

EFEITO DA CHUVA NA LIBERAÇÃO DE NUTRIENTES DO FOLHEDO NUM AGROSSISTEMA DE CACAU DO SUL DA BAHIA¹

ANTÔNIO CARLOS DA GAMA RODRIGUES² e RICARDO AUGUSTO C. DE MIRANDA³

RESUMO - A capacidade de liberação de nutrientes do folhedo pela chuva foi avaliada em plantio de cacaueiros (*Theobroma cacao* L. cv. Catongo) sombreados parcialmente com *Erythrina fusca* em solo *Typic tropudalf*. Foi encontrado efeito de sazonalidade na liberação de Ca, Mg, K, P e Cu. No decorrer do ano não ocorreu liberação de alguns nutrientes, como o N, Na e Zn. Maiores acréscimos líquidos, em kg . ha⁻¹ . ano⁻¹, foram para o Mg e K.

Termos para indexação: *Theobroma cacao*, reciclagem de nutrientes.

NUTRIENT RELEASE FROM LITTER BY RAINS IN A CACAO AGROSYSTEM OF SOUTH BAHIA

ABSTRACT - The extraction of nutrients from litter by rains was evaluated in a plot of cocoa (*Theobroma cacao* L. cv. Catongo) partially shadowed by *Erythrina fusca* in a *Typic tropudalf* soil. There was some seasonality in the liberation of Ca, Mg, K, P e Cu. All year long there was no release of certain nutrients as N, Na and Zn. The large net increments in kg . ha⁻¹ . year⁻¹ were those of Mg and K.

Index terms: *Theobroma cacao*, nutrient cycling.

INTRODUÇÃO

Diversos estudos sobre reciclagem de nutrientes em ecossistemas naturais e cultivados estão sendo realizados, visando compreender os mecanismos que permitem a auto-suficiência nutricional dos ecossistemas, especialmente dos localizados nas regiões dos trópicos úmidos (Jordan 1985b). Os processos de reciclagem de nutrientes dentro dos compartimentos que compõem um ecossistema florestal se processam por meio da água (precipitação, escoamento superficial de troncos e folhas, e diretamente através do folhedo) e via matéria orgânica (produção de resíduos vegetais, decomposição e liberação de nutrientes) (Fassbender 1985).

Jordan (1982) menciona que as concentrações de Ca, Mg, K e P da água percolada através do folhedo e húmus da floresta tropical

da Amazônia foram consideravelmente superiores às concentrações desses nutrientes encontrados no total de chuva precipitado. Ele também demonstrou que as perdas por lixiviação foram inferiores ou iguais às da precipitação. Jordan (1985a) atribuiu a conservação de nutrientes nesse ecossistema, em parte, à grande concentração de raízes no horizonte superficial do solo.

O cacau, por se caracterizar como uma cultura de sub-bosque, seja sob floresta natural, seja sob floresta homogênea, constitui um agrossistema adequado para os estudos de reciclagem de nutrientes. Alguns trabalhos têm sido realizados procurando dar maior ênfase no ciclo da matéria orgânica e à sua contribuição no fornecimento de nutrientes (Alpizar et al. 1986, Heuvelodp et al. 1988, Fassbender et al. 1988). Todavia, a chuva constitui importante fonte adicional de nutrientes neste agrossistema, tanto pela sua composição natural (Leite & Valle 1990) como pela sua ação física através de lixiviação das folhas e tronco (Aranguren et al. 1982, Santana & Cabala-Rosand 1985). Contudo, a capacidade de liberação de nutrientes do folhedo pela chuva não

¹ Aceito para publicação em 17 de janeiro de 1991.

² Eng.-Agr., CEPEC/CEPLAC, Km 22, Rodovia Ilhéus-Itabuna, CEP 45600 Itabuna, BA.

³ Meteorologista, M.Phil. CEPEC/CEPLAC.

foi, ainda, devidamente investigada em condições de campo, visto que a liberação dos nutrientes não se processa apenas pela decomposição do folheto (Gosz et al. 1973).

Este trabalho tem por objetivo avaliar a dinâmica de liberação de nutrientes do folheto pela chuva num agrossistema de cacau.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado num plantio de cacauzeiros Catongo de dez anos de idade, localizado no Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC), em solo *Typic tropudalf*, em espaçamento 3 x 3 m e parcialmente sombreados com *Erythrina fusca* Lour. plantadas a 24 x 24 m. Os nutrientes do folheto, liberados através da chuva, foram quantificados e analisados durante um ano (jun/87 a jun/88), numa área de 0,5 ha.

Sob as copas das árvores de cacau foram distribuídos ao acaso, acima e abaixo do folheto, dez pares de coletores em forma de calha, com 1,10 m de comprimento, 0,80 m de largura e em uma das extremidades um dreno canalizado para um recipiente de vidro. O volume de água acima (chuva incidente) e abaixo (água percolada) do folheto foram coletados e medidos semanalmente. Alíquotas foram utilizadas para a determinação dos teores de N-total pelo método Kjeldahl; do P, por colorimetria; do K e Na, por fotômetro de chama; do Ca, Mg, Cu e Zn, por espectrofotometria de absorção atômica (Santana et al. 1976).

Em todos os recipientes coletores da água de chuva foram colocadas dez gotas de tolueno, antes de cada coleta, para reduzir o desenvolvimento de microorganismos.

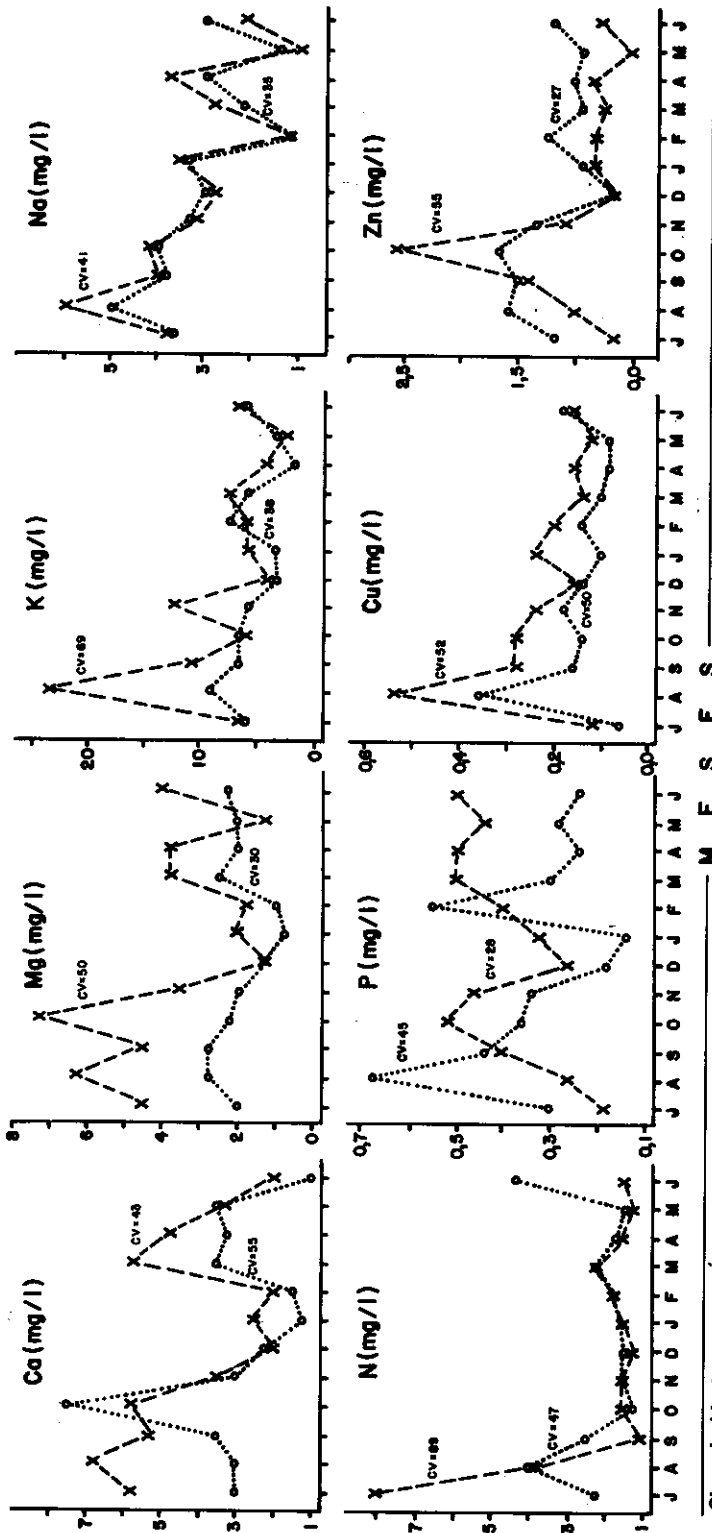
RESULTADOS E DISCUSSÃO

A concentração média mensal de vários nutrientes na chuva incidente e na água percolada abaixo do folheto está apresentada na Fig. 1. Efeitos sazonais nas concentrações dos nutrientes entre os compartimentos amostrados são evidenciados, tendo, conseqüentemente, coeficientes de variação altos durante o período de amostragem, especialmente na água percolada do folheto.

Em geral, a capacidade de liberação de nu-

trientes do folheto pela água percolada em relação à chuva incidente apresentou variação mensal (Fig. 1). O Ca apresentou as maiores taxas de liberação no período de julho a setembro e nos meses de janeiro a junho. O Mg, menos nos meses de dezembro e maio, apresentou elevadas taxas de liberação durante o período de amostragem. O K apresentou as maiores taxas de liberação nos meses de agosto, setembro, novembro, janeiro e abril. O N e Na apresentaram comportamentos similares, ambos tiveram baixíssima ou nenhuma taxa de liberação no período amostrado. O P apresentou maiores taxas de liberação nos meses de outubro a janeiro e de março a junho. O Cu apresentou taxas altas de liberação em todo o período de amostragem. Contudo, no mês de dezembro a sua taxa de liberação foi baixa e no mês de junho não houve liberação. O Zn, à exceção do mês de outubro, não apresentou nenhuma taxa de liberação, sendo que a sua concentração em quase todo o período amostrado foi inferior à concentração encontrada na chuva incidente.

Tanto na chuva incidente como na água percolada do folheto, as concentrações dos nutrientes tenderam a apresentar a mesma variação sazonal (Fig. 1). Isto indica uma interação entre eles, verificada através dos altos coeficientes de correlação encontrados (Tabela 1). Somente para o N e P não ocorreram correlações significativas. Esta interação pode estar relacionada com o perfil pluviométrico, cuja variação sazonal foi a mesma para ambos os compartimentos amostrados (Fig. 2). Em determinados períodos não houve perdas por interceptação, fazendo com que a quantidade total ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$) dos nutrientes fosse praticamente a mesma em ambos os compartimentos (Tabela 2). Para o N, Na e Zn, observa-se que houve acréscimos líquidos negativos, indicando uma retenção no folheto desses elementos provenientes da chuva incidente. No caso particular do N, a sua retenção, em solos como o da área em estudo, seria devido, provavelmente, à presença de uma alta concentração de radículas imediatamente abaixo do folheto (Kummerow et al. 1982) ou da



Chuva incidente: o...o Água percolada do folheto: x--x

FIG. 1. Concentração média mensal dos nutrientes na chuva incidente e na água percolada do folheto do agrossistema de cacau.

existência de uma elevada biomassa microbiana (Grisi 1976).

Somente o Mg e K tiveram acréscimos líquidos expressivos na água percolada do folheto (Tabela 2). O folheto num agrossistema de cacau se caracteriza por apresentar folhas em estágio final de senescência. Cerca de 10% do teor total de Mg das folhas está contido nas moléculas de clorofila. No processo de senescência ocorre rapidamente a desestruturação da clorofila, permitindo, posteriormente, a liberação do Mg do folheto pela chuva inci-

dente. A liberação do K deve-se ao fato de o elemento não possuir nenhuma função estrutural nas plantas, especialmente nas folhas.

O efeito de sazonalidade na taxa de liberação de nutrientes do folheto causada pela chuva incidente está, provavelmente, associado ao conteúdo de nutrientes no folheto. A maior ou menor quantidade de folheto produzida varia de acordo com as condições climáticas, especialmente a precipitação (Santana & Cabala-Rosand 1985). Leite (1985) demonstrou que há uma grande variação sazonal de liberação de K e P do folheto num agrossistema de cacau, utilizando-se o processo de inusão por 24 horas.

A presença de nutrientes na água percolada do folheto (Tabela 2), independentemente de acréscimos líquidos, aumentaria substancialmente a disponibilidade dos nutrientes no solo, e que poderiam, então, ser reabsorvidos pelas raízes do cacau, desde que não haja perdas consideráveis por lixiviação. Concomitantemente a isso, apenas 6% da quantidade de nutrientes na fitomassa de 1 ha de cacau estariam destinados à produção de 1.000 kg de sementes (Thong & Ng 1980). Segundo Fassbender et al. (1985), em outras regiões produtoras de cacau se verifica o mesmo comportamento. Em condições ambientais (solo e clima) idênticas às do presente trabalho, Santana & Cabala-Rosand (1985) demonstraram que para a produção de 1.000 kg . ha⁻¹ de sementes secas as quantidades de N, P, K, Ca e Mg removidas não foram significativas em relação aos ingressos de nutrientes, mesmo se forem consideradas as perdas por lixiviação, que foram desprezíveis. Outrossim, a capacidade desse tipo de agrossistema em reter em torno de 44% da chuva precipitada (Miranda 1990) minimizaria os efeitos da drenagem profunda.

Considerando, portanto, para esse tipo de agrossistema, as baixas quantidades de nutrientes exportados com a produção de sementes e as pequenas perdas por lixiviação, a estratégia de fertilização se deve basear na adição de elementos apenas em doses de manutenção.

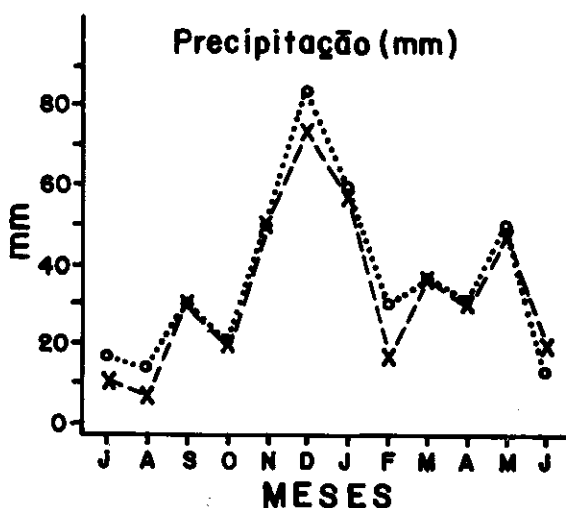
TABELA 1. Correlação entre as concentrações (mg/l) de nutrientes na chuva incidente e na água percolada do folheto do agrossistema de cacau.

Ca	Mg	K	Na	N	P	Cu	Zn
0,64**	0,69**	0,74**	0,94**	0,22ns	-0,09ns	0,89**	0,72**

ns = não-significativo.

* = significativo a nível de 5%.

** = significativo a nível de 1%.



Chuva incidente: o . . . o

Água percolada do folheto: x- -x

FIG. 2. Perfil de variação sazonal da chuva incidente e da água percolada do folheto do agrossistema de cacau.

TABELA 2. Quantidade total de nutrientes na chuva incidente e na água percolada do folhedo do agrossistema de cacau.

Compartimento	Ca	Mg	K	Na	N	P	Cu	Zn
	----- kg . ha ⁻¹ . ano ⁻¹ -----							
Chuva incidente	12,05	6,31	18,95	11,91	6,79	1,10	0,51	4,28
Água percolada do folhedo	13,37	11,72	26,56	11,58	6,62	1,58	0,70	3,24
Liberação líquida	1,32	5,41	7,61	-0,33	-0,17	0,48	0,29	-1,04

CONCLUSÕES

1. A capacidade de liberação de nutrientes do folhedo pela chuva incidente apresentou um perfil de variação sazonal, não havendo liberação para alguns nutrientes em determinados períodos, especialmente para o N, Na e Zn.

2. Maiores acréscimos líquidos, em kg . ha⁻¹ . ano⁻¹, foram para o Mg e K.

REFERÊNCIAS

- ALPIZAR, L.; FASSBENDER, H.W.; HEUVELDOP, J.; FOLSTER, H. Modelling agroforestry systems of cacao (*Theobroma cacao*) with *Cordia alliodora* and *Erythrina poeppigiana* in Costa Rica. I. Inventory of organic matter and nutrients. **Agroforestry Systems**, v.4, p.231-257, 1986.
- ARANGUREN, J.; ESCALANTE, G.; HERRERA, R. Nitrogen cycle of tropical perennial crops under shade trees. II. Cacao. **Plant Soil**, v.67, p.259-269, 1982.
- FASSBENDER, H.W. Ciclos da matéria orgânica e dos nutrientes em ecossistemas florestais dos trópicos. In: SIMPÓSIO SOBRE RECICLAGEM DE NUTRIENTES E AGRICULTURA DE BAIXOS INSUMOS NOS TRÓPICOS, 1984, Ilhéus. **Anais. Ilhéus: CEPLAC/SBCS**, 1985, p.203-230.
- FASSBENDER, H.W.; ALPIZAR, L.; HEUVELDOP, J.; ENRÍQUEZ, G.; FOLSTER, H. Ciclos da matéria orgânica e dos nutrientes em agrossistemas com cacauzeiros. In: SIMPÓSIO SOBRE RECICLAGEM DE NUTRIENTES E AGRICULTURA DE BAIXOS INSUMOS NOS TRÓPICOS, 1984, Ilhéus. **Anais. Ilhéus: CEPLAC/SBCS**, 1985a, p.187-202.
- FASSBENDER, H.W.; ALPIZAR, L.; HEUVELDOP, J.; FOLSTER, H.; ENRÍQUEZ, G. Modelling agroforestry systems of cacao (*Theobroma cacao*) with laurel (*Cordia alliodora*) and poro (*Erythrina poeppigiana*) in Costa Rica. III. Cycle of organic matter and nutrients. **Agroforestry Systems**, v.6, p.49-62, 1988.
- GOSZ, J.R.; LIKENS, G.E.; BORMANN, F.H. Nutrient release from decomposing leaf and branch litter in the Hubbard Brook Forest, New Hampshire. **Ecological Monographs**, v.43, p.173-191, 1973.
- GRISI, B.M. Biodinâmica de solo cultivado com cacauzeiros sombreados e ao sol. **Revista Theobroma**, v.6, p.87-99, 1976.
- HEUVELDOP, J.; FASSBENDER, H.W.; ALPIZAR, L.; ENRÍQUEZ, G.; FOLSTER, H. Modelling agroforestry systems of cacao (*Theobroma cacao*) with laurel (*Cordia alliodora*) and poro (*Erythrina poeppigiana*) in Costa Rica. II. Cacao and wood production, litter production and decomposition. **Agroforestry Systems**, v.6, p.37-48, 1988.
- JORDAN, C.F. The nutrient balance of an Amazonian rain forest. **Ecology**, v.6, p.647-654, 1982.
- JORDAN, C.F. Ciclagem de nutrientes e silvicultura de plantações na bacia amazônica. In: SIMPÓSIO SOBRE RECICLAGEM DE NUTRIENTES E AGRICULTURA DE BAIXOS INSUMOS NOS TRÓPICOS, 1984, Ilhéus. **Anais. Ilhéus. CEPLAC/SBCS**, 1985a, p.187-202.

- JORDAN, C.F. Nutrient conserving mechanisms. In: NUTRIENT cycling in tropical forest ecosystems. New York: John Wiley and Sons, 1985b. p.28-44.
- KUMMEROW, J.; KUMMEROW, M.; SILVA, W.S. da. Fine-root growth dynamics in cacao (*Theobroma cacao*). **Plant Soil**, v.65, p.193-201, 1982.
- LEITE, J. de O. Relação entre o fósforo, o potássio e o cálcio contidos em quatro componentes do ecossistema de cacao na Bahia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.9, p.95-101, 1985.
- LEITE, J. de O.; VALLE, R.R. Nutrient cycling in the cacao ecosystem: rain and throughfall as nutrient sources for the cacao tree. **Agriculture Ecosystem Environment**, v.32, p.143-154, 1990.
- MIRANDA, R.A.C. de. Partição de chuva em plantação de cacao (*Theobroma cacao* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 7., 1990, Salvador. **Anais...** Salvador: [s.n.], 1990, v.1, p.117-133.
- SANTANA, M.B.M.; CABALA-ROSAND, P. Reciclagem e nutrientes em uma plantação de cacao sombreada com erithrina. In: CONFÉRENCE INTERNATIONALE SUR LA RECHERCHE CACAOYÈRE, 9., 1984, Lomé, Togo. **Actes**. Lagos: Cocoa Producers' Alliance, 1985. p.205-210.
- SANTANA, M.B.M.; PEREIRA, G.C.; MORAIS, F.I. de O. Método de análise de solos, plantas e água utilizados no laboratório dos solos de fertilidade do CEPEC. Ilhéus: CEPLAC/CEPEC, 1976. 33p.
- THONG, K.; Ng, W.L. Growth and nutrients composition of monocrop cocoa plants on inland Malaysian soils. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COCOA AND COCONUTS, 1978, Kuala Lumpur. **The Incorporated Society of Planters**, [S.l.:s.n.], 1980, p.262-286.