

## ESTOQUE DE CARBONO EM SISTEMA AGROFLORESTAL COM CAFÉ RONDÔNIA - BRASIL<sup>1</sup>

Vanda Gorete S. **RODRIGUES**, Eng. Agr. MSc. Embrapa - Rondônia. Caixa Postal 406. Porto Velho, RO. CEP 78900-970. vanda@cpafro.embrapa.br; Carlos **CASTILLA**, Eng. Agr. DSc. ICRAF/ASB. PO Box 30677, Nairobi, Kenya; Rogério S. Corrêa da **COSTA**, Eng. Agr. MSc. Embrapa - Rondônia. Caixa Postal 406. Porto Velho, RO. CEP 78900-970; Cheryl **PALM**, Eng. Agr. DSc. TSBF, PO Box 30677. Nairobi, Kenya.

**RESUMO:** Este trabalho teve como objetivo determinar a contribuição de sistemas agroflorestais com café para o incremento do seqüestro de carbono na vegetação e no solo, no estado de Rondônia, comparando aos sistemas de monocultivos e à floresta primária. O estoque de C foi medido em dois sistemas consorciados de café (café x bandarra, café x seringueira), monocultivo de café, capoeira com 5 anos em pousio, e comparados ao de floresta primária, nos municípios de Theobroma e Ji-Paraná - Rondônia. Para medir o estoque de carbono, na vegetação e no solo, tomou-se como ponto de referencia a floresta primária, que foi comparada com os seguintes sistemas de uso da terra (SUT): Capoeira natural (5 anos); Monocultivo de café (7 anos); Sistemas agroflorestais (café x bandarra (*Schizolobium amazonicum*) e café x seringueira (*Hevea brasiliensis*), com 12 anos). O estudo mostrou que a floresta primária estoca em média 188 t (C) ha<sup>-1</sup>, sendo que 148 t ha<sup>-1</sup> estão presentes na fitomassa acima do solo. Nos sistemas agroflorestais com café x bandarra e café x seringueira, o estoque de C, acima do solo, foi de 97.2 e 64.5 t (C) ha<sup>-1</sup>, equivalendo a 65.7% e 43.6% do C contido na floresta primária. No sistema de monocultivo de café (7 anos) o C máximo estocado na parte aérea foi de 16.60 t C ha<sup>-1</sup> (11.2% do estoque de C em floresta). Para a área em pousio com capoeira natural (5 anos), o estoque de C foi de 11,23 t C ha<sup>-1</sup> (7.6% da floresta).

**PALAVRAS CHAVES:** Café, Sistemas agroflorestais, Estoque de carbono.

**ABSTRACT:** This research aimed to determine alternative forms of land use systems which could contribute to increment carbon sequestration in both vegetation and soil in Rondonia State, Brazil. Comparisons were made on original primary forest, two agroforestry systems, coffee (*Coffea canephora*) and secondary forest. For each land use system the carbon stock in above- and below-ground was measured. The original primary forest contained 188 ton C ha<sup>-1</sup>, with 79% of that amount being above-ground mass. Twelve-year-old agroforestry systems (coffee x rubber tree (*Hevea brasiliensis*) and coffee x *Schizolobium amazonicum*) sequester 82% e 54% of the carbon contained in an original primary forest, respectively.

**KEY WORK:** Coffee, Agroforestry systems, carbon sequestration.

### INTRODUÇÃO

O declínio da produtividade e a erradicação de cafezais antigos e decadentes em Rondônia proporcionam perspectivas para a recuperação da cultura via estabelecimento de consórcios agroflorestais. Pesquisas realizadas no Oeste do Estado, por Miranda & Dorado (1998), confirmam essa tendência, que pode ser extrapolada para outras regiões do Estado. Nas comparações de 10 anos de pesquisa de caracterização e acompanhamento de propriedades rurais, os autores puderam detectar estratégias produtivas diferenciadas que convergem cada vez mais para sistemas e estruturas de produção bem característicos: uns de cunho nitidamente de produção de monocultivo, outros marcados pela produção animal e outros, ainda, de caráter mais agroflorestal. Para aqueles autores, a diferenciação e adequação progressiva dos sistemas e estruturas de produção às condições ambientais têm acontecido, particularmente, sem a incorporação de tecnologias agrícolas modernas. Para os pequenos produtores de Rondônia a inclusão de árvores nas lavouras cafezeiras é uma tentativa de auto-sustentabilidade, com interações ecológicas e econômicas entre os componentes. A utilização da arborização pode ser um componente importante no equilíbrio ecológico da lavoura, numa perspectiva de produção sustentada e preservação ambiental. Determinados agrossistemas, como os SFA's com café, poderiam funcionar como bancos de estoque de Carbono, recuperando CO<sub>2</sub> perdido quando da derrubada e queima das florestas. Propostas para reduzir as emissões líquidas de CO<sub>2</sub> podem ser analisadas por meio de alternativas de sistemas de uso da terra que possam amenizar a emissão antrópica de gases de

<sup>1</sup> Trabalho parcialmente financiado pelo Projeto Alternative Slash and Burn - ASB/ICRAF.

efeito-estufa. Este trabalho teve como objetivo, determinar a contribuição de sistemas agroflorestais com café para o incremento do seqüestro de carbono na vegetação e no solo, no estado de Rondônia.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estoque de C foi medido em dois sistemas consorciados de café (café x bandarria, café x seringueira), monocultivo de café, capoeira com 5 anos em pousio e, comparados ao de floresta primária, nos municípios de Theobroma e Ji-Paraná - Rondônia. Os solos desses municípios são dos tipos Latossolo Amarelo (Theobroma) e Latossolo Vermelho Amarelo (Ji-Paraná) com textura argilosa (Embrapa, 1983). As posições geográficas e o clima das regiões onde foram realizados os estudos são mostradas na Tabela 1.

Municípios	Tipo de Clima (Köpper)	Latitude	Longitude	Altitude m	Temperatura média anual °C	Precipitação média anual mm	Umidade relativa do ar média %
Ji-Paraná	Am	10° 55`S	61°58`O	240	25	2300	82
Theobroma	Am	8° 56`S	63°55`O	98	26	2500	88

TABELA 1. Posição geográfica e principais componentes climáticos dos municípios de Theobroma e Ji-Paraná - Rondônia.

Para medir o estoque de carbono, na vegetação e no solo, tomou-se como ponto de referência a floresta primária, que foi comparada com os seguintes sistemas de uso da terra (SUT):

1. Capoeira natural (5 anos);
2. Monocultivo de café (7 anos);
3. Sistemas agroflorestais (café x bandarria (*Schizolobium amazonicum*) e café x seringueira (*Hevea brasiliensis*), com 12 anos);

O C contido na fitomassa das árvores, troncos mortos, vegetação de sub-bosque e liteira, foi calculado assumindo que o conteúdo de carbono na biomassa é 45%. Todo o material foi medido em 5 quadrantes de 5m x 20 m, distribuídos ao acaso nos sistemas estudados.

A fitomassa com diâmetro à altura do peito (DAP) acima de 5 cm foi medida e aplicada a equação alométrica de Brown et al. (1989). Para a fitomassa com menos de 5 cm de diâmetro, foi utilizado o método destrutivo, em que as plantas foram arrancadas e secas até massa constante. A biomassa de árvores caídas e mortas dentro nos quadrantes foi calculada usando a fórmula  $D \times \pi \times H \times s$  (em que: D = diâmetro, H = altura e s é a densidade específica estimada em 0,4 g/cm<sup>2</sup>).

A vegetação de sub-bosque foi cortada e coletada em dois sub-quadrantes de 1m x 1m dentro de cada quadrante, incluindo todo material vegetativo, como ervas e plantas com menos de 2,5 cm de diâmetro. Para a liteira foram coletadas duas amostras aleatoriamente dentro dos sub-quadrantes, utilizando uma moldura de madeira de 0,5 m x 0,5 m. Tanto o material de sub-bosque como o de liteira foi submetido a secagem até massa constante, para cálculo da massa seca.

Foram coletadas duas amostras de solo em cada quadrante, nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm, para determinar o teor de carbono orgânico no solo.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estabelecimento de sistemas agroflorestais acumulam carbono ao longo do tempo, que podem recuperar quantidades perdidas durante a derruba e queima de sistemas de florestas primárias. Os sistemas agroflorestais estudados podem funcionar como sorvedouro de carbono, recuperando entre 82% e 54% do C contido na floresta. A recuperação da perda de carbono como resultado da mudanças na cobertura vegetal depende do tempo de permanência dos sistemas em uso.

A Figura 1 mostra o estoque de carbono nos sistemas de uso da terra avaliados. A conversão da floresta primária em sistemas de produção agrícola representa uma significativa perda do C no ecossistema.

O estudo mostrou que a floresta primária estoca em média 188 t (C) ha<sup>-1</sup> de C, sendo que 148 t ha<sup>-1</sup> estão presentes na fitomassa acima do solo.

Nos sistemas agroflorestais com café x bandarria e café x seringueira, o estoque de C, acima do solo foi de 97.2 e 64.5 t C ha<sup>-1</sup>, equivalendo a 65.7% e 43.6% do C contido na floresta primária. No sistema de monocultivo de café (7 anos) o C máximo estocado na parte aérea foi de 16.60 t C ha<sup>-1</sup> (11.2% do estoque de C em floresta). Para a área em pousio com capoeira natural (5 anos), o estoque de C foi de 11,23 t C ha<sup>-1</sup> (7.6% da floresta).

Apesar de os sistemas apresentarem índices elevados quando se refere ao estoque de C avaliado numa determinada fase da cultura, há que se considerar a importância dos valores da taxa de acúmulo anual de carbono ( $I_c = t\ C/ha/ano$ ) nos sistemas. Essa taxa foi calculada considerando-se o estoque de carbono no período avaliado e a idade que cada sistema permanece em produção ou em uso. O cálculo do tempo médio do estoque de carbono para o plantio do café com uma fase de estabelecimento de 7 anos, onde a fitomassa é máxima, seguido de 5 anos de produção até o corte e restabelecimento (total de 12 anos), poderá acumular 19% do carbono contido num sistema de floresta primária (Tabela 2).

O potencial máximo de estoque de carbono dos SAF's, estimado em um tempo de rotação de 15 anos, foi de 82% e 54%, respectivamente, para café x seringueira e café x bandarria. Apesar de perda de carbono pela fitomassa, quando da derruba e queima da floresta primária, é possível capturar e armazenar no espaço e no tempo quantidades significativas em agroecossistemas como as agroflorestas (Tabela 2).

Valores semelhantes de taxa de estoque de carbono foram encontrados por Katto-Same et al. (1997) em sistemas agroflorestais com cacau em Camarões e por Palm et al. (1999) na Indonésia, em plantações de seringueira com 25 anos de idade. Dixon (1995), avaliando sistemas agroflorestais em mais de 50 países de diferentes ecorregiões, observou que estes sistemas poderiam reduzir as emissões de gases de efeito estufa e conservar ou capturar carbono. Os valores dos estoques de carbono, incluindo C abaixo e acima do solo, segundo o autor, oscilam entre 12 e 228 t (C) ha<sup>-1</sup>, estando nos trópicos úmidos o maior potencial para acumulação de carbono por meio da biomassa.

## CONCLUSÃO

O estabelecimento de sistemas agroflorestais acumulam carbono ao longo do tempo, que podem recuperar quantidades perdidas durante a derruba e queima de sistemas de florestas primárias. Os sistemas agroflorestais estudados podem funcionar como banco de estoque de carbono, recuperando entre 54% e 82% do C contido na floresta, num período de 15 anos. O estudo mostrou que a floresta primária estoca em média 188 t (C) ha<sup>-1</sup>, sendo que 148 t ha<sup>-1</sup> estão presentes na fitomassa acima do solo. Nos sistemas agroflorestais com café x bandarria e café x seringueira, o estoque de C, acima do solo, foi de 97.2 e 64.5 t C ha<sup>-1</sup>, equivalendo a 65.7% e 43.6% do C contido na floresta.

## BIBLIOGRAFIA

- BROWN, S. A. ; GILESPIE, J. R.; LUCO, A. E. Biomass estimation methods for tropical forests with applications to forest inventory data. *Forest Science*.1989. 35:881-902.
- DIXON, R. K. Sistemas agroforestales y gases invernadero. *Agroforesteria en las Americas* Turrialba, C. R. 1995. 2(7):22-26.
- EMBRAPA/SNLCS - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Embrapa /Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do SOLO. Levantamento de reconhecimento de média intensidade dos solo e avaliação da aptidão agrícola das terra do estado de Rondônia. Relatório Final – Parte I. Rio de Janeiro. 1983. 558p.
- KATTO-SAME, J., WOOMER, P. L. MOUKAM, A., ZAPFAK, L. Carbon dynamics in slash and burn agriculture and land use alternatives of the humid forest zone in Camaroon. *Agriculture Ecosystems & Environment*. 1997. 65:245-256.
- MIRANDA, E. E. de; DORADO. A. J. Como anda a agricultura na floresta tropical de Rondônia? Dez anos de monitoramento. IN: II Congresso Brasileiro em Sistemas Agroflorestais, no contexto da qualidade ambiental e competitividade. Belém, 1998. Anais... Belém: Embrapa Oriental, CEPLAC, FCAP. 1998. p.150-152.
- PALM, C. A.; WOOMER, P. L.; ALEGRE, L; AREVALO, L.; CASTILLA, C. CORDEIRO, D. G.; FEIGL, B.; HAIRIAH,K.; KOTTO-SAME, J.; MENDES, A.; MOUKAM, A.; MURDIYARSO, D.; NJOMGANG, R.; PARTON, W.J.; RICSE, A.; RODRIGUES, V.; SITOMPUL, S. M.; NOORDWIJK VAN, M. Carbon sequestration and trace gas emissions in slash-and-burn and alternative land-uses in the humid tropics. *Alternative to Slash-and-Burn (ASB) - Climate Change Working Group. Final report, Phase II, october, 1999. Nairobi, Kenya. 1999. 18p.*

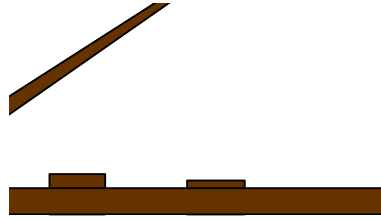


Figura1. SAF<sub>1</sub>= café x seringueira (*Hevea brasiliensis*) SAF<sub>2</sub>=café x bandarra (*Schizolobium amazonicum*)

Sistema de uso da terra	Idade anos	C <sub>acima</sub> t/ha	I <sub>c</sub> t/ha/ano	T <sub>max</sub> anos	C <sub>max</sub> t/ha	C <sub>max</sub> /C <sub>floresta</sub>
Floresta Primária	∞	148,0	-	-	148,0	1
Capoeira Natural	5	11,2	2,2 b	5	11,0	0,07
SAF1-Café x Seringueira	12	97,2	8,1 a	15	121,5	0,82
SAF2- Café x Bandarra	12	64,5	5,4 a	15	80,6	0,54
Monocultivo de Café	7	16,6	2,4 b	12	28,4	0,19

CV=18%. Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a nível de 5%.

TABELA 2. Valores médios do Carbono acima do solo (C<sub>acima</sub>), Taxa de acumulação de Carbono/ano (I<sub>c</sub>), tempo para máxima de acumulação de Carbono (T<sub>max</sub>), Carbono máximo acumulado em T<sub>max</sub> (C<sub>max</sub>) e relação do carbono nos sistemas de uso da terra com floresta primária. Rondônia. Brasil. 1997.