

## AVALIAÇÃO DA PERDA DE CARBONO E PRODUÇÃO DE CACAUEIROS SOB DIFERENTES TIPOS DE PODA

*Raúl R. Valle , Joelson V. O. da Silva , Luis M. B. Leal*

CEPLAC/CEPEC/SEFIS, Caixa Postal 7, 45600-970, Itabuna, Bahia, Brasil. E-mail: raul@cepec.gov.br

A poda do cacauzeiro visa estabelecer um equilíbrio entre vigor e produtividade que permita suportar o seu desenvolvimento e o acúmulo de reservas para o ciclo seguinte, mantendo seu potencial produtivo. Foi determinada a relação entre perda de carbono (C) e produtividade em três métodos de poda em clones de cacauzeiro: poda equilibrando a distribuição de ramos crescendo para dentro e fora de um eixo vertical imaginário localizado no meio da planta (T1), poda dirigindo os ramos para o eixo vertical (T2), poda dirigindo os ramos em direção oposta ao eixo vertical (T3) e controle, sem poda (T4). Determinou-se a massa seca do material removido pela poda e da produção de amêndoas, com seus respectivos teores de carbono. As porcentagens de carbono nas folhas/ramos, casca e sementes não diferiram entre tratamentos. O T1 removeu a maior quantidade de C (1075 kg C/ha), enquanto o T2 (717 kg C/ha) apresentou a menor perda em relação aos outros tratamentos. A maior produção de amêndoas foi encontrada no T2 (615 kg C/ha). T2 apresentou a melhor relação entre remoção de carbono e produtividade. Os resultados demonstram que uma retirada desnecessária de folhas e ramos pode resultar em perdas significativas de carbono.

**Palavras-chave:** *Theobroma cacao*, Carbono, Produtividade.

**Assessment of carbon loss and production of cacao trees under different types of pruning.** The objective of cocoa pruning is to establish equilibrium between vigor and productivity to permit support its development and the accumulation of reserves for the following cycle, maintaining its productivity potential. It was determined the relation between carbon removed and productivity in three different pruning methods in cocoa clones: pruning equilibrating the distribution of branches growing towards the interior and exterior of an imaginary vertical axis located in the middle of the plant (T1), pruning directing branches towards the vertical axis (T2), pruning directing branches opposite to the vertical axis (T3), and control, without pruning (T4). It was determined the mass dry weight of all removed material as well as bean production, with respective carbon content, in each treatment. Carbon percentages in leaves/branches, husk and seeds did not differed among treatments. T1 showed the highest value of carbon removed by pruning, 1075 kg C/ha while T2 (717 kg C/ha) showed the lowest loss in comparison to the other treatments. The highest bean production was found in T2 (615 kg C/ha). T4 and T3 showed the lower values. T2 presented the best relation between carbon removal and productivity. The results alert to perform rational pruning, since unnecessary elimination of leaves and branches could result in significant carbon losses that could be used in pod formation.

**Key words:** *Theobroma cacao*, Carbon, Productivity.

## Introdução

Em 1997 a CEPLAC iniciou um programa de liberação de variedades clonais resistentes/tolerantes a vassoura-de-bruxa (*Moniliophthora ex-Crinipellis pernicioso*, Aime e Phillips-Mora, 2005) para consolidar o Programa de Recuperação da Lavoura Cacaeira. A fim de atender a demanda, foi necessário produzir e disponibilizar em larga escala grandes quantidades de material vegetativo para enxertia, assim como mudas propagadas por estaquia dos clones liberados. No entanto, a vasta maioria do material de propagação (mudas, garfos e gemas) é originária de ramos plagiotrópicos que possuem uma filotaxia com folhas alternas e opostas no mesmo plano. Ramos plagiotrópicos, quando propagados, resultam em uma arquitetura aberta, esgalhada, em forma de leque chamado vulgarmente de palma. Esta conformação resulta da quebra das gemas dos meristemas plagiotrópicos axilares. De maneira contrastante, o material ortotrópico (p.e. chupões) produz plantas com crescimento inicial vertical, formação de coroamento e arquitetura semelhante àquela da árvore seminal, a qual apresenta altura mais variável. Mudanças de ramos plagiotrópicos também apresentam um sistema radicular superficial e fibroso ao contrário das mudas de material ortotrópico que além das raízes superficiais possuem raízes pivotantes.

Para desenvolver uma arquitetura parecida com as plantas originadas de semente ou de ramos ortotrópicos, numerosas técnicas têm sido avaliadas para determinar qual método de poda de formação é o mais adequado para o problemático hábito de crescimento arbustivo esgalhado dos clones multiplicados através de ramos plagiotrópicos (Murray, 1961; Ramadasan et al. 1978). Entretanto, nenhum deles reportam os custos fisiológicos em termos de carbono perdido com a aplicação dos diversos tipos de poda, nem levam em consideração que o cacaeiro, uma espécie cauliflora, requer uma poda que permita a entrada de luz nas áreas de produção - tronco e ramos.

Em fruteiras, a determinação da melhor arquitetura do dossel de uma planta está intimamente relacionada à otimização da distribuição da luz para formação de gemas frutíferas e qualidade de frutos (Lucchesi, 1987). A luz é importante para a produção de frutos, pois todos os aspectos do crescimento da planta e dos frutos e o

desenvolvimento de gemas floríferas requerem carboidratos que são produzidos pela fotossíntese (Rajapakse et al., 1999).

Dos fatores envolvidos na produtividade agrícola, a fotossíntese é o mais determinante. A elevação das taxas de fotossíntese depende, dentre outros fatores, do máximo aproveitamento da luz disponível, obtido pelo manejo da copa através da aplicação de diferentes tipos de podas (Bernardes, 1987). Portanto, é hipotetizado neste trabalho que qualquer tipo de poda na espécie *Theobroma cacao* L. deve visar o estabelecimento de um equilíbrio entre os ramos que cruzam para fora ou para dentro de um eixo central vertical imaginário (Figura 1).

Assim, o objetivo foi analisar três formas arquitetônicas de copa em cacaeiros originados de material plagiotrópico que proporcionem a melhor relação entre perda de carbono e produtividade.



Figura 1. Planta de cacau mostrando o eixo central vertical imaginário.

## Material e Métodos

O experimento foi desenvolvido por quatro anos consecutivos (2003 a 2006) em área experimental do Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC, 14° 47' S, 39°

16' W, a 55 m.a.n.m.) no sudeste da Bahia. A área está plantada com uma série de clones experimentais (PR-027, PR-039, PR-051, PR-065, PR-084, PR-085, CP-002, CP-054) propagados por enxertia, tolerantes à vassoura-de-bruxa, com 7 anos de idade, plantados em espaçamento de 1,5 x 3,0 m. Durante a implantação do experimento as plantas da área foram manejadas com a poda de cada tratamento para implementação da arquitetura da copa desejada. Este manejo cultural não foi quantificado em relação à perda de carbono. Durante a execução do experimento, as podas foram feitas anualmente entre setembro - novembro, assim como os outros tratos culturais exigidos para o bom desenvolvimento da cultura.

Os tratamentos aplicados na área (Figura 2) foram: poda equilibrando a distribuição de ramos crescendo para dentro e fora de um eixo vertical imaginário localizado no meio da planta (T1), poda dirigindo os

ramos para o eixo vertical (T2), poda dirigindo os ramos em direção oposta ao eixo vertical (T3) e o controle, sem poda (T4).

O delineamento experimental foi em blocos inteiramente casualizados, com 4 tratamentos, distribuídos em seis parcelas com cinco subparcelas, perfazendo um total de 120 plantas úteis. Os dados de perda de carbono e produção foram submetidos a análise de variância, sendo que as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5%, fazendo-se uso do Sistema de Análise Estatística, (SAS Institute, 1988).

**Quantificação do material vegetal e coleta de amostras** - Durante o período experimental, determinou-se a quantidade de matéria seca do material removido pela poda, assim como a produção. A quantificação dos resíduos vegetais da poda foi realizada logo após a sua execução determinado-se o



Figura 2. Tratamentos aplicados nos ramos plagiotrópicos das plantas de cacau. T1- poda equilibrando a distribuição de ramos crescendo para dentro e fora de um eixo vertical imaginário localizado no meio da planta; T2 - poda dirigindo os ramos para o eixo vertical; T3 - poda dirigindo os ramos em direção oposta ao eixo vertical; T4 - controle, sem poda.

peso fresco total. A produção foi determinada pela colheita de frutos no período experimental efetivo (2004 - 2006) em cada tratamento. Determinou-se o número de sementes por fruto e o peso das sementes após secagem.

Após a quantificação da massa fresca total em cada parcela, foram coletadas amostras dos resíduos vegetais da poda (ramos e folhas) e da colheita de frutos (cascas e sementes), colocadas em sacos de papel com peso conhecido e secas em estufa de ventilação forçada à temperaturas entre 65-75 °C até peso constante. Este fator foi utilizado para determinar a massa seca total.

Determinação do teor de carbono -Para determinar o teor de carbono na matéria seca das diversas partes da planta em cada parcela foi retirada uma amostra, macerada, colocada em estufa a 105 °C e posteriormente levado a mufla à temperatura de 600 °C. O material foi incinerado até virar cinza e o teor de matéria orgânica total da amostra determinado. Este valor foi multiplicado pelo fator 0,555 para estimar o percentual de carbono de acordo com Kiehl (1985). As análises foram realizadas no Laboratório de Fisiologia do CEPEC. Estes resultados serviram para estimar a relação entre carbono removido no resíduo vegetal podado e produção nos tratamentos.

## Resultados

Os resultados apresentados na Figura 3 mostram que as porcentagens de carbono nas folhas e ramos foram, em média, 47,2% da matéria seca. Nos frutos, verificou-se que o carbono na casca apresentou média de 49,4% e nas amêndoas 53,4%.

Os dados da perda de carbono, por meio da remoção de tecido vegetal, analisados nos diversos tipos de poda, mostram que T1, tratamento no qual se realizou a poda equilibrando a distribuição de ramos crescendo tanto para dentro como para fora de um eixo vertical imaginário localizado no meio da planta, apresentou a maior quantidade de carbono removido (Figura 4) para obter a arquitetura desejada pela poda. Neste tratamento a quantidade estimada de carbono removido foi de 1075 kg/ha, isto é, mais folhas e ramos foram eliminados. Entretanto, a remoção de carbono no T2, que concentra os ramos no eixo vertical, foi da ordem de 717 kg C/ha, a menor perda em comparação aos outros tipos de poda.

O valor de carbono removido no T3, que utilizou a poda para dirigir os ramos em direção oposta ao eixo vertical, foi intermediário (915 kg C/ha).

Os resultados mostraram também que a produção de sementes foi maior no T2, com valor em carbono na ordem de 615 kg/ha, seguido do T1 com 401 kg C/ha. Os tratamentos T3 e T4 (controle) apresentaram os menores índices de produção em carbono, com 281 e 270 kg C/ha respectivamente (Figura 4).

Para a conversão do carbono eliminado pela poda na forma de ramos e folhas em cada um dos tratamentos, assumiu-se que 40% poderia ser convertido em sementes a 7% umidade (Figura 5). Este pressuposto está baseado nos resultados encontrados na relação de carbono total no fruto de cacaueteiro que em média é de 60% na casca e 40% nas sementes.

As análises de conversão do carbono (Figura 5), apresentados em cada um dos tratamentos aplicados, demonstram que o carbono removido no T1 e T3 poderia ter sido convertido em 435 e 370 kg C/ha de sementes secas, respectivamente. O T2 apresentou a menor taxa de conversão para sementes secas (290 kg C/ha).

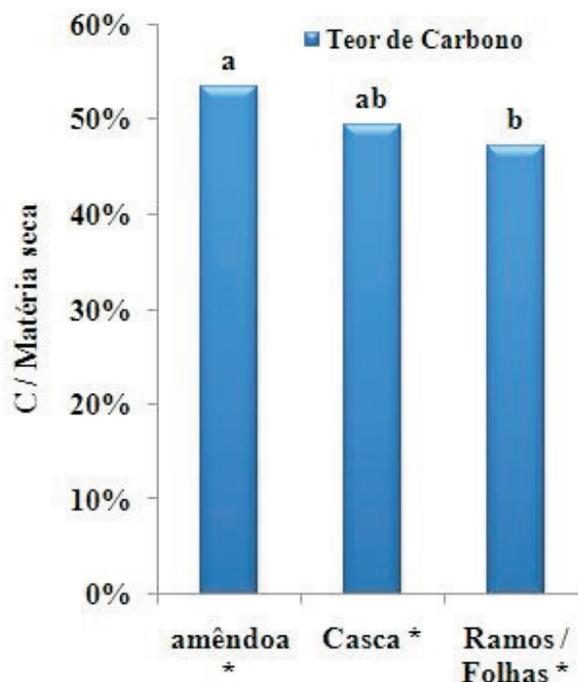


Figura 3. Teores de carbono na matéria seca da semente e casca do fruto e nos ramos/folhas de cacaueteiros. Barras seguidas pela mesma letra não são significativamente diferentes entre si de acordo com o teste de Tukey ( $p = 0,05\%$ ).

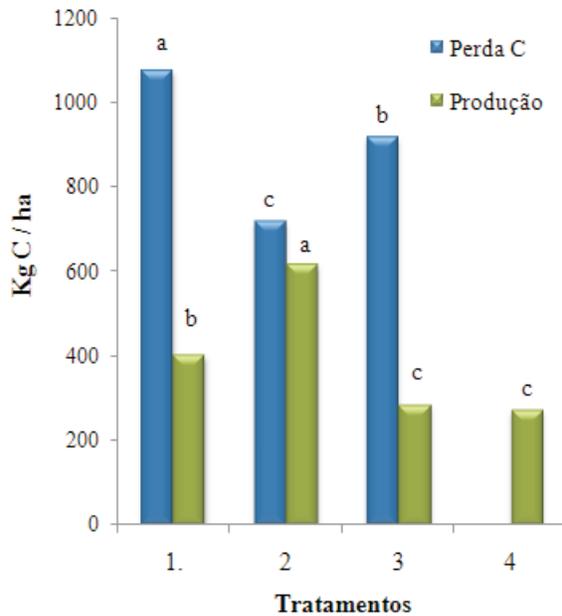


Figura 4. Valores em carbono da perda na poda de folhas/ramos e da produção. 1. Poda equilibrada (controle de palmas e chupões); 2. Poda dirigindo ramos para o eixo vertical; 3. Poda dirigindo ramos na direção oposta ao eixo vertical e; 4. Controle, sem poda. Barras da mesma cor com letras iguais não são significativamente diferentes entre si pelo teste de Tukey ( $p= 0,05\%$ ).

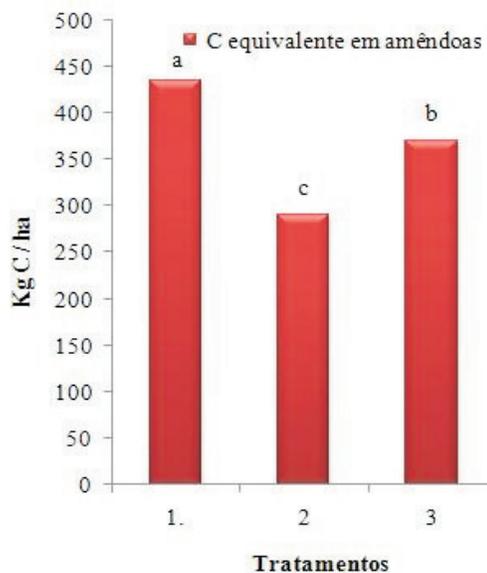


Figura 5. Valores em carbono na perda da poda em folhas/ramos equivalente em amêndoas. 1. Poda equilibrada (controle de palmas e chupões); 2. Poda dirigindo ramos para o eixo vertical; 3. Poda dirigindo ramos na direção oposta ao eixo vertical. Barras seguidas por letras diferentes indicam diferenças significativas entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## Discussão

A realização de poda nas plantas busca modificar a partição de assimilados manipulando fontes e drenos. Existem diversos tipos de podas, mas na maioria delas o objetivo é deslocar os fotoassimilados para os drenos de interesse e, conseqüentemente, aumentar a produtividade. Desse modo, é comum se eliminar os chamados ramos ladrões em fruteiras perenes. Além de se eliminar os drenos não produtivos, também é comum fazer o desbaste do excesso de flores ou frutos em desenvolvimento para aumentar a quantidade de assimilados que é direcionada para os que restam. Isto aumenta a quantidade de açúcares (Brix) melhorando a qualidade dos frutos (Peres, 2007).

O maior teor de carbono encontrado nas diferentes partes das plantas analisadas foi nas sementes (Figura 4). Isto é esperado devido ao alto teor de gorduras armazenadas nos seus tecidos. Por outro lado, os percentuais de carbono dos ramos e folhas foram considerados como carbono removido na poda passível de alocação na produção. Já o carbono das sementes, foi aquele fixado na produção de cada tratamento aplicado (Figura 5). A implantação da arquitetura desejada em cada tratamento teve uma intensidade de remoção do material vegetal que influenciou nas quantidades de carbono removido. Assim, o T1 apresentou a maior quantidade de carbono removido em relação aos outros, devido a maior retirada de folhas e ramos para obter a arquitetura almejada. No T2, a remoção de material vegetativo foi menor. Para o T3, que apresentou valor intermediário na remoção de carbono, tinha-se a hipótese de que devido a natural arquitetura esparramada dos descendentes de SCA-6, deixando o eixo central livre de ramos e follhas, a remoção deste material seria menor. Neste sentido, em T1 e T3, tratamentos nos quais a retirada de tecido vegetal - carbono removido - que poderia ter sido convertido em amêndoas secas foi maior, a produção de sementes foi menor do que a encontrada em T2.

O controle (T4) foi o que obteve a menor produção de sementes. Neste tratamento, durante o período de realização do trabalho, não foi executado nenhuma técnica de manejo de copa sobre as suas plantas. Como conseqüência, as plantas do T4 apresentaram uma copa bastante densa e fechada pela grande concentração de folhas e ramos no seu interior, resultando em um auto

sombreamento sobre as partes reprodutivas e vegetativas (Figura 2). O sombreamento leva ainda à redução da fotossíntese total da planta, pois folhas sombreadas apresentam menor taxa fotossintética e assim contribuem menos ou negativamente para a produção da planta, que folhas expostas ao sol (Bernardes, 1987; Larcher, 2000).

O T2 apresentou o menor valor de carbono removido, assim como a maior produção de sementes (Figura 5). Portanto, nas condições deste ensaio, podar o cacaueteiro dirigindo os ramos para o eixo vertical mostrou a melhor relação entre carbono removido e produtividade.

A poda em excesso resulta em um desgaste desnecessário à planta, a qual levará tempo para se recuperar, pois direcionará a distribuição dos fotoassimilados para o desenvolvimento dos órgãos e tecidos que foram retirados. Por outro lado, a poda insuficiente resulta em aumento da estrutura vegetativa da planta, causando auto-sombreamento e não permitindo a entrada de luz nas áreas de produção. Kadir (2003), podando grande porção de folhas e ramos dentro da copa de frutíferas, aumentou a penetração da luz solar, promovendo o desenvolvimento de gemas frutíferas no interior da planta. Caetano et al. (2005) conduzindo poda em figos verdes com maior número de ramos não elevou a produtividade, pois aumentou o auto-sombreamento no interior da copa com mais ramos, o que diminuiu o número de frutos formados. Assim, a utilização da poda, respeitando as peculiaridades fisiológicas de cada planta, permite adequar a copa para a obtenção máxima da produtividade.

### Conclusão

A relação de carbono total no fruto de cacaueteiro foi em média de 60% na casca e 40% nas sementes. O Tratamento 2, poda dirigindo os ramos para o eixo vertical mostrou a melhor relação entre carbono removido e produtividade. No entanto, os resultados alertam que a remoção desnecessária de folhas e ramos poderia resultar em significativas perdas de carbono as quais poderiam ser utilizadas na formação de frutos.

### Literatura Citada

AIME, M. C., PILLIPS-MORA, W. 2005. The causal agent of witches' broom and frosty pod rot of

cacao (chocolate, *Theobroma cacao*) form a new lineage of Marasmiaceae. *Mycologia* 97 (5): 1012-1022.

BERNARDES, M.S. 1987. Fotossíntese no dossel das plantas cultivadas. In: Castro, P.R.C., Ferreira, S.O., Yamada, T. eds. *Ecofisiologia da produção agrícola*. Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. pp. 13 - 45.

CAETANO, L. C. S., et al. 2005. Efeito do número de ramos produtivos sobre o desenvolvimento da área foliar e produtividade da figueira. *Revista Brasileira de Fruticultura* 27(3): 426-429.

KADIR, S. 2003. Why fruit trees fail to bear. Kansas, Kansas State University. 4p. (Horticultural Report).

KIEHL, J. L. 1985. *Fertilizantes Orgânicos*. Piracicaba, Agronômica Ceres. 492 p.

LARCHER, W. 2000. *Ecofisiologia vegetal*. São Carlos, RiMa. 531p.

LUCCHESI, A. A. 1987. Fatores da produção vegetal. In: Castro, P.R.C., Ferreira, S.O., Yamada, T., eds. *Ecofisiologia da produção agrícola*. Piracicaba. Associação brasileira para pesquisa da potassa e do fosfato. pp. 1-11.

MURRAY, D. B. 1961. Systems of training cocoa grown from cuttings. Report on Cocoa Research 1959-60, Trinidad. pp. 37-39.

PERES, L. E. P. Transporte no floema. Disponível em: <[http://www.joinville.udesc.br/sbs/professores/arlindo/materiais/TEXT0\\_09\\_Translocacao\\_no\\_Floema\\_02.pdf](http://www.joinville.udesc.br/sbs/professores/arlindo/materiais/TEXT0_09_Translocacao_no_Floema_02.pdf)>. Acesso em: 18 jul. 2007.

RAJAPAKSE, N.C., et al. 1999. Plant height control by photoselective filters: current status and future prospects. *HortTechnology* 9(4): 618-624.

RAMADASAN, K., AHMAD, M.Y., AHMAD, M.S. 1978. Shaping of clonal cocoa plants derived from fan shoots. In: International Conference on Cocoa and Coconuts, Proceedings. Kuala Lumpur. The Incorporated Society of Planters. pp. 65-92.

SAS INSTITUTE INC. 1988. SAS/STAT User's Guide. Release 6.03. Cary, NC: SAS Institute Inc.