

# Indicadores químicos de um Latossolo Vermelho-Amarelo em áreas sob Macaúba ou Pastagem no centro Maranhense.

CLAUDYANNE DO NASCIMENTO COSTA<sup>(1)</sup>, SANDRA REGINA DA SILVA GALVÃO<sup>(2)</sup>, LUIZ FERNANDO CARVALHO LEITE<sup>(3)</sup>, EUGÊNIO CELSO EMÉRITO ARAÚJO<sup>(3)</sup>, JANYELLE DE OLIVEIRA LEMOS<sup>(4)</sup> & NILTON TADEU VILELA JUNQUEIRA<sup>(5)</sup>

**RESUMO** – A macaúba surge como uma alternativa para a produção de biodiesel e, consorciada com pastagem, ajuda na recuperação de áreas degradadas, devido ao aporte de resíduos no solo, aumentando assim a vida útil das pastagens e minimizando os impactos da pecuária no ambiente. Com isso, este trabalho teve por objetivo avaliar os efeitos do cultivo exclusivo e consorciado de macaúba e pastagem sobre os indicadores químicos de um Latossolo Vermelho-Amarelo. Foram estudados cinco sistemas de uso: S1-macaúba; S2-pastagem; S3-pastagem+Macaúba menos adensada; S4-pastagem+Macaúba mais adensada e S5-Vegetação Nativa. Nesses sistemas foram coletadas amostras de solo, com sete repetições, nas profundidades de 0-5, 5-10, 10-20, 20-40 e 40-60 cm, para determinação de pH, Al<sup>3+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, P extraível, K<sup>+</sup> e matéria orgânica (MO). Os valores de pH foram maiores no S3 e menor no S2. A pastagem apresentou maiores teores de alumínio nas camadas superficiais (0-5 e 5-10 cm) quando comparados aos S1 e S3. Os teores de potássio foram significativamente (p<0,05) mais elevados no S2 tanto na camada de 0-5 quanto na 5-10 cm. De forma semelhante, os teores de cálcio, magnésio e fósforo foram superiores em todas as camadas no S2. Quanto aos teores de matéria orgânica, o S5 superou os demais tratamentos em todas as profundidades. A capacidade de troca de cátions (CTC) e a soma de bases (SB) foram superiores no S2, diferindo significativamente dos demais sistemas estudados. A saturação de bases (V), na camada de 5-10 cm, foi maior no S2 diferindo significativamente (p<0,05) do S1, S4 e S5. O solo sob pastagem apresenta boas condições de fertilidade, com solos eutróficos e de elevada CTC. Os solos sob macaúba e macaúba+pastagem menos adensada estão em processo de recuperação das propriedades químicas e da matéria orgânica.

**Palavras-Chave:** Oleaginosas, Áreas degradadas, Fertilidade do solo, Qualidade do solo.

## Introdução

A grande diversidade de palmeiras oleaginosas, nas várias regiões brasileiras, inclusive norte e nordeste, são, atualmente, fontes de pesquisa e exploração industrial, principalmente na produção de biodiesel.

Neste sentido, a macaúba (*Acrocomia aculeata*) tem

sido considerada como uma espécie alternativa de matéria-prima para a produção de agroenergia, possuindo assim elevada importância sócio-econômica, pois seus frutos são fontes de óleo vegetal com potencial para produção de biodiesel [1]. Entretanto, apesar dessa relevância, são bastante restritos estudos relacionados à esta espécie, especialmente no tocante à qualidade do solo.

A macaúba é citada como espécie pioneira comum em áreas que sofreram intervenção antrópica recente, principalmente em áreas de pastagem, sendo menos comum em áreas de mata nativa fechada. A ocorrência dessa palmeira acompanha áreas de solos com maior fertilidade natural e vegetação primitiva de fisionomia florestal, evitando extremos de deficiência de nutrientes e de água. [2].

Na região do cerrado, o processo de degradação das pastagens ocasionado pelo manejo intensivo do solo, em conjunto com a baixa fertilidade natural, tem tornado o cultivo insustentável, exigindo dessa forma, alternativas para a recuperação e manutenção do sistema agrícola. O cultivo consorciado de pastagem com palmeiras tem sido uma alternativa de melhoria e manutenção da fertilidade do solo, uma vez que a presença do componente arbóreo e da biodiversidade constituinte no sistema agroflorestal contribui significativamente no aporte de nutrientes no solo. [3, 4]

Portanto, o cultivo da macaúba consorciada com pastagem pode resultar na melhoria da qualidade do ambiente, pois não haverá necessidade de desmatamento de novas áreas, podendo haver ainda, a melhoria da pastagem e minimização do impacto negativo da pecuária intensiva.

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos do cultivo exclusivo e consorciado de macaúba e pastagem sobre os indicadores químicos de um Latossolo Vermelho-Amarelo

## Material e Métodos

### A. Localização e Descrição da área

O estudo foi conduzido em condições de campo, na Fazenda São Raimundo, localizada no município de Tuntum no estado do Maranhão (05°15'29" S e 44°38'56" W, 175 m de altitude). O solo da área foi classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico. A precipitação média varia de 1500 a 2000 mm e a faixa de variação da temperatura média anual é de 21° a 32° C.

<sup>(1)</sup> Graduanda do Curso de Engenharia Agrônômica, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Piauí. Campus do ININGA, Piauí, PI. E-mail: claudyannecosta@hotmail.com.br.

<sup>(2)</sup> Bolsista DTI/CNPq Embrapa Meio-Norte, Teresina-PI, CEP 64006-220. E-mail: reginassg@uol.com.br

<sup>(3)</sup> Pesquisador da Embrapa Meio-norte, Av. Duque de Caxias, 5650, Bairro Buenos Aires, Teresina-PI, CEP 64006-220. E-mails: luif@cpamn.embrapa.br, eugenio@cpamn.embrapa.br.

<sup>(4)</sup> Graduanda do curso de Engenharia Agrônômica, CCA/UFPI. E-mail: janyelle\_lemos@yahoo.com.br

<sup>(5)</sup> Pesquisador da Embrapa Cerrados, BR 020, km 18, Planaltina-DF, CEP 73310-970. E-mail: junqueir@cpac.embrapa.br

### B. Procedimento experimental e tratamentos

Foram estudados cinco sistemas de uso do solo: (S1) Macaúba: área de macaúba preservada, (S2) Pastagem: área utilizada há cerca de 20 anos com *Brachiaria brizantha*, (S3) Pastagem + Macaúba com baixa densidade: 31 macaúbas ha<sup>-1</sup>, (S4) Pastagem + Macaúba mais adensada: 149 macaúbas por ha<sup>-1</sup> e (S5) Floresta Nativa: área sob vegetação de cerrado preservada e sem histórico de ação antrópica.

Nessas áreas, foram coletadas amostras de solo, em sete repetições, nas profundidades de 0-5, 5-10, 10-20, 20-40 e 40-60 cm. As amostras foram secas ao ar (TFSA), destorroadas e posteriormente passadas em peneira de malha de 2 mm.

### C. Análises químicas

Foram determinados: pH em água (1:2,5); acidez trocável (Al<sup>3+</sup>) extraída com KCl 1 mol L<sup>-1</sup> e quantificada por titulometria com hidróxido de sódio 0,025 mol L<sup>-1</sup>; teores de P e K foram extraídos com Mehlich-1 e quantificados por colorimetria e fotometria de chama, respectivamente; Ca e Mg trocáveis, extraídos com KCl 1 mol L<sup>-1</sup> e quantificados por espectrofotometria de absorção atômica. A acidez potencial (H<sup>+</sup>+Al<sup>3+</sup>) foi extraída com acetato de cálcio 1 mol L<sup>-1</sup> a pH 7,0 e quantificada por titulometria com hidróxido de sódio 0,025 mol L<sup>-1</sup>. A partir dos valores de acidez potencial, bases trocáveis e alumínio trocável, calculou-se a capacidade de troca de cátions (CTC) e a porcentagem de saturação por bases (S), segundo metodologia descrita da Embrapa [5]. Os teores de matéria orgânica foram estimados com base nos valores de carbono orgânico total (COT), que foi quantificado por oxidação da matéria orgânica via úmida, empregando solução de dicromato de potássio em meio ácido, com fonte externa de calor [6].

### D. Análise estatística

Realizou-se a análise de variância dos dados médios para os diferentes tipos de manejo sobre os indicadores químicos e a comparação das médias dos tratamentos foi submetido ao teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

## Resultados

Os valores de pH foram maiores (p< 0,05) no S3 e menores no S2, em todas as profundidades estudadas. Os teores de Al foram maiores no S2, nas camadas mais profundas, (20-40: 1,5 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup>; 40-60 cm: 2,6 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup>), em comparação a todos os outros sistemas.

Nas profundidades 0-5 e 5-10 cm, os maiores teores (p<0,05) de K foram verificados no solo sob S2 comparativamente aos demais. Esta tendência manteve-se na camada de 10-20, não havendo, apenas, diferença para a floresta nativa. Nas camadas de 20-40 e 40-60, o S5 superou os demais sistemas (0,3 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup>). Os teores de Ca e Mg também foram superiores (p<0,05)

no S2. No entanto, diferentemente do K, este aumento foi verificado em todas as profundidades.

O sistema 2, proporcionou maior incremento de P disponível em todas as camadas. Quanto aos teores de matéria orgânica (MO), o S5 superou os demais sistemas em todas as profundidades.

O sistema de uso de pastagem apresentou maior capacidade de troca de cátions (CTC) e soma de bases (S) que os demais sistemas, em todas as profundidades. Quanto à saturação de bases (V), na camada de 0-5 cm, não houve diferença significativa (p<0,05) entre os sistemas estudados. Por outro lado, na camada de 5-10 cm os sistemas 2 e 3 apresentaram maiores valores (52,6% e 43,3% ), respectivamente. Na camada 10-20 cm, o sistema 2 (58,6%) se sobressaiu sobre os demais, se igualando significativamente (p<0,05) aos sistemas 1 (50,4%) e 3 (55,4%) na camada seguinte (20-40cm).

## Discussão

Teores elevados de K em área de pastagem têm sido relatados por vários autores. Isto pode ocorrer em solos ácidos que estão sob pastagem há muitos anos devido à maior capacidade das gramíneas em extrair K, e dessa forma por meio da reciclagem, promover a disponibilização desse nutriente no solo [7].

Os altos teores de Ca e Mg na pastagem se devem provavelmente ao aporte destes elementos pelo esterco bovino [8] e à liberação por meio da decomposição da matéria orgânica. O gado é criado sob sistema semi-intensivo, ficando na área de pastagem a maior parte do tempo, com isso deixa uma quantidade considerável de excrementos. Por outro lado, o solo sob floresta apresentou menores teores, uma vez que neste sistema os nutrientes disponibilizados pela decomposição da matéria orgânica são absorvidos pela vegetação antes de se acumularem no solo, devido à eficiência de utilização dos nutrientes pelas plantas de vegetação nativa.

O sistema 2, proporcionou maior incremento de fósforo disponível em todas as camadas, assemelhando-se aos resultados observados por Lopes [9] e Falleiro et al. [10] os quais afirmam que, sistemas que apresentam reduzido revolvimento do solo, a exemplo das pastagens, acarretam maior concentração de fósforo disponível na camada superficial e uma estratificação, com uma redução dos valores à medida em que aumenta a profundidade. O acúmulo de P no solo também é decorrente da liberação desse nutriente pela decomposição de resíduos de plantas e dejetos animais e devido à competição dos ácidos orgânicos com o fósforo pelos sítios de adsorção, aumentando os teores de P disponível na solução do solo [11].

Maiores valores de MO no S5 estão diretamente relacionado à maior quantidade de resíduos orgânicos acumulados sobre o solo considerando-se que, mudanças nos sistemas de manejo podem afetar os teores de carbono do solo pela alteração do aporte anual de resíduos vegetais e pela modificação na taxa de decomposição da matéria orgânica [12]. Os menores teores de MO no S4, são decorrentes, provavelmente, da renovação da pastagem que

é feita por meio da queima, diferenciando dos outros sistemas que não o faz com a constância realizada no S4.

Altos teores de CTC e S no S2 se devem provavelmente ao efeito positivo da mineralização da matéria orgânica do solo, que auxilia no incremento da capacidade de troca de cátions (CTC) e soma de bases (S), causando assim, a maior liberação de cátions e ânions trocáveis que estão adsorvidos nos colóides do solo [13]

### Conclusões

1. A pastagem é o sistema com melhor caracterização química do solo.

2. O uso solteiro de macaúba e pastagem apresenta melhor caracterização química do solo do que o uso consorciado destes sistemas.

3. O solo sob vegetação nativa de Cerrado apresenta baixa fertilidade e alto teor de matéria orgânica em relação aos outros sistemas em estudo.

### Agradecimentos

Ao CNPq e a FUNARBE/FINEP/NOVBIO pelo apoio financeiro ao desenvolvimento do projeto.

### Referências

[1] MOURA, E. F. 2007. *Embriogênese somática em macaúba: indução, regeneração e caracterização anatômica*. Tese de Doutorado, Programa de Pós-graduação em Genética e Melhoramento, Universidade Federal de Viçosa-UFV, Viçosa.

[2] MOTTA, P. E. F.; CURI, N.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; GOMES, J. B. V. 2002. Ocorrência da Macaúba em Minas Gerais: relação com atributos climáticos, pedológicos e vegetacionais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 37: 1023-1031.

[3] PENEIREIRO, F.M.1999. *Sistemas agroflorestais dirigidos pela sucessão natural: um estudo de caso*. Dissertação de Mestrado em Ciência Florestal. Universidade de São Paulo, ESALQ, Piracicaba.

[4] SILVEIRA, N.D; PRREIRA, M. G; POLIDORO, J.C; TAVARES, S.R.L; MELLO, R.B. 2007. Aporte de nutrientes e biomassa via serrapilheira em sistemas agroflorestais em Paraty (RJ). *Ciência Florestal*, 17: 129-136.

[5] EMBRAPA. 1997. *Manual de métodos de análises de solo*. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, Rj). Brasília: embrapa-SPI; Embrapa – CNPS. 212p.

[6] YEOMANS, J. C. & BREMNER, J. M. 1988. *A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil*. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 19: 1467-1476.

[7] TOMÉ Jr. J.B. 1997. *Manual para interpretação de análise de solos*. *Agropecuária Ltda.*, 247p.

[8] MITCHELL, C.C. & TU, S. 2006. Nutrient accumulation and movement from poultry litter. *Soil Science Society of America Journal*, 70:2146-2153.

[9] LOPES, A. S. 1998. *Manual internacional de fertilidade do solo*. Ver.e Ampl. Piracicaba: POTAFOS. 177 p.

[10] FALLEIRO, R.M.; SOUZA, C.M.; SILVA, C.S.W.; SEDIYAMA, C.S.; SILVA, A.A.; FAGUNDES, J. L. 2003. Influencia dos sistemas de preparo nas propriedades químicas e físicas do solo. *Revista Brasileira de Ciência Solo*. 27: 1097-1104.

[11] GALVÃO, S. R. da S.; SALCEDO, I. H; OLIVEIRA, F. F de. 2008. Acumulação de nutrientes em solos arenosos adubados com esterco bovino. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 43: 99-105.

[12] LEITE, L. F. C. 2002. *Compartimentos e dinâmica da matéria orgânica do solo sob diferentes manejos e sua simulação pelo modelo Century*. Tese de Doutorado, Programa de Pós-graduação em Solo e Nutrição de Plantas. Universidade Federal de Viçosa.

[13] PEREIRA, W.L.M; VELOSO, C.A.C; GAMA, J.R.N.F. 2000. Propriedades Químicas de um Latossolo Amarelo cultivado com pastagens na Amazônia Oriental. *Scientia agricola*. 57:531-537.

**Tabela 1. Características químicas de um Latossolo Vermelho- Amarelo distrófico, nas camadas 0-5, 5-10, 10-20, 20-40 e 40-60 cm, sob diversos sistemas de uso do solo.**

Sistemas	pH	P mg kg <sup>-1</sup>	Al <sup>+3</sup>	H + Al	K <sup>+</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	MO g kg <sup>-1</sup>
			-----			cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>	-----	

0 - 5 cm								
S1	5,8 ab	6,8 bc	0,1 a	5,40 b	0,4 c	1,5 b	1,5 b	30,2 c
S2	5,5 b	17,2 a	0,2 a	9,14 a	0,7 a	3,3 a	2,2 a	32,8 c
S3	6,1 a	9,2 b	0,1 a	3,39 b	0,4 c	2,0 bc	0,2 c	39,7 b
S4	5,9 ab	5,3 cd	0,1 a	4,08 b	0,4 c	1,5 c	0,5 c	30,2 c
S5	5,9 ab	4,1 d	0,1 a	5,21 b	0,6 b	2,3 b	1,4 b	50,1 a
5 - 10 cm								
S1	6,0 a	2,9 bc	0,1 a	4,21 bc	0,2 d	1,7 b	0,2 c	20,4 c
S2	5,5 b	5,9 a	0,2 a	6,69 a	0,6 a	3,8 a	2,7 a	20,8 c
S3	6,1 a	3,6 b	0,1 a	2,97 c	0,3 c	1,6 b	0,2 c	27,7 b
S4	5,9 a	2,5 bc	0,1 a	2,90 c	0,2 d	0,9 c	0,5 c	12,8 d
S5	5,8 ab	1,8 c	0,1 a	4,74 b	0,5 b	1,7 b	1,0 b	35,0 a
10 - 20 cm								
S1	6,1 a	2,2 b	0,1 a	3,21 bc	0,1 c	1,6 b	0,6 b	14,4 b
S2	5,6 b	4,4 a	0,1 a	5,36 a	0,5 a	3,9 a	2,8 a	16,3 b
S3	6,3 a	2,1 b	0,1 a	2,57 c	0,3 b	1,8 b	0,1 d	17,0 b
S4	5,9 ab	1,2 c	0,1 a	2,65 c	0,1 c	0,5 c	0,2 cd	7,2 c
S5	5,6 b	1,3 c	0,1 a	4,30 ab	0,4 a	0,9 c	0,4 bc	33,0 a
20 - 40 cm								
S1	6,1 ab	2,1 b	0,1 b	2,58 bc	0,1 d	1,5 b	0,9 b	10,5 b
S2	5,0 d	3,8 a	1,5 a	6,33 a	0,2 b	3,7 a	2,3 a	9,2 b
S3	6,4 a	1,6 b	0,1 b	1,79 c	0,1 c	1,8 b	0,1 c	9,6 b
S4	5,8 bc	0,7 c	0,2 b	2,86 bc	0,1 cd	0,6 c	0,3 c	10,7 b
S5	5,5 c	0,5 c	0,1 b	3,62 b	0,3 a	0,6 c	0,4 c	17,4 a
40 - 60 cm								
S1	6,1 ab	2,6 b	0,1 b	2,55 b	0,1 b	1,6 c	0,8 bc	7,8 b
S2	4,5 d	3,9 a	2,6 a	7,47 a	0,1 b	3,3 a	2,2 a	8,1 b
S3	6,4 a	1,9 c	0,1 b	1,25 c	0,3 a	2,0 b	0,1 c	7,0 b
S4	5,8 bc	0,6 d	0,2 b	2,16 bc	0,3 a	0,6 d	0,3 c	5,1 c
S5	5,5 c	0,4 d	0,1 b	2,44 b	0,3 a	0,5 d	1,2 b	12,3 a

\*Medias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. (Sistemas: S1 – Macaúba; S2- Pastagem; S3 – Pastagem+ Macaúba (- adensada); S4- Pastagem + Macaúba (+ adensada); S5 – Floresta Nativa.

**Tabela 2. Soma de bases (S), Capacidade de Troca de Cátions (CTC) e Volume de Saturação por Bases (V) de um Latossolo Vermelho-Amarelo sob Macaúba, Pastagem, Consórcio Macaúba e Pastagem e Floresta Nativa, nas profundidades de 0-5; 5-10; 10-20; 20-40 e 40-60 cm.**

Sistemas	S		CTC		V
	cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>		%		
0-5 cm					
S1	4,28 b		9,68 b		44,4 a
S2	6,36 a		15,5 a		41,8 a

<b>S3</b>	2,74 c		6,13 c	45,3 a
<b>S4</b>	2,68 c		6,76 c	40,7 a
<b>S5</b>	4,35 b		9,56 b	46,1 a
		<b>5-10 cm</b>		
<b>S1</b>	2,92 bc		7,12 b	41,4 b
<b>S2</b>	7,34 a		14,0 a	52,6 a
<b>S3</b>	2,27 cd		5,24 c	43,3 ab
<b>S4</b>	1,83 d		4,73 c	39,8 b
<b>S5</b>	3,29 b		8,03 b	41,1 b
		<b>10-20 cm</b>		
<b>S1</b>	2,45 b		5,66 b	43,1 b
<b>S2</b>	7,33 a		12,7 a	58,6 a
<b>S3</b>	2,21 b		4,78 bc	46,4 b
<b>S4</b>	1,17 c		3,82 c	30,8 c
<b>S5</b>	1,89 b		6,19 b	30,6 c
		<b>20-40 cm</b>		
<b>S1</b>	2,59 b		5,17 b	50,4 a
<b>S2</b>	6,41 a		12,7 a	50,8 a
<b>S3</b>	2,18 b		3,97 b	55,4 a
<b>S4</b>	1,13 c		3,98 b	29,8 b
<b>S5</b>	1,41 c		5,03 b	28,4 b
		<b>40-60 cm</b>		
<b>S1</b>	2,54 b		5,10 b	49,4 b
<b>S2</b>	5,71 a		13,2 a	43,6 b
<b>S3</b>	2,52 b		3,77 bc	66,8 a
<b>S4</b>	1,27 c		3,44 c	38,4 b
<b>S5</b>	2,15 bc		4,59 bc	45,3 b

\*Medias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. (Sistemas: S1 – Macaúba; S2- Pastagem; S3 – Pastagem+ Macaúba (- adensada); S4- Pastagem + Macaúba (+ adensada); S5 – Floresta Nativa.