



Núcleo de Meio Ambiente  
Universidade Federal do Pará  
Rua Augusto Corrêa, 01, Guamá  
Belém, Pará, Brasil  
<https://periodicos.ufpa.br/index.php/agroecossistemas>

**Thamires Oliveira Gomes**

Universidade do Estado do Pará  
thamires.o.gomes@gmail.com

**Brenda Larissa Silva Maia**

Universidade do Estado do Pará  
brendamaia19@gmail.com

**Gleudson Marques Pereira**

Universidade Federal do Ceará  
agro\_gleudson@yahoo.com.br

**Seidel Ferreira dos Santos**

Universidade do Estado do Pará  
botanish@yahoo.com.br

**Rosecélia Moreira da Silva Castro**

Universidade do Estado do Pará  
rosecelia.castro@gmail.com

Recebido em: 2019-08-13

Avaliado em: 2021-01-22

Aceito em: 2021-02-02

## AVALIAÇÃO DA FERTILIDADE DO SOLO EM UMA PROPRIEDADE AGRÍCIOLA DO PROJETO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL PORTO SEGURO

**RESUMO:** O presente trabalho objetivou avaliar a fertilidade do solo na camada superficial em diferentes ecossistemas de produção para subsidiar o manejo sustentável do solo em uma propriedade agrícola familiar do Projeto de Desenvolvimento Sustentável Porto Seguro, Marabá-PA. Para a realização desse estudo as áreas foram divididas em quatro glebas ou agroecossistemas, denominados ao longo do trabalho de G1, G2, G3, G4. A G1 contém o plano de plantio de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), G2 a banana (*Musa* spp), G3 o Sistema Agroflorestal (SAF's) e a G4 o feijão de corda (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). Foram coletadas amostras de solo de cada área, sendo que os solos dos cultivos em estudo apresentaram teores de pH, Al<sup>2+</sup>, P, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, H<sup>+</sup>, Al, SB, V%, N e MO abaixo dos valores ideais para manejo adequado das culturas. Os sistemas em cultivo nas áreas provocam alterações significativas na fertilidade do solo. As modificações podem estar ligadas às práticas de manejo do solo das culturas em estudo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Agroecossistemas, Cultivos, Manejo do solo.

## EVALUATION OF SOIL FERTILITY ON A FARM OWNED BY PORTO SEGURO SUSTAINABLE DEVELOPMENT PROJECT

**ABSTRACT:** The objective of this study was to evaluate the soil fertility in the topsoil in different production ecosystems to support the sustainable management of the soil in family farms of the Porto Seguro Sustainable Development Project, Marabá, state of Pará.

For the execution of this experiment, the areas were divided into four tracts or agroecosystems, denominated throughout the work of G1, G2, G3, G4. The G1 is cropped with cassava (*Manihot esculenta* Crantz); G2, with banana (*Musa* spp), G3 with Agroforestry System (AFS), and G4 with cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). Soil samples were collected from each area, and the soils of the assessed crops showed levels of pH, Al<sup>2+</sup>, P, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, H<sup>+</sup>, Al, SB, V%, N, and OM below the ideal values for adequate crop management. The systems under cultivation in the areas cause significant changes in soil fertility. The modifications may be related to the soil management practices of the crops under study.

**KEYWORDS:** Agroecosystems, Crops, Soil management.

## EVALUACIÓN DE LA FERTILIDAD DEL SUELO EN UNA PROPIEDAD AGRÍCOLA DEL PROYECTO DE DESARROLLO SOSTENIBLE PORTO SEGURO

**RESUMEN:** El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar la fertilidad del suelo en la capa superficial en diferentes ecosistemas de producción para apoyar el manejo sostenible del suelo en una granja familiar del Proyecto de Desarrollo Sostenible Porto Seguro, Marabá-PA. Para la realización de este estudio, las actividades se dividieron en cuatro parcelas o agroecosistemas, denominadas a lo largo del trabajo de G1, G2, G3, G4. G1 contiene el plan de siembra de yuca (*Manihot esculenta* Crantz), G2 el plátano (*Musa* spp), G3 el Sistema Agroforestal (SAF) y G4 el frijol (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). Se recolectaron muestras de suelo de cada área, siendo que los suelos de los cultivos estudiados presentaron niveles de pH, Al<sup>2+</sup>, P, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, H<sup>+</sup>, Al, SB, V%, N y OM por debajo de los valores ideales para el manejo adecuado del cultivo. Los sistemas de cultivo en las áreas causan cambios significativos en la fertilidad del suelo. Las modificaciones pueden estar vinculadas a las prácticas de manejo del suelo de los cultivos en estudio.

**PALABRAS CLAVES:** Agroecosistemas, Cultivos, Manejo de suelos.

### INTRODUÇÃO

A ocupação da Amazônia tem ocorrido de forma desordenada com a substituição de florestas por lavouras ou pastagens, levando à degradação

de grandes áreas e contribuindo para o aumento dos desmatamentos. É uma das formas de ocupação da Amazônia é por meio da agricultura familiar. Com o desenvolvimento da agricultura e

domesticação de animais, temos progressivamente convertido ecossistemas naturais em agroecossistemas, com a finalidade de aumentar a produção de alimentos (BUG, 2019). É comum na agricultura familiar amazônica a alteração do meio ambiente natural para criação de áreas agrícolas, das quais se pode destacar a formação de pastagens proveniente da derrubada e queima da floresta (FERREIRA; OELHO, 2015).

Práticas agrícolas adotadas, de acordo com Morais et al. (2015), muitas vezes nocivas ao solo, ocasionam a diminuição contínua da qualidade do mesmo, resultando em baixas produtividades e com perdas em sua sustentabilidade. Tais reflexos negativos têm causado impactos degenerativos nas propriedades químicas do solo, como perdas de biodiversidade, da fertilidade, da capacidade de sustentar e possibilitar o desenvolvimento radicular das plantas.

Alguns estudos têm demonstrado que é possível a harmonia entre a produção e a preservação de forma

sustentável mesmo que seja através do reflorestamento, após a exploração econômica do sítio ou a utilização sustentável de unidades de conservação de modalidade sustentável (PINHEIRO et al., 2019; GUERREIRO et al., 2018, CRUZ et al., 2020).

Nesse contexto o estudo avalia a fertilidade do solo na camada superficial em diferentes ecossistemas de produção, de forma a subsidiar o manejo sustentável do solo em uma propriedade agrícola do Projeto de Desenvolvimento Sustentável Porto Seguro, Marabá-PA.

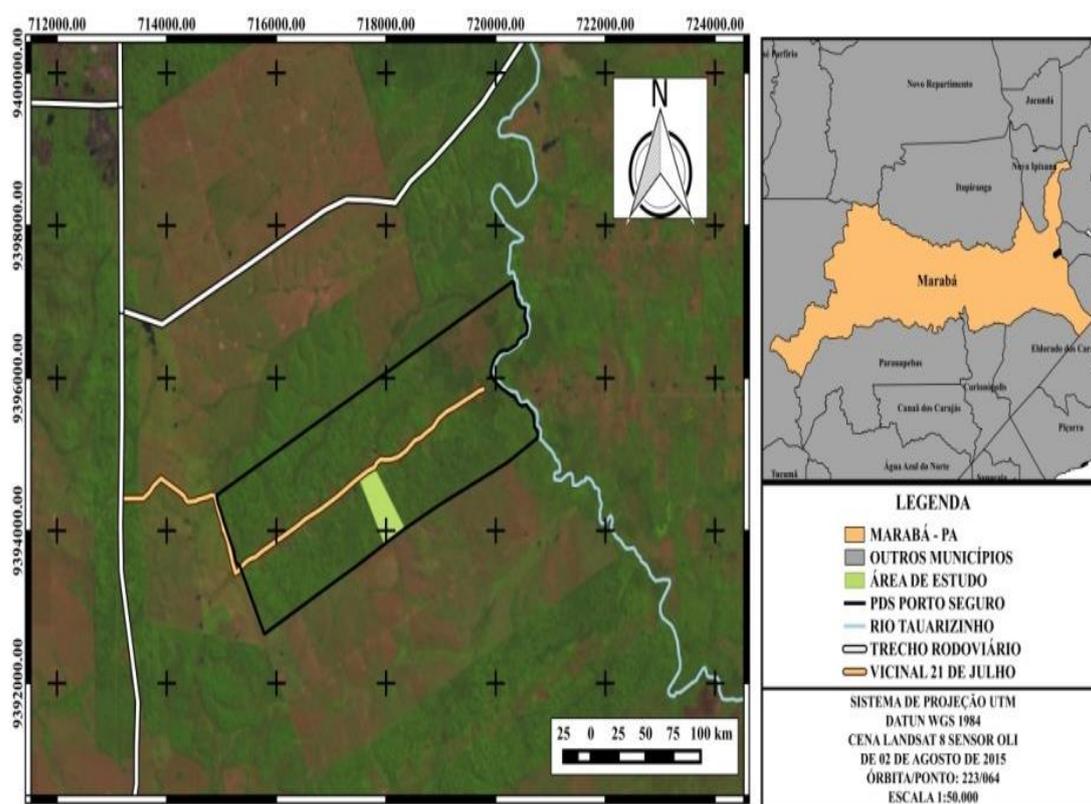
## MATERIAL E MÉTODOS

A propriedade agrícola familiar estudada localiza-se no Projeto de Desenvolvimento Sustentável - Porto Seguro situado município de Marabá – PA. A área da propriedade agrícola é dividida em cultivos agrícolas anuais, área de quintal agroflorestal e reserva legal (Figura 1). Foram realizadas coletas de amostras de solo de área, obedecendo aos procedimentos

estabelecidos pela Embrapa (2006), dividindo as atividades agrícolas em quatro áreas ou agroecossistemas, denominadas ao longo do trabalho de G1, G2, G3 e G4, e uma área de Reserva Legal. Na G1 determinou a mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), G2 a

banana (*Musa* spp), G3 o Sistema Agroflorestal (SAFS) e a G4 o feijão de corda (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). Ambas as condições não recebem qualquer utilização de adubação químicas, orgânica e/ou calagem.

Figura 1. Localização do PDS e da propriedade estudada, Marabá, Pará.



Fonte: Elaborado pelo autor.

As amostras de solo foram coletadas em março de 2018. A determinação dos pontos para a realização das coletas foi realizada de forma aleatória,

sendo estabelecidos 10 pontos em cada área onde ocorreu a coleta de amostras simples em cada ponto. Foi necessário cavar o solo com pá ou

enxadeco até uma profundidade de 20 cm, retirando o talhão de solo do qual somente o “miolo” foi aproveitado, descartando-se as partes das laterais.

Em cada ponto da área as amostras foram adicionadas em um balde identificado, onde posteriormente ocorreu a homogeneização das 10 amostras simples, tornando-se uma única amostra composta de 500 g. As amostras foram encaminhadas para o Laboratório de análise de fertilidade do solo – Laboratório de Campo para assim determinar as características: pH, M.O (matéria orgânica, V (saturação de bases), P (fósforo), K (potássio), Ca (cálcio), Mg(Magnésio), Al (Alumínio), H+Al (relação de hidrogênio e alumínio), SB (soma das bases) e CTC (capacidade de troca catiônica).

As análises de caracterização química foram feitas de acordo com a metodologia descrita pela Embrapa (2009).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise para determinação das características químicas do solo nos agroecossistemas

estudados, equivalente à profundidade de 0-20 cm, estão dispostos na tabela 1. Segundo os valores descritos por Gama et al (2007), o pH de todos os tipos de solos dos agroecossistemas estudados-incluindo a Reserva Legal - são considerados de acidez alta (pH entre 4,4 – 5). O balanço entre íons de hidrogênio ( $H^+$ ) e de hidroxilas ( $OH^-$ ), que representa o pH, resulta na acidez ou alcalinidade do ecossistema solo. A razão para essa consideração, possivelmente pode ter relação com a decomposição da matéria orgânica e a liberação de ácidos orgânicos nos solos; na área de Reserva Legal é apresentado o maior valor de pH, aproximando do valor considerado normal dessa propriedade (pH de valor 7), evidenciando a importância dessas áreas de proteção ambiental, visto que apresenta características mais próximas ao natural.

Com relação aos resultados de alumínio trocável ( $Al^{2+}$ ), os solos da área com mandioca, SAFS e a Reserva legal (RL), apresentaram valores entre 0 e  $0,8 \text{ cmolc/dm}^3$ , representando assim baixo potencial prejudicial às plantas.

Já os solos com cultivo de banana e feijão de corda apresentaram o valor 1 cmolc/dm<sup>3</sup> respectivamente, representando de tal forma risco de toxicidade às plantas, pois alumínio trocável ou acidez trocável corresponde a quantidade de Al que está retido pelas cargas negativas do solo (OLIVEIRA, 2014).

Os teores de Ca nos quatro agroecossistemas estudados foram classificados como baixos, confirmados por Ribeiro et al. (1999a), com faixa entre (0,41 – 1,3 cmolc / dm<sup>3</sup>). Para os teores de magnésio dos solos estudados (quatro áreas), os valores

também foram classificados como baixos, estando entre (0,3 – 0,5). O Cálcio é um macronutriente essencial para as plantas (Funk *et al.*, 2013), e está presente na membrana citoplasmática e nas paredes celulares das células vegetais. O Mg desempenha grande número de funções chave no metabolismo das plantas, consequentemente, sua deficiência afeta diversos processos bioquímicos e fisiológicos, levando a reduções no crescimento e rendimento das culturas (DIAS, 2015).

**Tabela 1.** Caracterização dos atributos químicos, em função das áreas no PDS Porto Seguro – Marabá –Pa.

Áreas	Atributos químicos*												
	pH	M.O	V	N	P	CO	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	CTC
		(%)			(mg/dm <sup>3</sup> )					(cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )			
<b>G1</b>	4,7	1,3	34	11	1	10	0,12	1,3	0,5	1	3,7	1,92	5,6
<b>G2</b>	5	1,8	29	9	6	12	0,15	1,1	0,4	0,8	3,9	1,65	5,5
<b>G3</b>	4,6	1,5	25	9	5	12	0,09	0,9	0,3	0,7	4	1,29	5,3
<b>G4</b>	4,7	1,1	28	13	2	10	0,12	1	0,5	1	4,2	1,62	5,8
<b>RL</b>	5,75	1,8	63,75	17	5,08	3,92	0,58	4,68	2,28	0	4,33	7,53	11,86

Onde: \*Matéria orgânica (MO), índice de saturação por bases (V%), Fósforo (P), Potássio (K+), Cálcio (Ca+2), Magnésio (Mg), Alumínio (Al+3), acidez potencial (H+Al), soma de bases (SB), capacidade de troca catiônica (CTC).

Para o K em todos os agroecossistemas estudados e na RL foram classificados como muito baixos com valores entre (0,12 – 0.58 cmolc / dm<sup>3</sup>). A disponibilidade do nutriente está relacionada com a pluviosidade (CAVALIERI et al., 2011). As plantas exigem grande quantidade de potássio, perdendo apenas para o nitrogênio. Este nutriente participa de vários processos essenciais para as plantas como a ativação enzimática, fotossíntese, regime hídrico das plantas, formação de aminoácidos e síntese de proteínas (MEURER, 2006).

O P nas quatro áreas estudadas foi classificado como muito baixo entre (0 – 6 mg / dm<sup>3</sup>) com base em Rajj et al. (1996) especialmente na área 1 e 4 onde apresentaram os menores teores 1mg/dm<sup>3</sup> e 2mg/dm<sup>3</sup> e maiores nas áreas 2 e 3 com teores 6 mg/dm<sup>3</sup> e 5 mg/dm<sup>3</sup> respectivamente. A Reserva Legal apresentou índice de fósforo superior aos teores determinados nos agroecossistemas citados anteriormente, com valor de 5,08 mg/dm<sup>3</sup>.

Dent e Boincean (2019) afirmam que a biodiversidade acima do solo está

relacionada com a teia alimentar do solo. Quanto maior a diversidade dentro da teia alimentar do solo, maior será sua funcionalidade.

Os teores mais baixos de N foram encontrados nas áreas 2 e 3, ambas com 9%. O agroecossistema com maior percentual de N foi a área 4, com 13%. E o tratamento com maior índice foi na RL com 17%. O nitrogênio é um nutriente de significativa importância à vida vegetal, pois se constitui de estruturas do protoplasma da célula, da molécula da clorofila, dos aminoácidos, de proteínas e de várias vitaminas, além de influenciar as reações metabólicas das plantas, e proporcionar aumento do desenvolvimento vegetativo e do rendimento da cultura (TEMÓTEO et al., 2010).

O solo da RL apresentou um teor de V% acima dos percentuais encontrados nos agroecossistemas em estudo, com índice de 64%. Todos os solos que apresentam o valor de saturação de bases menor que 50% são considerados de baixa fertilidade (RAIJ et al., 1996). O solo do SAF's em especial, apresentou o valor mais baixo (25 %) de saturação por base,

demonstrando ser o solo com menor fertilidade. Há uma necessidade significativa de calagem para elevação da saturação por base (V%) desse solo. Os teores baixos de saturação por base dos solos das áreas em estudo estão relacionados de forma direta às características dos solos amazônicos de exposição a elevados índices pluviométricos em determinadas épocas do ano. O processo de lixiviação das bases trocáveis é intenso, agravando as perdas de nutrientes (COLLIER; ARAÚJO, 2010).

Em todas as áreas, os teores de MO foram classificados como baixos, com classificação entre (1–1,9) conforme Ribeiro et al. (1999b). O índice mais elevado de MO foi encontrado no solo da RL, com 3,92 dag/kg. As áreas 1 e 4 apresentaram menor porcentagem de MO com teores de 1,3% e 1,1%, respectivamente. A área 2 apresentou maior teor de matéria orgânica em relação aos demais agroecossistemas.

Os baixos teores de matéria orgânica encontradas nos agroecossistemas em estudo podem estar relacionados à baixa velocidade

de decomposição da serapilheira ou indicativo de degradação da área de estudo. Desta forma, a fertilidade do solo da área dos agroecossistemas assim como a continuidade dos ciclos biogeoquímicos que regem a vida local dos ecossistemas depende diretamente da manutenção e recuperação da vegetação (CAMARGO; MARQUES JÚNIOR; PEREIRA, 2010). Neste sentido, torna-se essencial elevar os teores dos principais atributos químicos dos solos estudados, por meio da aplicação de práticas conservacionistas.

## CONCLUSÃO

A Reserva Legal apresentou índices de pH, Al, P, Ca, Mg, H, Al, SB e MO satisfatórios, comprovando desta forma que a sustentabilidade natural dos seus recursos proporciona qualidade química ao solo. Nos sistemas em cultivo confirma-se alterações significativas nas características químicas do solo.

As alterações na fertilidade dos solos das áreas podem ser verificadas através da diminuição dos teores dos

macronutrientes. Portanto, nos agroecossistemas estudados, evidencia-se a necessidade de manejo, aplicado de forma integrada para manutenção da qualidade do solo. Como medida mitigadora na qualidade química do solo, podemos apontar práticas conservacionistas como o plantio direto e rotação de cultura, como fonte de biomassa e proteção das características de fertilidade do solo.

## REFERÊNCIAS

- AMANSLEONE S. T.; JOSÉ F. M.; INDALÉCIO D.; FRANCISCO A. O. Crescimento e acúmulo de nitrogênio e potássio pelo melão pele de sapo fertirrigado. *Irriga*, v. 15, n. 3, p. 275, 2018.
- BUG, J. Assessing Productive Capacities of Agro-Ecosystems. In: HAAREN, C.; LOVETT, A. A.; ALBERT, C. (eds). **Landscape Planning with Ecosystem Services: Theories and Methods for Application in Europe**. Netherlands: Springer. 2019.511p.
- CAMARGO L. A.; MARQUES J. J.; PEREIRA G. T. Variabilidade espacial de atributos físicos de um Argissolo sob diferentes curvaturas do relevo. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, v. 34, n. 3, p. 617-630. 2010.
- CAVALIERI, K. M. V.; CARVALHO, L. A.; SILVA, A. P.; LIBARDI, P. L.; TORMENA, C. A. Qualidade física de três solos sob colheita mecanizada de cana-de-açúcar. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* [S.l.], v. 35, n. 5, p. 1541-1549, 2011.
- COLLIER L. S.; ARAUJO G. P. Fertilidade do Solo sob Sistemas de Produção de Subsistência, Agrofloresta e Vegetação Remanescente em Esperantina-Tocantins. *Floresta e Ambiente*. Rio de Janeiro, n. 17, v. 1, p. 12-22, 2010.
- CRUZ, D. C.; BENAYAS, J.M. R.; FERREIRA, G. C.; RIBEIRO SANTO, S. R.; SCHWARTZ, G. An overview of forest loss and restoration in the Brazilian Amazon. *New Forests*, 2020. <https://doi.org/10.1007/s11056-020-09777-3>.
- DENT, D.; BOINCEAN, B. **Farming the Black Earth: Sustainable and Climate-Smart Management of Chernozem Soils**. Switzerland: Springer Nature, 2019. 243 p.
- DIAS, K. G. L. **Nutrição, Bioquímica e Fisiologia de cafeeiros supridos com Magnésio**. 2015. 118f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo). Universidade Federal de Lavras. UFLA. Lavras. 2015.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes** (2.ed.) Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 628p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de solos**. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. 2ª edição. Rio

de Janeiro: Embrapa Informação Tecnológica 301 p (2006).

FERREIRA, M. D. P.; OELHO, A. B. Desmatamento recente nos estados da Amazônia Legal: uma análise da contribuição dos preços agrícolas e das políticas governamentais. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 53, n. 1, p. 91-108. 2015.

FUNK, J. L.; AMATANGELO, K. L. Physiological mechanisms drive differing foliar calcium content in ferns and angiosperms. **Oecologia**, v. 173, p. 23-32. 2013.

GAMA, J. R. F. N.; CARVALHO, E. J. M.; RODRIGUES, T. E.; VALENTE, M. A. Solos do Estado do Pará. In: CRAVO, M. S.; VIÉGAS, I. J. M., BRASIL, E. C., eds. **Recomendações de adubação e calagem para o estado do Pará**. Embrapa Amazônia Oriental, Belém, 2007. p.19-29.

GUERREIRO, Q. L. M.; OLIVEIRA JUNIOR, R. C.; RUIVO, M L P.; SILVA, K. E.; BELDINI, T. P.; GUEDES, M. C.; MOTA, A. F. L.; MORAES, B. L. T.; SANTOS, P. R. B.; DUIN, I. M. Litter production in a natural stand of Brazil nut trees (*Bertholletia excelsa* Bonpl.). **African Journal of Agricultural Research**, v. 13, p. 228-238, 2018.

LISBÔA, F. M.; MIRANDA, P. B. Análise de atributos físicos e químicos de solo submetido a diferentes manejos no sudeste paraense. **Revista Agroecossistemas**, v. 6, n. 1, p. 1-9, 2014.

MEURER, E.J. **Fundamentos de química do solo**. 3.ed. Porto Alegre: Evangraf, 2006. 285p.

MORAIS, E. R.; MAIA, C. E.; GAUDÊNCIO, H. R., SOUSA, D. M. Indicadores da qualidade química do solo em áreas cultivadas com mamoeiro irrigado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi**, v. 19, n. 6, 2015.

OLIVEIRA, L. L. Indicadores ambientais químicos e biológicos de solo sob diferentes usos. In: Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. 5. **Anais...** Belo Horizonte, S/E, 2014. p. 1-6.

RAIJ, B. van; SILVA, N.M. da; BATAGLIA, O. C.; QUAGGIO, J. A.; HIROCE, R.; CANTARELLA, H.; BELIINAZZI JÚNIOR, R.; DECHEN, A. R.; TRANI, P. E. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agronômico, 1985. 107 p. (IAC. Boletim Técnico, 100).

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª aproximação**. Viçosa: UFV, p. 359, 1999.

TEMÓTEO, A. DA S.; MEDEIROS, J. F. DE.; DUTRA, I. OLIVEIRA, F. A. DE; Crescimento e acúmulo de nitrogênio e potássio pelo melão pele de sapo fertirrigado. **Irriga**, v. 15, n. 3, p. 275-281, 2010.