

DEPOSIÇÃO E ESTOQUE DE SERAPILHEIRA E NUTRIENTES EM PLANTIOS DE CACAUEIROS NA REGIÃO SUDESTE DA BAHIA

Agna Almeida Menezes¹, Ana Maria Souza dos Santos Moreau¹, Daniela Melo Mariano²

¹DCAA/Universidade Estadual de Santa Cruz, km 16, Rodovia Ilhéus-Itabuna, Salobrinho, 45662-900. Ilhéus, Bahia, Brasil. agna@uesc.br, amoreau@uesc.br. ²Estudante de Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente, Universidade Estadual de Santa Cruz. *In memoriam.*

Objetivou-se com este estudo quantificar a deposição de serapilheira e nutrientes em áreas de produção de cacau em sistema “*cacau - Cabruca*”. Para isso foram selecionadas três áreas em propriedades localizadas em três municípios da região cacauzeira da Bahia. Em cada área foram alocadas quatro parcelas de 2500 m², estratificadas em função do relevo nas quais, tinha sido feito levantamento florístico das árvores de sombra. Em cada parcela foram instalados, embaixo da copa das árvores, quatro coletores de 1m². O conteúdo dos coletores foi recolhido a cada 30 dias durante 150 dias. A deposição de serapilheira variou entre propriedades rurais, entre posições no relevo durante os meses do ano, sendo, em média, maior na posição de baixada. A deposição de serapilheira variou entre 2,4 a 3,2 t ha⁻¹ sendo o Ca e o N os macronutrientes existentes em maiores concentrações, com média 62 kg ha⁻¹ de Ca e 42 kg ha⁻¹ de N. Dentre o micronutrientes, o Mn apresentou maior concentração na serapilheira.

Palavras-chave: sistemas agroflorestais, ciclagem de nutrientes, Mata Atlântica.

Deposition and stock of litter and nutrients in cocoa plantations in the southeastern region of Bahia. The objective of this study to quantify the deposition of litter and nutrients in cocoa production areas in Cabruca system. To this was three farms positioned at three municipalities have been selected. In each property were allocated four plots of 2500 m², stratified by the relief in which had already made the floristic survey of shade trees. In each plot were installed below the treetops four collectors of 1m². The content of the collectors was sampled every 30 days for 150 days. The litter production varied between farms, between positions in the landscape during the months of the year, being on average higher in the farm limoeiro, in the lowered position. The deposition of litter in cocoa-Cabruca system ranged from 2.4 to 3.2 t ha⁻¹ being the Ca and N existing macronutrients in higher concentrations, average 62 kg ha⁻¹ of Ca and 42 kg ha⁻¹ N. Among the micronutrients Mn showed the highest concentration in the litter.

Key words: agroforestry systems, nutrient cycling, Atlantic Forest

Introdução

O estudo de deposição de serapilheira e nutrientes minerais ao solo são fundamentais para o conhecimento da estrutura e funcionamento de ecossistemas florestais (Vital et al., 2004), uma vez que parte do processo de retorno de matéria orgânica e de nutrientes para o solo se dá através da produção de serapilheira, sendo esta considerada o meio mais importante de transferência de elementos químicos da vegetação para o solo (Vitousek & Sanford, 1986). Isto ocorre, pois é por meio da decomposição e mineralização da serapilheira que há a liberação dos nutrientes nela contidos, permitindo que estes sejam (re) absorvidos pelas raízes, voltando à vegetação (Scott et al., 1992).

A serapilheira é um dos principais fornecedores de matéria orgânica para o solo e desempenha o papel de mediador das trocas de nutrientes entre a vegetação e solo (Cleveland Jr., 1996). Bohlman et al (1995) argumentaram que a serapilheira acumulada sobre o solo, especialmente o material mais decomposto, também atua como superfície de troca iônica, adsorvendo os nutrientes da chuva que atravessou o dossel da mata, minimizando, com isso, as perdas por lixiviação.

Para prever a disponibilidade de nutrientes da serapilheira, normalmente dois tipos de estudos são feitos: i) aqueles que somente quantificam os totais de nutrientes imobilizados na matéria orgânica; e ii) aqueles que além de quantificar os nutrientes, ainda medem a velocidade de decomposição (taxa) do material orgânico e, conseqüentemente, a liberação dos nutrientes para a (re)absorção.

Em condições tropicais a taxa de mineralização da serapilheira é rápida e os ecossistemas de florestas tropicais em geral apresentam produção contínua no decorrer do ano, sendo a quantidade produzida nas diferentes épocas dependente do tipo de vegetação considerada e do ecossistema (Silva et al., 2009).

Apesar deste entendimento, Antonelli e Thomaz (2012) afirmam que estudos são necessários para definir, nos mais distintos ecossistemas, o aporte de serapilheira e o conteúdo de nutrientes existente são oportunos. Neste contexto, inclui-se o agrossistema “*cacau-Cabruca*”, nomenclatura regional, conceituada por Lobão et al. (1997) como um sistema agrossilvicultural, que se fundamenta na substituição dos elementos do sub-bosque por uma cultura de

interesse econômico. Este conceito por si já demonstra o quão variável é o agrossistema, visto que a retirada do sub-bosque e também o raleamento de árvores para diminuição da sombra para o cacauzeiro, não segue padrões pré-estabelecidos. Assim, o número de árvores de sombra e as espécies que permanecem são escolhidas pelo produtor (Sambuich et al., 2012). Além disto, o agrossistema *Cabruca* varia em número de cacauzeiros plantados, em materiais genéticos, em manejo de fertilização e em outros tratamentos culturais.

Objetivou-se com este estudo quantificar a deposição de serapilheira e nutrientes em áreas de produção de cacau em sistema *Cabruca*.

Material e Métodos

O estudo foi conduzido na região cacauzeira localizada no sudeste do Estado da Bahia, Brasil. O clima da região é classificado como Af, conforme classificação de Köppen (1948), caracterizado como tropical quente e úmido sem estação seca definida.

A pluviosidade média anual é superior 1200 mm, chegando a alcançar mais de 2000 mm nas áreas mais úmidas. As temperaturas médias anuais variam entre 22° a 25°C. (CEPLAC, 1975).

A vegetação natural da região é floresta pluvial tropical conhecida como Floresta Atlântica. Os solos predominantes pertencem às classes Argissolos e Latossolos (Santana et al., 2002).

Foram selecionadas três propriedades rurais localizadas nos municípios de Arataca (Terra Vista), Barro Preto (São José) e Itacaré (Limoeiro). A escolha das propriedades baseou-se no sistema de produção de “*cacau-Cabruca*”, e na posição geográfica destas. A propriedade Terra Vista (coordenadas UTM 453061 8314074) está localizada na posição sul, enquanto que a São José (coordenadas UTM 447901 8364285) na posição central e a Limoeiro (coordenadas UTM 465044 8411538) na posição norte da região sudeste da Bahia.

Em cada propriedade foram alocadas quatro parcelas de 2500 m², estratificadas pelo relevo, nas posições: baixada, terço inferior, terço médio e terço superior de encosta, áreas onde havia sido realizado por Sambuichi et al (2012) levantamento florístico das árvores de sombra, conforme Tabela 1.

Tabela 1 - Número de árvores, área basal, em m², número de famílias e espécies das parcelas de amostragem deste estudo

Posição	Nº de árvores	Área basal	Famílias	Espécies
Terra Vista				
Baixada	40	12,1	14	25
Terço Inferior	20	8,1	11	19
Terço Médio	30	3,5	6	9
Terço Superior	10	5,0	4	4
São José				
Baixada	21	9,8	5	6
Terço Inferior	20	3,7	8	10
Terço Médio	11	4,1	4	5
Terço Superior	8	2,2	5	5
Limoeiro				
Baixada	20	2,5	8	12
Terço Inferior	71	6,5	13	21
Terço Médio	24	7,5	11	14
Terço Superior	25	5,5	10	11

Fonte: Sambuich et al. (2012).

Amostragem

A amostragem da serapilheira acumulada sobre o solo foi feita utilizando-se um gabarito de madeira de dimensões de 0,50 m x 0,50 m, lançado aleatoriamente, em quatro repetições por parcela. Como serapilheira acumulada considerou-se todo material vegetal depositado sobre o solo, delimitada pelo molde, composto por folhas, casca e ramos finos com diferentes estados os estágios de decomposição.

Para quantificar a deposição de serapilheira, foram instalados, em cada parcela, quatro coletores de 1m² de superfície (1 x 1 metro) construídos com ripas de madeira e tela de sombrite com abertura de malha de 0,6 mm. A parte central das telas tinha forma côncava, de modo a permitir o acúmulo de serapilheira e facilitar o escoamento da água através das malhas. Os coletores ficaram suspensos a 0,80 m do solo. O conteúdo dos coletores foi recolhido a cada 30 dias durante 150 dias.

As amostras da serapilheira acumulada e serapilheira produzida em cada coletor foram recolhidas, pesadas e secas em estufa à temperatura de 60 °C, pesando-os, após a secagem, em balança analítica (precisão de 0,01 g). A partir desses dados, determinaram-se as médias de serapilheira produzida em cada 30 dias durante o período de avaliação.

O material da serapilheira, após secagem, foi moído em moinho tipo Wiley para posterior mineralização nítrico-perclórica e também sulfúrica. No extrato nítrico-perclórico determinaram-se, por espectrofotometria ótica, os teores de fósforo (P) e, por espectrofotometria de absorção atômica, os teores de potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), zinco (Zn), cobre (Cu), manganês (Mn) e ferro (Fe). No extrato sulfúrico determinou-se o nitrogênio (N) por destilação de Kjeldahl (AOAC, 1995)

Os conteúdos de nutrientes, em kg ha⁻¹, foram obtidos pelo produto entre os teores e a biomassa de serapilheira depositada em 150 dias.

Análise dos dados

Foram calculadas as médias e a variação da deposição mensal de serapilheira e conteúdo de nutrientes, em cada parcela de cada área.

De modo a explicar a variação na deposição de serapilheira, entre áreas, foram calculados os coeficientes de correlação de Pearson ($p < 0,05$) entre as variáveis serapilheira depositada e número de indivíduos, área basal das árvores, expressa em m², número de espécies e famílias.

Para entender a deposição total de serapilheira nos 150 dias do trabalho, foram somados os valores de serapilheira depositada em cada coleta foram obtidas regressão em função do tempo. Considerando que o relacionamento entre as variáveis, no tempo medido é crescente e positivo, o modelo escolhido foi o linear simples. Utilizando as equações ajustadas estimou-se a produção anual de serapilheira.

De posse dos valores de produção anual e acumulado de serapilheira, calculou-se a taxa de decomposição da serapilheira (k) a partir da equação proposta por Olson (1963). Onde por meio da razão entre os valores de serapilheira produzida e acumulada sobre o solo é o obtido o valor de k, este é definido como a constante de decomposição na condição de equilíbrio dinâmico. Calculou-se também, a partir do valor k, o tempo médio de renovação, estimado por 1/k.

Resultados e Discussão

Serapilheira acumulada e produzida e teores de nutrientes

A quantidade de serapilheira acumulada sobre o

solo nas áreas estudadas variou de 1,6 a 10,4 t ha⁻¹, com média de 6,5 t ha⁻¹ (Tabela 2). Os estoques médios verificados por Leite (1987) e Souza Jr. (1997) em áreas de cacauzeiros safreiros foram superiores aos observados neste trabalho, com 11,6 e 10,4 t ha⁻¹, respectivamente. De acordo com Haag (1985) os fatores que atuam na formação da serapilheira são as taxas de deposição, clima, solo, características genéticas das plantas, idade do povoamento, densidade de plantas e o estágio de maturação do ecossistema. Por isso, não raro é encontrar grande variação nos estoques de serapilheira em áreas com o mesmo tipo de uso, assim uma variável importante a considerar para este entendimento é a deposição.

Neste contexto, acredita-se que os maiores valores de serapilheira acumulada encontrados nos estudo de Leite (1987) e de Souza Jr (1997) se devem ao maior densidade de plantas nas áreas. O que também pode explicar as variações entre as áreas deste estudo, uma

vez que o numero de plantas de cacauzeiro e de plantas de sombra foi bastante variável em todas as áreas.

A deposição de serapilheira, em números absolutos, variou entre propriedades e entre posições no relevo, sendo, o maior valor encontrado na propriedade Limoeiro e na posição de baixada. Verificou-se amplitude de 0,5 a 4,1 t ha⁻¹ de deposição em 150 dias. Correa et al. (2006) em Rondônia, verificou que a produção anual de serapilheira em área de cacauzeiros foi de 1,6 t ha⁻¹ e atribuiu este baixo valor ao tipo de manejo adotado nas lavouras. Neste trabalho, a amplitude dos valores de produção de serapilheira, pode ser atribuída à variabilidade inerente do sistema agroflorestal “cacau cabruca”, e ao manejo adotado pelos produtores, principalmente na escolha das árvores de sombra que devem permanecer na área. Sambuich et al. (2012) verificaram que as árvores deixadas na área de *cabruca* após o raleamento do sub bosque variava entre propriedades e tipos de

Tabela 2 - Biomassa em conteúdo de nutrientes na serapilheira no estudo com áreas no sul da Bahia

Posição	Serapilheira											
	Acumulada t ha ⁻¹	Produzida t ha ⁻¹	C	N	P	K	Ca	Mg	Zn	Fe	Mn	Cu
	kg ha ⁻¹						g ha ⁻¹					
Terra Vista												
Baixada	10,4	4,1	2,1	66,1	1,6	30,1	103,2	8,7	98,7	449,8	1127,1	69,5
Terço Inferior	1,6	0,5	0,2	6,4	0,3	2,5	7,4	1,1	14,8	42,5	76,1	4,8
Terço Médio	6,3	2,6	1,4	44,3	0,8	18,3	47,4	7,4	101,4	272,5	768,1	37,0
Terço Superior	6,7	2,3	1,2	40,6	0,9	21,4	37,8	6,5	78,2	182,6	576,8	33,2
Média	6,3	2,4	1,2	39,4	0,9	18,1	48,9	5,9	73,3	236,9	637,0	36,1
CV%	57,3	62,9	64,4	62,7	59,0	63,8	81,7	56,1	55,0	72,0	68,8	73,4
São José												
Baixada	7,2	4,0	2,0	54,3	1,8	21,7	97,7	21,9	154,8	204,8	906,4	45,4
Terço Inferior	9,1	1,5	0,7	24,7	1,5	8,4	38,6	7,0	59,6	235,7	369,5	11,7
Terço Médio	6,3	4,1	2,0	53,4	2,6	33,1	82,0	11,9	183,6	179,9	493,8	59,3
Terço Superior	8,8	1,5	0,7	20,8	0,7	12,3	30,4	6,6	51,3	118,7	326,7	13,7
Média	7,8	2,8	1,4	38,3	1,7	18,9	62,2	11,8	112,3	184,8	524,1	32,5
CV%	16,7	53,0	53,7	47,1	46,9	58,1	52,7	60,2	59,5	26,8	50,5	72,6
Limoeiro												
Baixada	2,5	3,3	1,5	52,4	1,5	13,8	64,1	14,8	72,3	257,3	603,7	37,6
Terço Inferior	5,9	3,9	2,0	64,0	1,7	14,2	71,0	15,9	73,8	315,1	965,0	46,3
Terço Médio	5,6	2,8	1,1	44,9	1,2	13,5	99,7	21,8	90,0	281,1	730,3	24,6
Terço Superior	8,2	3,0	1,5	37,2	1,0	16,7	63,0	10,0	92,5	180,5	428,5	23,8
Média	5,5	3,2	1,5	49,6	1,3	14,6	74,4	15,6	82,2	258,5	681,9	33,1
CV%	42,4	14,5	23,8	23,0	23,7	10,1	23,1	31,2	12,9	22,1	33,1	32,9

manejo adotados na cacauicultura, o que interfere na estrutura do agrossistema.

Os resultados encontrados neste trabalho demonstram que, em média, a Cabruca acumula massa de serapilheira semelhante a áreas de vegetação natural. Golley et al. (1978) definiram que em florestas tropicais a serapilheira acumulada varia de 4 a 25 t ha⁻¹ ano⁻¹. Na floresta Ombrófila Densa Atlântica, os estudos já realizados estimaram quantidades variando de 1,8 a 9,5 t ha⁻¹ ano⁻¹, porém, na maioria dos casos esses valores estão entre 5 e 8 t ha⁻¹ ano⁻¹. Para a cultura do cacauzeiro Jaimez e Franco (1999) estudando a deposição de serapilheira em áreas sombreadas com vários tipos de frutíferas quantificaram a produção variando entre 7,2 e 10,9 t ha⁻¹. Já Santana et al. (1990) obtiveram quantidade de serapilheira em plantações de cacauzeiros, com valores entre 2,6 t ha⁻¹ e 8,8 t ha⁻¹.

A variabilidade na deposição de serapilheira neste estudo foi refinada considerando os dados do inventário florístico. Assim, por meio da análise de correlação verifica-se que a deposição de serapilheira correlacionou-se significativamente (P = 0,05) e positivamente com o número de árvores das parcelas (Tabela 3), demonstrando ser este um bom indicador para a variação na deposição de serapilheira nas áreas de Cabruca.

O conteúdo de nutrientes na biomassa de serapilheira. Em média, para o macronutrientes o maior conteúdo foi de Ca, seguido pelo N, K, Mg e P (Tabela 2). Em um fragmento florestal do tipo Floresta Estacional Semidecidual Submontana em Piracicaba, SP, Oliveira (1997) encontrou produção de serapilheira de 14,7 t ha⁻¹ ano⁻¹, com retorno de macronutrientes na serapilheira na seguinte ordem: Ca>N>K>Mg>P.

O N foi o segundo macronutriente com maior retorno na serapilheira em todas as propriedades e estratos. Pelo fato de o nitrogênio ser o nutriente quase sempre em maior concentração nos tecidos vegetais,

é esperado encontrá-lo em alta concentração (Marschner, 1995).

O Ca por ser um elemento de baixa mobilidade na planta, se acumula nas folhas velhas, senescentes, fato que explica sua maior concentração. Clevelário (1996) explica que enriquecimento de Ca na serapilheira pode ser decorrente da liberação mais lenta deste elemento pelo material recém-caído, da retranslocação de outros elementos antes da abscisão das folhas, da redução da massa das folhas antes da abscisão e ou consequência da retenção de Ca contida na transprecipiação (chuva que atravessa o dossel) pela serapilheira.

Dentre os micronutrientes o Mn foi o que apresentou maior concentração. Do mesmo modo que o Ca, o Mn é um elemento de baixa mobilidade na planta, por isso maior tendência de enriquecer a serapilheira. Ressalta-se que concentrações de Mn acima de 900 mg kg⁻¹ em folhas de cacauzeiros foram verificadas por Souza Jr. (1997) e estão acima dos teores de referência para a espécie *Theobroma cacao* L que é de 200 mg kg⁻¹ segundo Malavolta (2006) e pode alcançar 700 mg/kg segundo Souza Júnior et al.(2012).

Analisando o coeficiente de variação, observa-se que, para todos os nutrientes, a propriedade Limoeiro apresenta a menor variabilidade entre os estratos. Esses resultados, somados aos maiores valores médios de serapilheira produzida, indicam que o sistema de "cacau-Cabruca" nessa propriedade apresenta um maior equilíbrio que as demais. Nesse contexto, Freitas et al. (2013) afirmam que em sistemas agroflorestais em equilíbrio a composição da serapilheira tende a ser mais homogênea.

Estimativas de produção anual e taxa de decomposição de serapilheira

Estimou-se a deposição anual de serapilheira utilizando as regressões ajustadas entre serapilheira produzida e tempo (Tabela 4).

A deposição anual estimada de serapilheira variou de 1,2 a 10,0 t ha⁻¹, enquanto que as taxas de decomposição 0,41 a 2,96. Assim, o tempo de renovação possui uma amplitude de 0,34 a 2,61 anos, em média 1,17. Esse valor é considerado alto segundo Pagano (1989) que estabeleceu o limite de 1,15 para a constante k, porém, a literatura cita valores ainda mais

Tabela 3 - Coeficientes de correlação de Pearson entre a serapilheira depositada e número de árvores, área basal, número de espécies e famílias

Posição	Nº de árvores	Área basal	Famílias	Espécies
Terra Vista	0,65*	0,36	0,21	0,22
São José	0,17	0,69*	-0,49	0,67*
Limoeiro	0,85*	-0,15	0,79*	0,43

* Significativo a 95% de probabilidade

Tabela 4 - Equações de regressão ajustadas entre serapilheira depositada em função de dias, valores estimados de produção anual, taxa de decomposição (k) e tempo médio de renovação 1/k

Posição	b_0	b_1^*	R^2	Prod. estimada de serapilheira (t ha ⁻¹ ano ⁻¹)	k	k/1 (anos)
Terra Vista						
Baixada	0,33	0,026	0,99	9,8	0,94	1,06
Terço Inferior	0,03	0,003	0,98	1,2	0,73	1,37
Terço Médio	0,73	0,014	0,93	5,7	0,91	1,10
Terço Superior	-0,11	0,016	0,99	5,6	0,84	1,19
São José						
Baixada	0,41	0,026	0,96	9,8	1,35	0,74
Terço Inferior	0,07	0,010	0,96	3,7	0,41	2,43
Terço Médio	0,74	0,024	0,96	9,4	1,49	0,67
Terço Superior	0,31	0,008	0,93	3,4	0,38	2,61
Limoeiro						
Baixada	0,71	0,018	0,98	7,4	2,96	0,34
Terço Inferior	0,21	0,027	0,94	10,0	1,69	0,59
Terço Médio	-0,01	0,019	0,99	7,1	1,26	0,79
Terço Superior	0,50	0,018	0,97	6,9	0,84	1,19

* Coeficientes significativos a pelo menos 95% de probabilidade.

elevados, para florestas naturais. Oliveira (1997) e Vital et al (2004) encontraram valores de k igual a 1,9 e 1,7, respectivamente, para Floresta Estacional Semidecidual.

Considerando que a queda de galhos, folhas e flores em florestas tropicais é, de modo geral, contínua, mas variável, apresentando um pico máximo na estação seca (Golley, 1983; Meguro et al., 1979), a ausência de extremos climáticos (períodos prolongados de frio intenso e seca), durante o período de avaliação, aliada à diversidade florística nessa região, permitiu que a floresta produzisse serapilheira durante todo o ano.

Conclusões

A deposição de serapilheira nas áreas trabalhadas variou entre 2,4 a 3,2 t ha⁻¹.

O tempo de renovação da serapilheira acumulada varia de 0,34 a 2,61 anos.

O Ca e o N foram os macronutrientes encontrados em maiores concentrações na serapilheira.

Dentre os micronutrientes o Mn apresentou maior concentração.

Literatura citada

- ANTONELI, V.; THOMAZ, E. L. 2012. Produção de serrapilheira em um fragmento de floresta ombrófila mista com sistema de faxinal. *Sociedade e Natureza* 24(3):489-503.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. 1995. Official methods of analysis. 16 ed. Arlington, AOAC. v. 1.
- BOHLMAN, S. A.; MATESON, T. J.; NADKARNI, N. M. 1995. Moisture and temperature patterns of canopy humus and forest floor soil of a montane cloud forest, Costa Rica. *Biotropica* 27 (1):13-19.
- CLEVELÁRIO Jr., J. 1996. Distribuição de carbono e de elementos minerais em um ecossistema florestal tropical úmido baixo-montano. Tese Doutorado. Viçosa, MG. UFV. 135p.
- COMISSÃO EXECUTIVA DO PLANO DE RECUPERAÇÃO DA LAVOURA CACUEIRA. 1975. Reconhecimento Climatológico. Rio de Janeiro, RJ, IICA/

- CEPLAC. Diagnóstico Socioeconômico da Região Cacaueira, v. 4. 89p.
- CORRÊA, F. L. de O. et al. 2006. Produção de serrapilheira em sistema agroflorestral multiestratificado no estado de Rondônia, Brasil *Ciência Agrotécnica (Brasil)* 30(6):1099-1105.
- FREITAS, E. C. S. et al. 2013. Deposição de serrapilheira e de nutrientes no solo em sistema agrossilvipastoril com eucalipto e acácia. *Revista Árvore (Brasil)* 37 (3):409-417.
- GOLLEY, F. B. 1978. Ciclagem de nutrientes em um ecossistema de floresta tropical úmida. São Paulo, SP, EDUSP. 256p.
- GOLLEY, F. B. 1983. Tropical rain forest ecosystems: Structure and function. Amsterdam, Elsevier. 392p.
- HAAG, H. P. 1985. Ciclagem de nutrientes em florestas tropicais. Campinas, SP, Fundação Cargill. 114p.
- JAIMEZ, R. A.; FRANCO, W. 1999. Produccion de hojarasca, aporte en nutrientes y decomposicion en sistemas agroflestrales de cacao y frutales. *Agrotropica (Brasil)* 11(1):1-8.
- LEITE, J. O. 1987. Características do manto detrítico e sua relação com a fertilidade da camada superficial do solo em plantações de cacau. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 11:45-49.
- LOBÃO, D. E.; PINHO, L. M.; CARVALHO, D. L.; SETENTA, W. C. 1997. Cacau Cabruca: um modelo sustentável de agricultura tropical. *Índicios Veementes (Brasil)* 3:10-24.
- MALAVOLTA, E. 2006. Manual de Nutrição Mineral de Plantas. São Paulo, SP, CERES. 631p.
- MARSCHNER, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. 2.ed., New York, Academic Press. 824p.
- MEGURO, M.; VINUIZA, G. N.; DELITTI, W. B. C. 1979. Ciclagem de nutrientes na mata mesófila secundária I. Produção e conteúdo de nutrientes minerais no folheto. *Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo* n° 7: 11-31.
- OLIVEIRA, R. E. 1997. Aspectos da dinâmica de um fragmento florestal em Piracicaba, SP: silvigênese e ciclagem de nutrientes. Dissertação Mestrado. Piracicaba, SP, USP/ESALQ. 79p.
- OLSON, J. S. 1963. Energy storage and the balance of producers in ecological systems. *Ecology* 44: 322-331.
- PAGANO, S. N. 1989. Nutrientes minerais no folheto produzido em mata mesófila semidecídua no município de Rio Claro, SP. *Revista Brasileira de Biologia* 49:641-647.
- SAMBUICHI, R. H. R. et al. 2012. Cabruca agroforests in southern Bahia, Brazil: tree component, management practices and tree species conservation. *Biodiversity and Conservation* 21:1055-1077.
- SANTANA, M. B. M.; CABALA-ROSSAND, P.; SERÔDIO, M. H. 1990. Reciclagem de nutrientes em agrossistemas de cacau. *Agrotropica (Brasil)* 2(2):68-74.
- SANTANA, S. O. et al. 2002. Solos da região Sudeste da Bahia: Atualização da legenda de acordo com o sistema brasileiro de classificação de solos. Ilhéus, BA, CEPLAC; Rio de Janeiro, RJ, EMBRAPA SOLOS.
- SCOTT, D. A.; PROCTOR, J.; THOMPSON, J. 1992. Ecological studies on a lowland evergreen rain forest on Maracá Island, Roraima, Brazil. II. Litter and nutrient cycling. *Journal of Ecology* 80:705-717.
- SILVA, C. J.; LOBO, F. A.; BLEICH, M. E.; SANCHES, L. 2009. Contribuição de folhas na formação da serrapilheira e no retorno de nutrientes em floresta de transição no norte de Mato Grosso. *Acta Amazônica (Brasil)* 39 (3): 591-600.
- SOUZA JUNIOR, J. O. 1997. Fatores edafoclimáticos que influenciam a produtividade do cacauzeiro cultivado no sul da Bahia, Brasil. Dissertação Mestrado. Viçosa, MG, UFV. 146p.
- SOUZA JUNIOR, J. O.; MENEZES, A. A.; SODRÉ, G. A. GATTAWARD, J.; DANTAS, P. A. de S.; CRUZ NETO, R. de O. 2012. Diagnose foliar

- na cultura do Cacau. In: Nutrição de Plantas: diagnose foliar em frutíferas. Jaboticabal, FCAV/ CAPES/FAPESP/CNPq. PP.443-476.
- VITAL, A. R. T; GUERRINI, I. A.; FRANKEN, W.K; FONSECA, R. C. B. 2004. Produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes de uma Floresta estacional semidecidual em zona ripária. Revista Árvore (Brasil) 28 (6):793-800.
- VITOUSEK, P. M.; SANFORD JUNIOR, R. L. 1986. Nutrient cycling in moist tropical forest. Annual Review Ecology System 17:137-167. ●