.com; ⁽³⁾ Estudante de graduação; UFG, Instituto de Ciências Biológicas (ICB); cleiton_barboza@hotmail.com; ⁽⁴⁾ Estudante de graduação; UFG, ICB; rodrigo.hubner12@gmail.com; ⁽⁵⁾ Estudante de Pós-graduação em Agronomia, UFG, EA; Yona.serpa@hotmail.com; ⁽⁶⁾ Professor Titular; UFG, EA; wilsonufg@gmail.com.

RESUMO: A Flor de Mel (*Thitonia diversifolia* (Hemsl.) Gray) tem sido usada no Brasil para adubação verde, nutrição animal, coloração de gemas de ovos, extratos alelopáticos e medicinais. Embora sua marcha de nutrição mineral não esteja estabelecida, sabe-se que sob condições de estresse as plantas apresentam maior produção de compostos secundários, de interesse industrial. Assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar a resistência mecânica de solo cultivado com Flor de Mel e a nutrição mineral dessas plantas. Na Escola de Agronomia (EA)/UFG em Goiânia, GO, estacas foram plantadas em 2006 contornando os canteiros da Horta e em 2011 em área antes usada como carreador, mas terraceada, acima de uma área de preservação permanente - APP). Em Setembro/2014 e Abril/2015, em cada área, foram sorteadas 7 plantas e, de cada, coletadas 3 amostras de folha e 3 de flor, coletadas amostras de terra para análise de umidade e feitas 3 penetrometrias em campo ao redor das plantas. As amostras foram processadas no Laboratório de Física de Solo/EA. As variâncias e médias foram analisadas pelo SAS 9.0. O valor médio de RP variou com a profundidade nas áreas e períodos estudados, mas o de umidade do solo apenas na Horta no período seco. A RP variou com o período estudado, porém não entre as áreas. No entanto, os teores médios de nutrientes nas folhas e flores variaram com o período e as áreas. Os teores de K nas folhas e flores são inferiores os limites considerados adequados por Kerbauy (2004).

Termos de indexação: composto metabólico secundário, análise foliar, processos industriais.

INTRODUÇÃO

A Flor de Mel (*Thitonia diversifolia* (Hemsl.) Gray) tem despertado o interesse da pesquisa científica devido ao seu potencial de uso na produção agrícola, animal, e por suas propriedades medicinais. Por apresentar hábito herbáceo e possuir boa produção de massa seca, na agricultura a planta tem sido empregada como adubo verde por

apresentar elevada concentração de fósforo e potássio em sua biomassa (Jama et al., 2000; Medina et al., 1999). De acordo com o Research Report (2000), a cada 5 toneladas de massa fresca de Flor de Mel incorporadas por hectare, são adicionados em torno de 159 kg de N, 10 kg de P, 161 kg de K, 18 kg de Ca e 22 kg de Mg, em equivalentes de fertilizantes inorgânicos. Na área de produção animal, a planta tem sido estudada para fins de complementação de ração de bovinos e aves (Katto & Salazar, 1995) e para intensificar a coloração de gemas de ovos, como citado em Silva (2004). Como medicinal, tem-se estudado a produção de compostos secundários que a planta produz sob diversas condições. Nesse sentido, Silva (2004) estudou a Flor de mel e verificou que a planta produz substâncias alelopáticas em relação à *Salmonellas*.

Estudos mostram que a produção desses compostos secundários está associada a diferentes condições de estresses: temperatura, umidade do solo, elementos presentes no solo, excesso de radiação solar e variação sazonal (Tongma et al., 2001; Jama et al., 2000; Medina et al., 1999). Sabendo-se que a compactação do solo é um fator que afeta diretamente o desenvolvimento radicular e este, em consequência, a produtividade das culturas, apesar dos estudos já realizados sobre Flor de Mel, nenhum investigou a influência da resistência mecânica de solos tropicais no desenvolvimento dessas plantas.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar ao efeito da resistência do solo na concentração foliar de nutrientes em plantas de Flor de Mel em duas estações do ano.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no campus experimental da Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás, localizado em Goiânia, GO. Em um Latossolo Vermelho distrófico submetido a diferentes condições de uso, foram selecionadas duas áreas distintas para o trabalho: a) Horta: nessa área, de 3100 m², a Flor de Mel foi cultivada em 2006



contornando a área de produção de hortaliças, como uma prática de conservação para atrair insetos polinizadores, auxiliar o controle localizado de insetos considerados pragas (borboletas, mariposas), atuando como planta armadilha e quebra-ventos; b) Área de Preservação Permanente (APP): essa área se encontra sob condição de área de preservação permanente desde 2011, porém antes dessa data a área era utilizada como carreador, onde toda produção de experimentos instalados a montante do carreador era conduzida para fora da área por meio de tratores e implementos. Na safra 2010/2011 o carreador foi desfeito por meio de um trator de esteira e reafeição em um terraço, no camalhão no qual estacas de Flor de Mel foram cultivadas. Do camalhão até a bordadura da represa que há ao final dessa área, foram plantadas mudas de diversas espécies arbóreas para formação de uma faixa de preservação permanente. Acima do terraço o solo é cultivado por diversas espécies, conforme a demanda dos experimentos de produção orgânica instalados na área. A horta e a área de preservação permanente estão em uma mesma posição da paisagem, porém a 70 m de distância entre si.

A amostragem do solo e das plantas foi realizada em Setembro de 2014 (final da estação seca) e em Abril de 2015 (final da estação chuvosa). Em cada área foram sorteadas sete plantas e, em cada planta, colhidas folhas e flores em três posições de cada planta destinadas à análise foliar durante a estação seca e chuvosa. A análise das folhas foi realizada no Laboratório de Análise de Solos e Folhas, conforme Embrapa (1997). Os resultados das análises foliares foram interpretados seguindo os valores apresentados na **tabela 1**.

Tabela 1. Faixas de concentração de nutrientes minerais necessários para um crescimento adequado da parte aérea de plantas.

Macronutrientes, dag kg ⁻¹	
N	2,0 a 5,0
P	0,2 a 0,5
K	2,0 a 5,0
Ca	1,0 a 5,0
Mg	1,5 a 3,5
Micronutrientes, mg kg ⁻¹	
Cu	1 a 35
Fe	30 a 50
Mn	10 a 15
Zn	15 a 30

Fonte: Kerbauy (2004).

Ao redor de cada planta foram realizadas coleta de solo para análise da umidade gravimétrica nas camadas 0-20 e 20-40 cm, usando um trado de caneca, e realizadas três penetrometrias usando um penetrômetro modelo IAA/PLANALSUCAR. Com os dados de campo, obtidos em impactos dm⁻¹ (N), e

utilizando-se a equação $RP = 5,6 + 6,98(N)$ (Stolf et al., 1983), foram calculados os valores de resistência mecânica do solo (RP) em kgf cm⁻², expressos em MPa após multiplicação por 0,098 conforme descrito por (Arshad et al., 1996). A interpretação da RP seguiu os critérios descritos no Soil Survey Staff (1993), citado por Arshad et al. (1996) (**Tabela 2**).

Tabela 2. Classes de interpretação da resistência do solo à penetração (RP).

CLASSE	RP, MPa
Extremamente baixa	<0,001
Muito baixa	0,001 – 0,1
Baixa	0,1 – 1,0
Moderada	1,0 – 2,0
Alta	2,0 – 4,0
Muito alta	4,0- 8,0
Extremamente alta	> 8,0

Fonte: Soil Survey Staff (1993) citado por Arshad et al. (1996).

Análise estatística

Em cada área foram realizados testes de variância e de médias usando os procedimentos GLM e Tukey, respectivamente, com o programa SAS Institute 9.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A **tabela 3** apresenta os valores médios de resistência à penetração (RP, MPa) do Latossolo Vermelho cultivado com Flor de Mel no camalhão do terraço na Área de Preservação Permanente (APP) e no entorno da Horta em Goiânia, GO, referentes ao período de 2014/2015.

Em geral, o valor médio de RP do solo no período chuvoso (PC) foi de 2,10MPa na APP e de 1,84MPa na horta e não diferem entre si. No período seco (PS), em geral, também não foram encontradas diferenças entre os valores médios de RP obtidos na APP (=8,02 MPa) e na horta (=10,38MPa).

No PC, o valor médio de RP na camada 0-20cm das áreas analisadas (n=14), foi de 1,67 MPa, com CV=26,69%, enquanto que no PS esse valor foi de 8,27MPa, com CV=35,51%). O valor médio da RP na camada 0-20cm na APP não diferiu entre as áreas no PC (APP=1,56MPa e Horta=1,79MPa), nem no PS (APP=8,56MPa e Horta=8,17MPa). Na camada 20-40cm, no PC não foram encontradas diferenças entre os valores médios de RP na APP (=2,42MPa) e na Horta (=2,11MPa), mas no PS, o valor médio de RP encontrado na APP, de 7,47MPa, foi significativamente menor que o obtido na Horta (=12,60MPa). Em geral, o valor médio de RP na camada 20-40cm foi de 2,27MPa com CV=27,16% no PC e de 10,04MPa com CV=31,49% no PS.



Tabela 3. Valores médios de resistência à penetração (RP, MPa) de um Latossolo Vermelho cultivado com Flor de Mel em uma Área de Preservação Permanente (APP) e Horta em Goiânia, GO. Período 2014/2015.

Z, cm	RP, MPa	U, %	Z, cm	RP, MPa	U, %
Período chuvoso					
ÁPP			Horta		
0-5	0,94C		0-5	0,83B	
5-10	1,89B	23,77 A	5-10	1,49AB	26,52 A
10-15	2,11AB		10-15	1,93AB	
15-20	2,21AB		15-20	1,98A	
Média	1,79a			1,56a	
20-25	2,33AB		20-25	2,00A	
25-30	2,34AB	23,70 A	25-30	2,02A	23,72 A
30-40	2,56A		30-40	2,33A	
Média	2,42a			2,11a	
Período Seco					
ÁPP			Horta		
0-5	4,60B		0-5	2,77B	
5-10	9,84A	12,83 A	5-10	7,05AB	15,64 A
10-15	10,45A		10-15	10,32A	
15-20	9,36A		15-20	12,54A	
Média	8,56a			8,17a	
20-25	8,17AB		20-25	13,38A	
25-30	7,40AB	12,14 A	25-30	12,51A	13,57 B
30-40	6,85AB		30-40	11,91A	
Média	7,47b			12,60a	

Letras maiúsculas iguais na coluna não diferem entre as camadas (Z, cm) de solo para cada variável, no mesmo período e área de estudo e letras minúsculas na linha não diferem entre áreas ao nível de 1% de probabilidade pelo teste Tukey.

No PS esses valores aumentaram de modo significativo, sendo considerados como altos a extremamente altos. O valor médio da RP do solo no PC foi de 1,67 MPa com CV de 26,69% e no PS de 8,37 MPa, com maior variabilidade de valores (CV = 35,51%). A relação dos valores de umidade e RP no período avaliado foi inversa e exponencial, com um coeficiente de correlação de 0,71.

Observando-se a **tabela 4**, onde são apresentados os valores dos teores médios de macro e micronutrientes nas folhas de Flor de Mel, e utilizando-se os critérios de interpretação descritos na **tabela 1**, verifica-se que os teores médios de N, P, Ca e Zn se encontram dentro da faixa considerada adequada. No PC, em geral, os teores médios dos nutrientes das plantas de Flor de Mel não variaram com a idade das plantas, mas o teor médio de P na APP foi significativamente menor que o encontrado nas plantas da Horta. O inverso ocorreu com o teor de Mn, maior na APP em relação à Horta.

Tabela 4. Teores médios de nutrientes de plantas (folhas e flores) de Flor de Mel da Área de Preservação Permanente (APP) e Horta.

Nutriente	Período chuvoso		Período seco	
	APP	Horta	APP	Horta
N, dag/kg	2,67A	3,17A	2,80A	2,28A
P, dag/kg	0,60B	0,77A	0,52B	0,66A
K, dag/kg	1,40A	1,57A	1,22A	1,24A
Ca, dag/kg	1,61A	1,90A	3,43A	4,73A
Mg, dag/kg	0,26A	0,24A	0,32A	0,30A
Cu, mg/kg	39,93A	117,43A	30,57A	25,57B
Fe, mg/kg	183,71A	207,64A	653,1B	932,4A
Mn, mg/kg	118,14A	65,57B	114,14A	94,29A
Zn, mg/kg	20,76A	20,90A	23,56A	22,43A

Letras maiúsculas iguais na linha não diferem valores médios entre áreas no mesmo período, pelo teste Tukey a 1% de probabilidade.

No PS apenas o P e o Fe das plantas da APP diferiram dos teores encontrados nas plantas da Horta. Nesse período, o Cu foi maior nas plantas da APP. A concentração média dos demais nutrientes não diferiu nas plantas entre as áreas.

Entretanto os teores foliares de K nas plantas na APP e na horta se encontram abaixo dos valores adequados, tanto no PS quanto no PC. Os teores foliares de Mg estão bem abaixo da faixa considerada adequada. No entanto, entre os micronutrientes, os valores médios de Cu, Fe e Mn estão muito acima dos valores considerados adequados. Pelo fato das plantas estarem sendo cultivadas em um Latossolo Vermelho, os elevados teores de Fe seriam esperados.

Ao se analisar as concentrações de nutrientes nas folhas e flores das plantas separadamente (**tabela 5**), observa-se que no PC os teores médios de Mg, Cu e Zn das folhas das plantas da APP não diferiram dos encontrados nas plantas da Horta, mas em relação às flores, esse comportamento foi encontrado em relação aos teores de K, Ca, Fe e Zn. No PS, observa-se maior semelhança entre as concentrações de nutrientes presentes nas folhas e flores. Nesse período, foram encontrados valores médios de N, Cs, Cu e Mn diferentes entre as áreas, enquanto que em relação às flores, os teores médios de todos nutrientes estudados, com exceção de P, foram iguais nas plantas da APP e da Horta.

No PC, apenas a concentração de N nas folhas e flores nas plantas da APP foi a mesma. Em relação aos demais nutrientes, todos valores diferem entre as partes das plantas. No entanto, esse comportamento não foi observado nas plantas da Horta, que mostraram teores de P, Cu, Fe e Zn iguais nas folhas e flores. No PS foram obtidas concentrações de macronutrientes, com exceção do Mg, iguais nas folhas e flores nas plantas da APP, porém diferentes em relação aos



micronutrientes.

Tabela 5. Valores médios dos teores foliares de macronutrientes e micronutrientes de folhas e flores nos períodos chuvoso e seco na Área de Preservação Permanente (APP) e Horta.

Nutriente	Folhas		Flores	
	APP	Horta	APP	Horta
Período chuvoso				
N, dag/kg	3,22Ba	3,73Aa	2,12Ba	2,60Ab
P, dag/kg	0,52Bb	0,72Aa	0,67Ba	0,81Aa
K, dag/kg	1,25Bb	1,57Aa	1,56Aa	1,57Ab
Ca, dag/kg	2,39Ba	2,89Aa	0,83Ab	0,90Ab
Mg, dag/kg	0,30Aa	0,29Aa	0,21Ab	0,18Bb
Cu, mg/kg	16,3Aa	14,0Aa	63,6Bb	220,8Aa
Fe, mg/kg	212Ba	256,9Aa	155,4Ab	158,4Aa
Mn, mg/kg	184,0Aa	96,29Ba	52,89Ab	34,86Bb
Zn, mg/kg	26,26Aa	25,10Aa	15,27Ab	16,70Aa
Período seco				
N, dag/kg	3,73Aa	2,49Ba	1,88Aa	2,09Ab
P, dag/kg	0,59Ab	0,50Ab	0,43Bb	0,82Aa
K, dag/kg	1,37Aa	1,44Aa	1,06Aa	1,04Ab
Ca, dag/kg	5,92Ba	8,39Aa	0,93Aa	1,07Ab
Mg, dag/kg	0,38Aa	0,34Aa	0,27Ab	0,25Ab
Cu, mg/kg	31,86Ab	25,00Bb	29,29Aa	26,14Aa
Fe, mg/kg	641,3Ba	1098,9Aa	664,9Ab	766,0Aa
Mn, mg/kg	156,71Aa	148,29Aa	71,57Ab	40,29Ab
Zn, mg/kg	25,80Aa	24,89Aa	20,71Ab	19,97Aa

Letras maiúsculas iguais na linha não diferem teores médios de nutrientes das folhas ou flores entre áreas e letras minúsculas na linha não diferem teores nutricionais de folhas e flores em cada área, pelo teste Tukey a 1% de probabilidade.

De acordo com a literatura, as plantas de Flor de Mel têm sido usadas como adubo verde devido à elevada concentração de P e K presentes na biomassa (Jama et al., 2000; Medina et al., 1999). Entretanto, neste estudo os valores médios de P presentes nas folhas e flores, nas duas áreas estudadas, se enquadram dentro da faixa de valores considerados adequados, mas no caso do K, as concentrações do nutriente estão abaixo do limite inferior da faixa adequada segundo Kerbauy (2004), tanto no PC quanto no PS, nas duas áreas estudadas. No PC, as plantas se desenvolveram em um solo considerado de baixa a moderada RP, mas no PS, as plantas foram submetidas à maiores valores de RP. Esse fato poderia implicar em situações diferenciadas de nutrição mineral, devido à produção de compostos secundários produzidos pelas plantas sob condições de estresses. No entanto, os valores médios de RP não diferem com o uso do solo no PC, tão pouco a umidade média no perfil de solo, mas as concentrações de nutrientes variam com a idade das plantas e com as partes das plantas no período.

CONCLUSÕES

Apesar dos valores de RP e umidade nos perfis de solo, em geral, não variarem entre as áreas em cada período estudado, a nutrição mineral das plantas diferiu com a idade, com as partes das plantas e com o período estudado, indicando a necessidade de futuras pesquisas sobre a planta.

REFERÊNCIAS

ARSHAD, M. A.; LOWERY, B.; GROSSMAN, B. Tests for monitoring soil quality In: DORAN, J. W. & JONES, A. J., eds. Methods for assessing soil quality. Madison, Soil Science Society of America. 1996. p. 123–141 (SSSA Special publication 49).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Manual de métodos de análise de solo. 2. ed. Rio de Janeiro: CNPS, 1997, p.16, 212p.

JAMA, B.; PALM, C.A.; BURESCH, R.J. et al. *Thitonia diversifolia* as a Green manure for soil fertility improvement in Western Kenya: a review. **Agroforestry Systems**, 49:201-210, 2000.

KERBAUY, G.B. Fisiologia Vegetal. 2 ed. Rio de janeiro, Guanabara. p.40-71, 2004.

MEDINA, M.L.B.; CARRENO, R.J.D. Evaluation Del material foliar de rayo de sol como posible fuente de xantofilas. **Agronomia Tropical**, 49:373-390, 1999.

RESEARCH REPORT. Using *Tithonia* as an organic fertilizer. Sustainable Agriculture Centre for Research and Development in Africa, 22, 10p. 2000.

SILVA, P.C.S.C. Efeito da variação sazonal na produção de compostos ativos em *Tithonia difersifolia* (Hemsl), utilizando ensaios com microorganismos. 37p. Dissertação (MS). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz-ESALQ/USP, São Paulo, 2004.

STOLF, R.; FERNANDES, J.; FURLANI NETO, V. L. Recomendações para uso do penetrômetro de impacto, modelo IAA/Planalsucar-Stolf. São Paulo, 1983. 8 p. (Série Penetrômetro de Impacto, BT 1)

TONGMA, S.; KOBAYASHI, K.; USUI, K. Allelopatc activity of Mexican sunflower [*Thitonia diversifolia* (Hemsl) A. Gray] in soil under natural field conditions and diferente moisture conditions. **Weed Biology and Management**,.1:115-119, 2001.