



# Atributos Químicos de um Latossolo Amarelo, sob Diferentes Sistemas de Uso, no Nordeste do Pará.

SENA, WELLITON DE LIMA<sup>(1)</sup>; SILVA, GEORGE RODRIGUES DA<sup>(2)</sup>;  
SILVA JÚNIOR, MÁRIO LOPES DA<sup>(3)</sup> & FRAZÃO, DILSON AUGUSTO  
CAPUCHO<sup>(4)</sup>

## Resumo

Na Amazônia, em ecossistemas naturalmente frágeis, a remoção da cobertura natural e a utilização de cultivos inapropriados, geralmente, resultam em degradação rápida dos solos, dando origem a ecossistemas pouco estáveis. Neste contexto, a implantação dos sistemas agroflorestais (SAF), com adoção de práticas agrícolas adequadas constitui-se como uma alternativa viável para a recuperação de áreas desgastadas pelo mau uso. O objetivo do trabalho foi avaliar Ca, Mg e K trocáveis, P disponível, pH em água e capacidade de troca de cátions (CTC) de um Latossolo Amarelo, na profundidade de 0-0,2m, sob arranjos de sistemas agroflorestais e sistemas convencionais envolvendo cacau (*Theobroma cacao*), pupunha (*Bactris gasipaes*) e açaí (*Euterpe oleraceae*), em dois períodos de amostragem (seco e chuvoso) e compará-los com as mesmas variáveis em condições de floresta secundária. Utilizou-se o delineamento de blocos ao acaso, comportando dois sistemas agroflorestais (cacau + açaí e cacau + pupunha), dois sistemas convencionais (açaizeiro e pupunheira), além do sistema de floresta secundária, em quatro repetições. Os sistemas agroflorestais estudados se assemelharam à floresta secundária, quanto à ciclagem de nutrientes, configurando-se como alternativas sustentáveis para o uso do solo, nos ecossistemas amazônicos. As variáveis estudadas, à exceção do fósforo, sofreram influência positiva da época chuvosa (fevereiro).

**Palavras-chave:** Sistemas agroflorestais, propriedades químicas, Amazônia.

## Introdução

A maioria dos solos representativos da Amazônia apresenta baixa fertilidade natural, devido à rocha matriz sobre os quais foram originados. Aliado a isso, as atividades agrícolas, pecuárias e madeireiras, quando manejadas inadequadamente provocam alterações negativas nos diferentes ecossistemas amazônicos, quer seja pelo depauperamento do solo, quer seja pela extinção da flora e da fauna em determinadas áreas onde antes essas atividades ocorriam.

As áreas exploradas pelas atividades agrossilvopastoris, as quais são posteriormente abandonadas, devem ser manejadas e reintegradas aos processos de produção, como forma de minimizar o avanço da devastação de novas áreas de floresta

primária.

A implantação dos sistemas agroflorestais (SAF), com adoção de práticas agrícolas adequadas que proporcionem a preservação do meio ambiente, se configura como alternativa sustentável para aumentar os níveis de produção agrícola, animal e florestal [1] e, conseqüentemente, da qualidade de vida.

Os SAF são considerados os modelos que apresentam características que mais se aproximam da floresta natural, ou seja, promovem o aumento da matéria orgânica e da biomassa, protegendo o solo contra a erosão e temperaturas elevadas [1, 2].

O cacaueiro possui reconhecida vocação e inúmeras qualidades para compor os SAF. Por ser planta tolerante à sombra, pode ser cultivado em associação com espécies lenhosas e não lenhosas, proporcionando eficiente proteção dos solos tropicais contra agentes de degradação, por possuir muitos dos atributos de sustentabilidade da floresta heterogênea natural [3].

O cultivo através do sistema "Alley Cropping", técnica que serviu de base para a implantação dos SAF, que favorece a proteção da camada superficial do solo, a partir da cobertura morta obtida com a poda dos arbusto, apresenta-se como excelente alternativa agroflorestal para regiões de clima tropical, tendo demonstrado resultados satisfatórios na América Central, Caribe, África e Índia [4, 5, 6].

As condições climatológicas tropicais da região proporcionam um processo dinâmico mais intensificado dos indicadores químicos, os quais podem servir como indicadores da qualidade dos solos, auxiliando na avaliação e no estabelecimento de um novo equilíbrio biodinâmico do solo [7].

Neste estudo serão avaliados os teores trocáveis de Ca, Mg e K, P disponível, pH em água e CTC de um Latossolo Amarelo do Nordeste paraense, sob arranjos de sistemas convencionais e sistemas agroflorestais envolvendo cacau, pupunha e açaí e compará-los com as mesmas variáveis em condições de solo sob vegetação secundária, em dois períodos distintos de amostragem (seco e chuvoso), a fim de determinar se os SAF se apresentam como uma alternativa para a recuperação de áreas alteradas e degradadas, sem prejuízo do meio ambiente, em ecossistemas amazônicos.

## Material e Métodos

A pesquisa foi conduzida em área da Estação

Experimental ERJOH da CEPLAC, no município de Marituba, Pará, utilizando delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro repetições, comportando ecossistemas com 14 anos de idade, constituídos por dois SAF (cacau+açai e cacau+pupunha), dois sistemas convencionais (açazeiro e pupunheira), além do sistema de floresta secundária (30 anos), instalados em solo classificado como Latossolo Amarelo [8].

As amostras do solo coletadas à profundidade de 0-0,2m, em fevereiro e outubro/2004, épocas de maior e menor precipitação fluvial, respectivamente, foram analisadas, conforme metodologia da Embrapa [9]: Ca e Mg trocáveis foram extraídos com KCl 1 mol L<sup>-1</sup> e determinados por titulometria com EDTA 0,0125 mol L<sup>-1</sup>; P disponível e K trocável foram obtidos com a solução extratora Mehlich 1 (HCL 0,05 mol L<sup>-1</sup> + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,0125 mol L<sup>-1</sup>) e analisados por colorimetria e fotometria de chamas, respectivamente; e pH determinado em água na relação 1:2,5 (solo:água). A soma dos cátions obtidos na análise do solo constituiu a CTC<sub>pH 7</sub>.

Os tratamentos foram constituídos de maneira a representar combinações entre o cacauzeiro e o açazeiro ou a pupunheira, sob uma variação do modelo "alley cropping", assim especificados:

**CA** – Fila dupla de açazeiro (3 x 2m) intercalada com fila tripla de cacauzeiro (2,5 x 2m); **CP** – Fila dupla de pupunheira (3 x 2m) intercalada com fila tripla de cacauzeiro (2,5 x 2m); **A** – Açazeiro em monocultivo no espaçamento 3 x 1,5m; **P** – Pupunheira em monocultivo no espaçamento 3x1,5m; **FS** – Área de floresta secundária com mais de 30 anos de idade, próxima dos tratamentos estudados.

Os dados das variáveis obtidas em cada época de amostragem, distintamente, em função dos diferentes sistemas de uso do solo, foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos foram comparadas por meio do teste de Duncan, em nível de 5% de significância. As análises estatísticas foram realizadas no software Statistical Analysis System-SAS.

### Resultados e Discussão

Na floresta secundária e no SAF formado por cacau + açai, no período chuvoso (fevereiro), a ciclagem do cálcio mostrou-se mais eficiente, apresentando valores mais elevados (0,96 e 1,06cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>) em relação aos outros tratamentos (Fig. 1).

Para magnésio trocável, os maiores valores, também foram encontrados no solo amostrado no período chuvoso, sem diferenças significativas entre os diferentes tratamentos, variando de 0,48cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup> na floresta secundária, até 0,64cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup> no SAF formado por cacau + açai (Fig. 2). Os menores valores ocorreram no período seco, nos sistemas com cacau + açai (0,18cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>) e com açazeiro (0,17cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>).

A maior concentração de potássio foi obtida na

floresta secundária (1,98cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>), no período chuvoso (Fig. 3). Nos outros sistemas os valores apresentados não diferiram significativamente entre si, com variação de 0,39cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup> (açazeiro) a 0,81cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup> (pupunheira). Em todos os manejos estudados, houve uma redução expressiva das concentrações de K do solo no período de estiagem das chuvas (outubro), quando comparado com o período seco (fevereiro).

A eficiente ciclagem de nutrientes na floresta secundária, pode explicar a maior concentração de potássio no solo coletado em fevereiro/2004 (período chuvoso). Nos outros sistemas, a grande exportação de K pela colheita de frutos e palmitos, o que não ocorre na floresta secundária, pode justificar os menores valores do nutriente encontrados no solo. Resultados semelhantes foram encontrados por Centurion, Cardoso & Natale [10], estudando o manejo do solo em diferentes ecossistemas.

De um modo geral, para todos os sistemas de uso, os maiores valores para Ca, Mg e K trocáveis foram encontrados no período chuvoso. Provavelmente, tal fato é devido à maior atividade microbiana na decomposição da matéria orgânica, e na solubilização de compostos minerais que contém cálcio, em função do maior teor de umidade existente no solo, além do que, a diluição da solução do solo, em função do aumento do teor de umidade, aumenta, também, a concentração de cátions divalentes [11].

As médias de Ca e Mg, independente do período de amostragem são classificadas como de nível baixo, enquanto as de K apresentam-se em nível considerado alto na amostragem feita no período chuvoso, e baixo no solo coletado no período seco [11].

Os valores de P disponível foram mais elevados no solo coletado no período seco, em relação ao período chuvoso, sendo o maior valor obtido no sistema cacau + açai, com 7,15mg/dm<sup>3</sup>, que não diferiu estatisticamente dos sistemas com cacau + pupunha, açazeiro e pupunheira (Fig. 4). O menor valor foi apresentado pela floresta secundária (4,15mg/dm<sup>3</sup>). Na amostragem efetuada no período chuvoso, a média de P disponível obtida com o sistema cacau + pupunha (4,42mg/dm<sup>3</sup>), superou significativamente os outros tratamentos. O menor valor foi obtido na floresta secundária, com 2,28g/dm<sup>3</sup>.

O fósforo disponível sofreu redução com o aumento do teor de umidade, em todos os sistemas de uso do solo. Segundo Nahas [12], é provável que seja liberada quantidade considerável de fósforo da biomassa microbiana, importante reserva de P-lábil, em consequência da morte da microbiota do solo, em função do estresse hídrico, o que justificaria a maior disponibilidade do nutriente no período mais seco.

De um modo geral, os valores de P disponíveis são considerados baixos [11], condição que pode ser motivada pela acidez elevada, favorecendo a fixação do fósforo, com a consequente redução da disponibilidade deste elemento no solo [13].

Os dados de pH de amostras do solo coletado no período chuvoso mostram que o valor de 3,88 apresentado no sistema cacau + açai foi significativamente inferior aos

demais, que apresentaram valores que não diferiram entre si, variando de 4,15 no sistema com açaizeiro, até 4,33 nos sistemas com pupunheira e floresta secundária (Fig. 5).

Quando a amostragem do solo foi realizada no período seco, observou-se que os sistemas formados por cacau + pupunheira e pupunheira obtiveram valores na ordem de 4,30 e 4,36, respectivamente, superiores aos demais tratamentos. Nos sistemas com cacau + açaizeiro, açaizeiro e pupunheira, os valores de pH variaram de 4,13 a 4,21, sem diferenças significativas.

De um modo geral, os valores de pH obtidos no período seco foram maiores, em valores absolutos, que os encontrados no solo coletado no período chuvoso. De qualquer modo, esses valores de pH encontrados nos dois períodos, são classificados como de elevada acidez [11].

As mesmas condições de elevada acidez, com pH variando de 3,4 a 3,8, foram encontrados em ensaio com sistemas agroflorestais formados com cacau e seringueira, no Nordeste paraense [2].

Os valores de CTC encontrados no solo coletado no período chuvoso foram expressivamente superiores aos encontrados no período seco, para todos os sistemas de uso estudados. No período chuvoso, a floresta secundária com CTC igual 18,14 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup> superou significativamente os outros sistemas, os quais apresentaram valores de 16,91; 16,75; 16,69 e 16,07 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>, respectivamente, para pupunheira, cacau + açaí, cacau + pupunheira e açaizeiro, que não diferiram significativamente entre si (Fig. 6).

Quando o solo foi coletado no período seco, a floresta secundária e o cacau + açaí foram superiores aos demais sistemas, com valores para CTC de 5,67 e 5,36 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>, respectivamente, enquanto que os valores encontrados nos sistemas com cacau + pupunheira, açaizeiro e pupunheira, variaram de 4,56 a 5,0 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>, sem diferenças significativas.

Os valores de CTC apresentados no período chuvoso e no período seco são considerados de nível alto e nível baixo, respectivamente [11].

No parâmetro CTC, a floresta secundária superou os outros sistemas de uso, nos dois períodos de amostragem (Fig. 6), Nesse ecossistema, mercê dos atributos que lhe conferem sustentabilidade, é mantido um eficiente sistema de reciclagem de nutrientes. Na floresta, o solo, a biomassa e os detritos (serrapilheira) constituem depósitos com expressivo conteúdo de nutrientes. Simultaneamente, a folhagem e os detritos da floresta caem e se acumulam sobre o solo, formando a matéria orgânica, que pelo processo da mineralização, libera os nutrientes assimiláveis pelas plantas, contribuindo para aumentar a CTC [14].

## Conclusões

Os dados obtidos permitem as seguintes

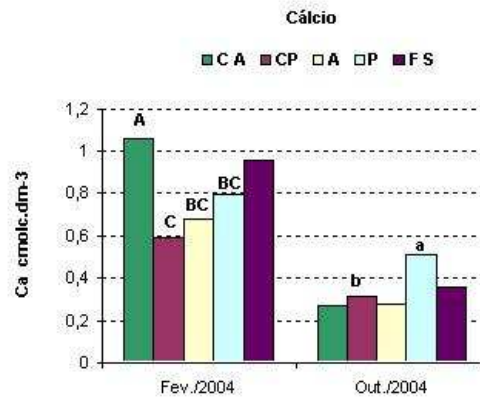
conclusões:

Os sistemas agroflorestais e os monocultivos estudados se assemelharam à floresta secundária, quanto à eficiência na ciclagem de nutrientes;

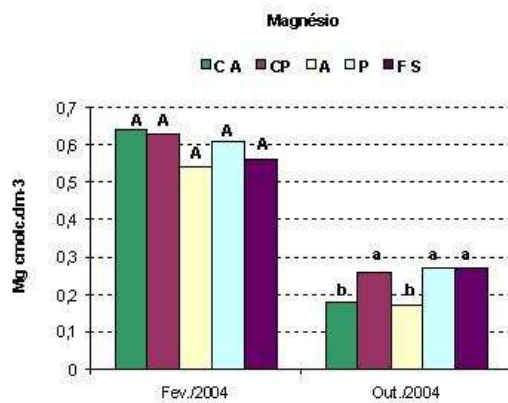
As variáveis estudadas, à exceção do fósforo, sofreram influência positiva da época chuvosa (fevereiro).

## Referências

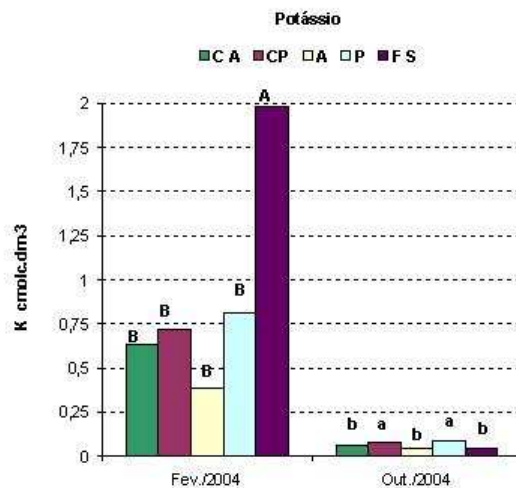
- [ 1 ] NAIR, P. K. R. 1993. *An Introduction at Agroforestry*. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, 499 p.
- [ 2 ] FERREIRA, C.P. 2004. *Atributos físicos-hídricos e químicos do solo em sistemas agrícolas na microrregião de Castanhal, Pará*. Tese de Doutorado, Curso de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, UFRA, Belém.
- [ 3 ] ALVIM, P. de T. 1989. Tecnologias apropriadas para agricultura nos trópicos úmidos. *Agrotropica*, Ilhéus, 1: 5-23.
- [ 4 ] CURRENT, D.; SCHER, S. J. 1995. Farmer cost benefits from agroforestry and farm forestry projects in Central America and the Caribbean: implications for policy. *Agroforestry Systems*, Dordrecht, 30:87-103.
- [ 5 ] JIMENEZ, J.; OÑORO, P.; VIQUEZ, E. Producción de ñampi (*Colocasia esculenta* var. *Antiquorum*) y maíz (*Zea mays* L.) en asocio con *Erythrina fusca* y *Calliandra calothyrsus*. *Agroforesteria en las Américas*, Turrialba, 14:7-11.
- [ 6 ] SINGH, S. P. 1994. *Handbook of agroforestry*. Udaipur: Agrotech Publishing Academy, 208p.
- [ 7 ] FEIGL, B. J.; CERRI, C. C.; BERNOUX, M. 1998. Balanço de carbono e biomassa microbiana em solos da Amazônia, In: MELO, I. S. de; AZEVEDO, J. L. de (Ed) *Ecologia microbiana*. Jaguariúna: Embrapa-CNPMA, Cap. 17, p 423-441.
- [ 8 ] EMBRAPA-CNPS. 1999. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. Rio de Janeiro, 412p.
- [ 9 ] EMBRAPA-CNPS. 1997. *Manual de métodos de análise de solo*. Rio de Janeiro, 212p. (Documentos, nº 1).
- [ 10 ] CENTURION, J. F., CARDOSO, J. P., NATALE, W. N. 2001. Efeito de formas de manejo em algumas propriedades físicas e químicas de um Latossolo Vermelho em diferentes agroecossistemas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 5:254-258.
- [ 11 ] MELLO, F. A. F. et al. 1985. *Fertilidade do Solo*. Piracicaba. 400p.
- [ 12 ] NAHAS, E. 1999. Solubilização microbiana de fosfatos e de outros elementos. In: SIQUEIRA, J. O. et al. (Ed.). *Inter-relação fertilidade, biologia do solo e nutrição de plantas*. Lavras, SBCS, Cap. IV. p.467-486.
- [ 13 ] TUCCI, C. A. F. 1991. *A disponibilidade de fósforo em solos da Amazônia*. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Viçosa, UFV, Viçosa-MG.
- [ 14 ] SERRÃO, E. A. S.; HOMMA, A. K. O. 1982. *Recuperação e melhoramento de pastagens cultivadas em área de floresta Amazônia*. Belém:Embrapa.CPATU (Boletim Técnico, 17).



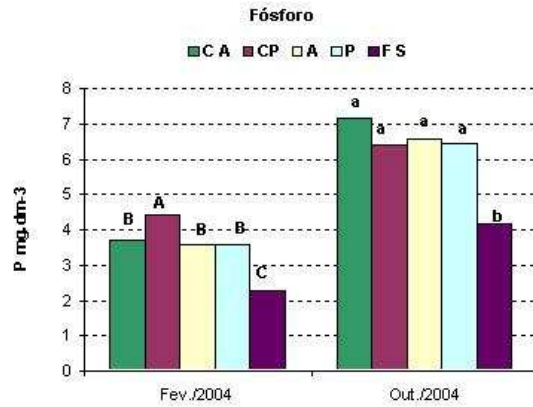
**Figura 1:** Médias das concentrações de cálcio, em Latossolo Amarelo sob diferentes sistemas de uso, coletado no mês de fevereiro e outubro/2004, Marituba, Pará.



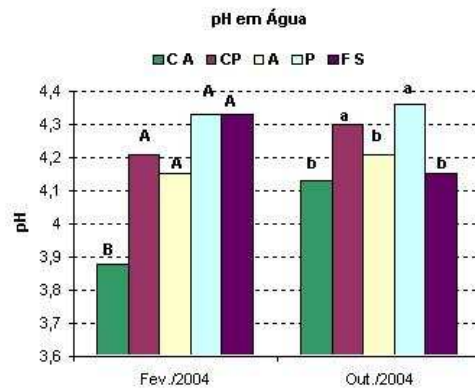
Médias seguidas de letras iguais, para cada período de amostragem, isoladamente não diferem entre si, ao nível de 5% pelo Teste F  
**Figura 2:** Médias das concentrações de magnésio, em Latossolo Amarelo sob diferentes sistemas de uso do solo, coletado em fevereiro e outubro/2004, Marituba, Pará.



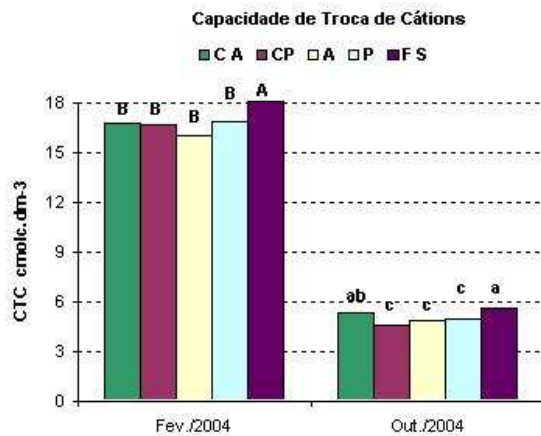
Médias seguidas de letras iguais para cada período de amostragem, isoladamente, não diferem entre si, ao nível de 5% pelo Teste de Duncan.  
**Figuras 3.** Médias das concentrações de potássio, em Latossolo Amarelo sob diferentes sistemas de uso, coletado em fevereiro e outubro/2004, Marituba, Pará.



Médias seguidas de letras iguais para cada período de amostragem, isoladamente, não diferem entre si, ao nível de 5% pelo Teste de Duncan  
**Figura 4.** Médias das concentrações de fósforo, em Latosolo Amarelo sob diferentes sistemas de uso, coletado em fevereiro e outubro/2004, Marituba, Pará.



Médias seguidas de letras iguais para cada período de amostragem, isoladamente, não diferem entre si, ao nível de 5% pelo Teste de Duncan  
**Figura 5.** Média dos valores de pH em água, em Latosolo Amarelo sob diferentes sistemas de uso, coletado em fevereiro e outubro/2004, Marituba, Pará.



Médias seguidas de letras iguais para cada período de amostragem, isoladamente, não diferem entre si, ao nível de 5% pelo Teste de Duncan.  
**Figura 6.** Médias dos valores de CTC em Latosolo Amarelo sob diferentes sistemas de uso, coletado em fevereiro e outubro/2004, Marituba, Pará.