

**Uso da dendrocronologia para avaliar a produção anual de frutos da espécie *theobroma cacao* L. No Sudoeste Da Amazônia****Use of dendrochronology to evaluate the anual production of fruits of the espécies *theobroma cacao* L. In the Southwest Of Amazônia**

DOI:10.34117/bjdv6n7-662

Recebimento dos originais: 03/06/2020

Aceitação para publicação: 24/07/2020

**João Antônio Rodrigues Santos**

Mestre em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais pela Universidade Federal do Acre

Instituição: Universidade Federal do Acre

Endereço: Laboratório de Botânica e Ecologia Vegetal

BR 364, Km 04 - Distrito Industrial - 69915-559 - Rio Branco-AC.

E-mail: jo89ro@gmail.com

**Moisés Silveira Lobão**

Doutor em Recursos Florestais pela Escola Superior em Agricultura Luiz de Queiroz - ESALQ

Instituição: Universidade Federal do Acre

Endereço: Laboratório de Tecnologia e Anatomia da Madeira

BR 364, Km 04 - Distrito Industrial - 69915-559 - Rio Branco-AC.

E-mail: moiseslobao6@gmail.com

**Ronnilda Maria Gonçalves De Araujo**

Mestre em Ecologia e Manejo de Recursos Florestais pela Universidade Federal do Acre

Instituição: Universidade Federal do Acre

Endereço: Laboratório de Limnologia

BR 364, Km 04 - Distrito Industrial - 69915-559 - Rio Branco-AC.

E-mail: ronnilda\_bio@gmail.com

**RESUMO**

A floresta amazônica, uma das maiores florestas tropicais do planeta apresenta elevado potencial para o manejo sustentável de produtos florestais não madeireiros, entre os produtos florestais não madeireiros de alta relevância econômica destaca-se o cacau, fruto de *Theobroma cacao* L. A dendrocronologia é uma ciência que permite determinar a idade das árvores por meio da análise de seus anéis de crescimento. O presente trabalho fez uso dessa ferramenta para identificar os canais traumáticos no lenho do cacau que possivelmente são originados em decorrência do pedúnculo do seu fruto. Portanto o objetivo foi estudar a espécie *Theobroma cacao* verificando os canais traumáticos presentes nos anéis de crescimento da espécie e as injúrias causadas por danos mecânicos. As amostras foram coletadas de forma destrutiva ao longo do rio Purus, e de maneira não destrutiva em uma área agroflorestal, que posteriormente passaram por análises macroscópicas e microscópicas. A existência de canais no lenho da árvore do cacau é característica originada pelo pedúnculo do fruto, através dessa injúria podem ser feitos estudos anatômicos observando o comportamento e as frequências do conjunto de canais traumáticos no lenho da árvore em relação ao seu período de frutificação tornando possível a estimativa de produção anual de frutos das árvores através da análise de seus anéis de crescimento anuais.

# Brazilian Journal of Development

**Palavras-chave:** Cacau, Canais traumáticos, Anéis de crescimento.

## ABSTRACT

The Amazon rainforest, one of the largest tropical forests on the planet, has a high potential for the sustainable management of non-timber forest products. Among the non-timber forest products of high economic importance, cacao stands out, the fruit of *Theobroma cacao* L. Dendrochronology is a science that allows to determine the age of the trees by means of the analysis of their rings of growth. The present work made use of this tool to identify the traumatic channels in the wood of *Theobroma cacao* that possibly originated as a result of the peduncle of its fruit. Therefore, the objective of this work was to study the species *Theobroma cacao* by verifying the traumatic channels present in the growth rings of the species and the injuries caused by mechanical damages. The samples were collected in a destructive manner along the Purus River, and non-destructively in an area in the agroecology, which subsequently underwent macroscopic and microscopic analyzes. The existence of channels in the wood of the cacao tree is characteristic of the peduncle of the fruit. Through this injury, anatomical studies can be done observing the behavior and the frequencies of the set of traumatic channels in the wood of the tree in relation to its fruiting period, making possible the estimated annual yield of fruit trees by analyzing their annual growth rings.

**Keyword:** Cocoa, Traumatic channels, Tree rings.

## 1 INTRODUÇÃO

A floresta amazônica, uma das maiores florestas tropicais do planeta apresenta elevado potencial para o manejo sustentável de produtos florestais não madeireiros (SALOMÃO, 2014). O conhecimento dessas espécies florestais é muito importante para as áreas ligadas ao meio ambiente, principalmente quando visa entender o comportamento e a produtividade de espécies de alto potencial comercial madeireiro e não madeireiro (MELO, 2010).

Neste sentido, entre os produtos florestais não madeireiros de alta relevância econômica destaca-se o cacau, fruto de *Theobroma cacao* L., mais conhecido como cacauzeiro (RODRIGUES, 2011), que é uma espécie originária de regiões de florestas pluviais da América do Sul, onde atualmente é encontrado em estado silvestre (CAUTRECASAS, 1964). O cacau serve como matéria prima para diversos produtos e subprodutos como cosméticos, manteiga de cacau, além de ser o principal componente para a fabricação do chocolate, o que o tornou um produto muito visado por diversas empresas do setor (SILVA NETO, 2001).

De acordo com Daly e Silveira (2008) o *Theobroma cacao* L. é uma planta da família Malvaceae. No Brasil ele é cultivado principalmente no estado da Bahia, porém na região do Médio Rio Purus, AM, o cacau nativo é encontrado em abundância na sua várzea, onde o seu fruto é coletado pela população ribeirinha da região, caracterizando-o como um produto não madeireiro de grande importância econômica e social.

## **Brazilian Journal of Development**

A dendrocronologia método baseado na análise dos anéis de crescimento anual no lenho torna-se importante ferramenta, fornecendo dados de longos períodos de crescimento e estimativa acurada da idade das árvores (BOTOSSO, 2002), para o entendimento da dinâmica da floresta e desenvolvimento de sistemas de manejo florestal sustentado (LOBÃO, 2011).

Nutto e Watzlawick (2002) afirmam que a dendrocronologia é o principal método existente para se estudar a dinâmica de crescimento das espécies, analisando os anéis de crescimentos no qual permite determinar a idade das árvores por meio das espessuras de seus anéis de crescimento.

A dendrocronologia auxiliou o estudo dos canais traumáticos existentes nos anéis de crescimento de *Theobroma cacao* L. Esta pesquisa só se tornou possível a partir da comprovação da existência destes canais nos anéis de crescimento, diante disso espera-se ser possível fazer uma estimativa na produção de frutos de cacau anualmente, analisando-se a frequência desses canais nos anéis de crescimento dessa espécie.

Portanto, devido a carência de informação a respeito dos anéis de crescimentos juntamente com a formação dos canais traumáticos no tronco das árvores de *Theobroma cacao* L., este trabalho teve como objetivo principal identificar como se dá a formação desses canais traumáticos, se o mesmos são oriundos do pedúnculo, o que possibilitará estimar a produção de frutos, ou se sua formação se dá por fatores externos (queimadas, ataques de patógenos, feridas) que permitirá verificar as consequências que esses canais trazem ao desenvolvimento da árvore.

## **2 METODOLOGIA**

### **2.1 ÁREA DE COLETA DO MATERIAL DE FORMA NÃO DESTRUTIVA**

A coleta foi conduzida no município de Rio Branco - Acre, no Centro de Formação dos Povos da Floresta. Trata-se onde existem fragmentos florestais e diversos modelos demonstrativos de produção agroecológica.

### **2.2 ÁREA DE COLETA DO MATERIAL DE FORMA DESTRUTIVA**

A coleta foi realizada Estado do Amazonas, entre os municípios de Boca do Acre e Pauini. As amostras foram coletadas na área de ocorrência de Cacau no Médio Purus – AM.

### **2.3 EXTRAÇÃO DAS AMOSTRAS DE FORMA NÃO DESTRUTIVA**

Foram selecionadas aleatoriamente doze árvores de cacau em duas áreas distintas, a primeira apresentando apenas plantio de cacau e a segunda consorciada em Sistema Agroflorestal-SAF. Com auxílio do Trado de Pressler Figura 1A foram realizadas as coletas das amostras de

## Brazilian Journal of Development

maneira não destrutiva em seis indivíduos, onde foi retirado baguetas Figura 1B em três pontos diferentes: (1) principal (exatamente no ponto de formação do pedúnculo), (2) 5 cm acima do principal e (3) 5 cm abaixo do principal, esse procedimento foi realizado para verificar se o canal traumático presente no ponto principal podia ser visualizado nos pontos equidistantes Figura 1C.

Selecionou-se aleatoriamente seis árvores e realizou-se injúrias na camada cambial de cada indivíduo à 1m acima do solo Figura 1D, que posteriormente foram coletadas após dois anos de forma não destrutiva em três pontos distintos: (1) principal (exatamente no ponto realizado a incisão), (2) 5 cm acima do principal e (3) 5 cm abaixo do principal Figura 1E.

**Figura 1.** (A) Uso do trado de Pressler para retiradas das amostras não destrutiva do lenho; (B) Bagueta para análise das injúrias; (C) Pontos da retirada do material lenhoso; (D) Realização da injúria na camada cambial; (E) Amostragem do lenho após dois anos.



Com o auxílio de lixas granulométricas na ordem crescente (60, 120, 180 e 220) foi feito o polimento das baguetas e marcação das amostras em três pontos equidistantes nos sentidos medula-casca. No primeiro momento as baguetas dos seis indivíduos (1A à 6A) totalizando dezoito baguetas foram submetidas a corte anatômicos com auxílio de um micrótomo de deslize para confecção de lâminas histológicas em cada ponto a ser analisado da amostra radial do lenho das árvores estudadas. Para uma melhor visualização anatômica, os cortes foram submetidos a desidratação e coloração.

Logo depois com o auxílio do Microscópio Digital USB que possui um zoom de 80x para obtenção das imagens macroscópica da posição da casca, meio (localizado entre a casca e a medula) e medula para identificar o trauma presente nas amostras.

### 2.4 EXTRAÇÃO DAS AMOSTRAS DE FORMA DESTRUTIVA

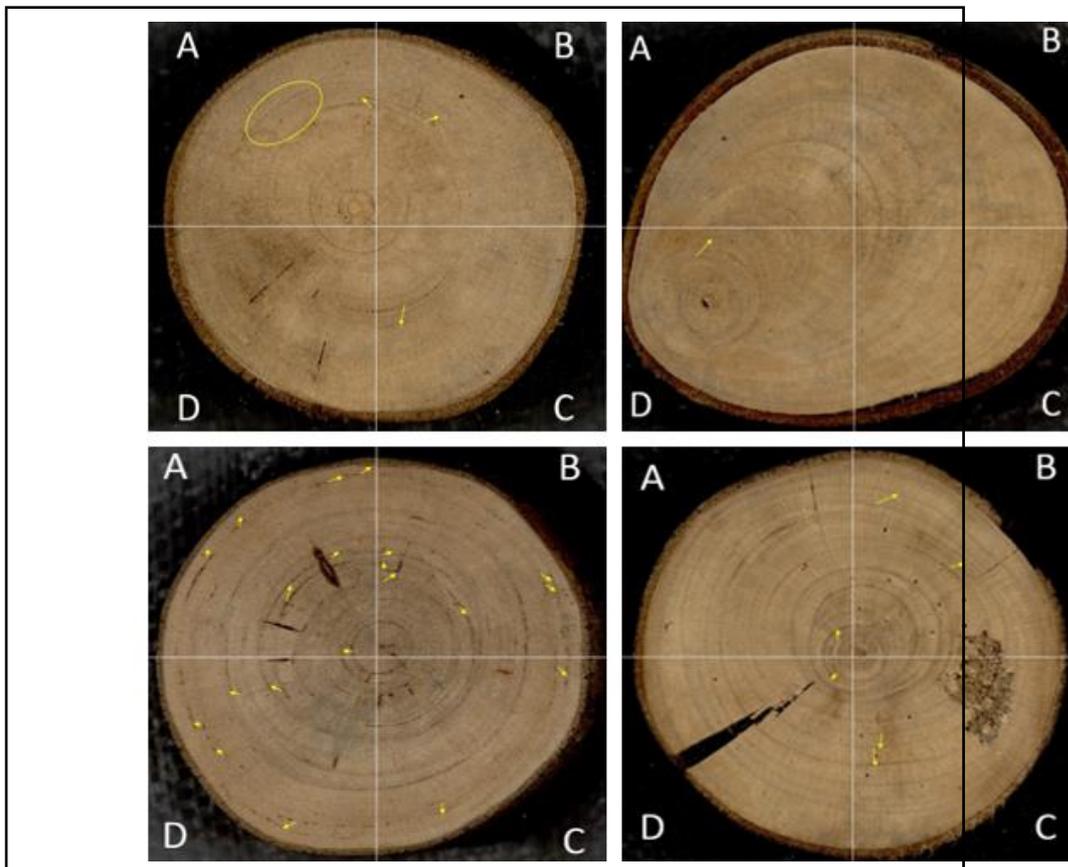
As amostras foram coletadas de forma destrutiva, retirando discos radiais do lenho, em vários pontos do tronco das árvores selecionadas, os mesmos tiveram seus anéis de crescimento analisados

## Brazilian Journal of Development

quanto a frequência de canais resiníferos ocorridos em anos subsequentes, ou seja, em pelo menos dois anéis consecutivos, considerando-se que o desenvolvimento do fruto do cacau ocorre de um ano para o outro.

Posteriormente, foi feito o polimento das seções transversais das amostras usando lixas de diferentes granulometrias (60, 120, 180 e 220) para ficar mais nítido o contraste entre os anéis de crescimento, para que os mesmos ficassem bem distintos. As amostras foram digitalizadas através do SCANNER com resolução de 600ppi que serviram como base para quantificação dos canais presentes nos anéis de crescimento subsequentes, realizou-se análise estatística com média dos frutos e desvio padrão Figura 2.

**Figura 2** Quantificação dos frutos da base das árvores através dos canais traumáticos presente nos anéis de crescimento.



### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

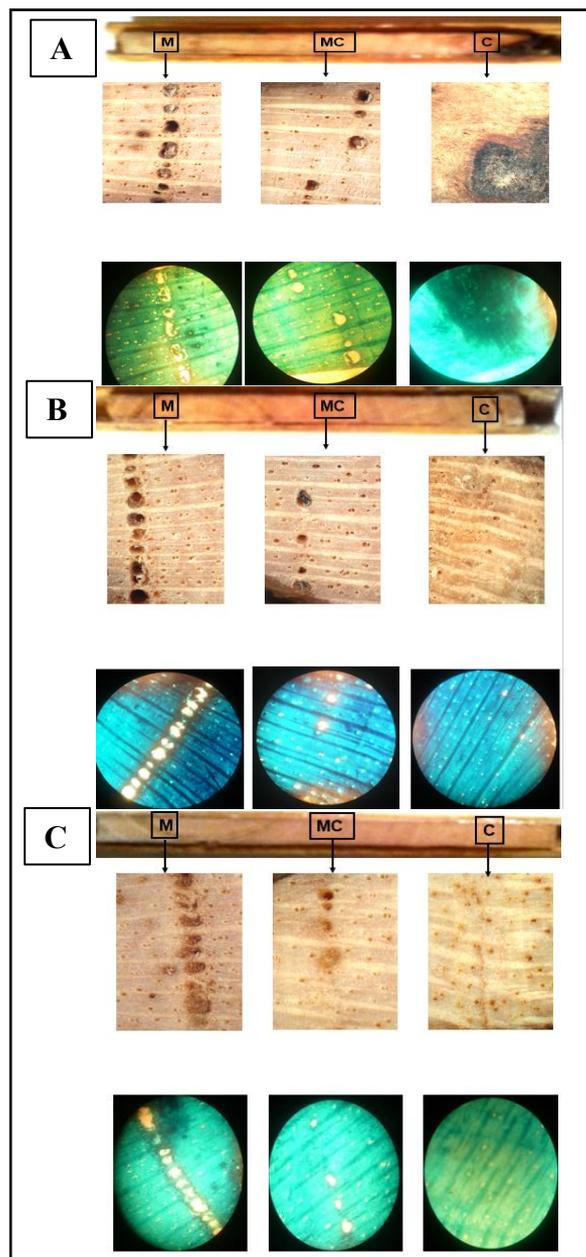
#### 3.1 FORMAÇÃO DE CANAIS NOS ANÉIS DE CRESCIMENTO DE ARVORES DE *THEOBROMA CACAO*

Com a obtenção das amostras do lenho de forma não destrutiva das seis árvores selecionadas para o estudo, realizou-se as análises microscópicas e macroscópicas, onde foi possível obter imagens

## Brazilian Journal of Development

para realizar uma análise preliminar do lenho das árvores de *Theobroma cacao*. Pode-se afirmar que a formação dos canais traumáticos nos anéis de crescimento das árvores de cacau tende a ser proveniente da formação do pedúnculo do fruto inserido no tronco, que serve para nutrir o fruto que está sendo formado no final do período de crescimento vegetativo da árvore. Figura 3A, B e C.

**Figura 3.** (A) Imagem da bagueta retirada do ponto principal; (B) 5cm acima do ponto principal; (C) 5 cm abaixo do ponto principal onde houve a formação do pedúnculo do fruto do cacau em uma das árvores de *Theobroma cacao* analisadas M= medula; MC= entre a medula e a casca; C= casca.



Diante desse resultado verifica-se a possibilidade de fazer uma estimativa da produção de frutos do cacau anualmente. Porém, não se pode comprovar que a existência desses traumas é

## Brazilian Journal of Development

originada somente pela formação do pedúnculo, portanto o próximo passo foi investigar se outros fatores seriam responsáveis pela formação desses canais, ou seja, se qualquer dano mecânico no meristema cambial do cacauzeiro poderia formar esses canais traumáticos.

Segundo Bannan (1936), os canais resiníferos são mais susceptíveis quando influenciado por fatores externos, em alguns gêneros são formados em resposta de ferimentos ou injúrias, já em outros são estruturas normais do lenho. A frequência e a distribuição dos canais resiníferos nos anéis de crescimento, a variação radial e longitudinal no lenho das árvores e a influência exercida pelos fatores externos (solo, clima, temperatura) são temas escassamente estudados (WIMMER et al., 1999).

### 3.2 ANALISE DA REAÇÃO A INJÚRIA REALIZADA NA CAMADA CAMBIAL DE CADA ÁRVORE DA ESPÉCIE *THEOBROMA CACAO*

Nas amostras de *Theobroma cacao* coletadas para análise da reação da camada cambial às injúrias induzidas, verificou-se a formação do tecido traumático, de coloração escura, no entorno da cicatriz.

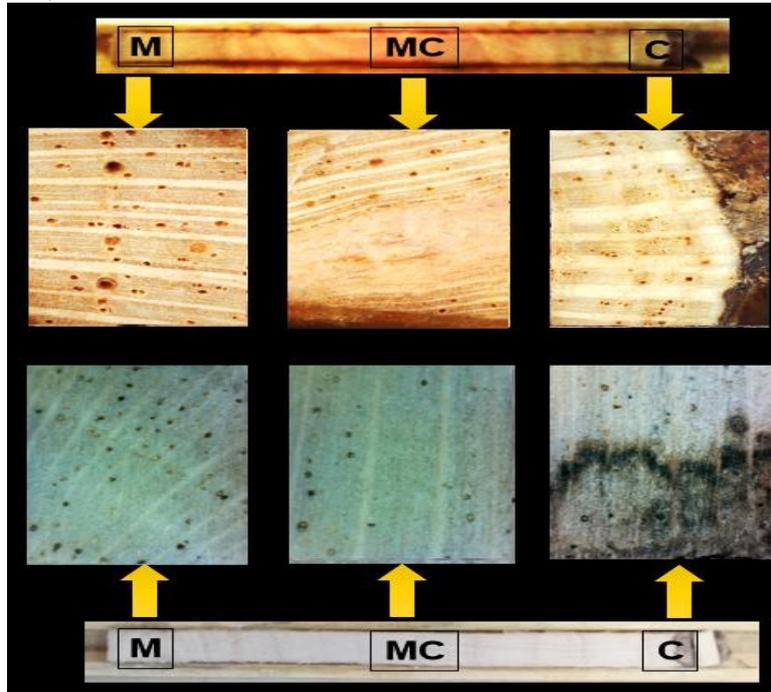
A reação dos tecidos caracteriza-se por camadas de células constituindo uma barreira química, de canais gomíferos no tecido injuriado do lenho inicial distribuídos, às vezes, pelo perímetro do tronco das árvores. Semelhante a reação às injúrias observadas em árvores de *Cedrus brevifolia* é mencionado por Schweingruber (2007) que a formação de tecido de calose no lenho das árvores de gimnospermas submetidas a estresse mecânico ocasionado pela desrama do tronco a atividade cambial induziu a formação de lenho tardio delgado, com células de parede fina e de ductos de goma-resina dispostos tangencialmente, na área afetada do lenho. A formação do tecido traumático no lenho das árvores, na região da injúria da camada cambial, descrita por Franceschi et al (1998) compreende alterações das células de natureza anatômica e química, sendo (i) compostos químicos (terpenos) que se depositam nas células localizadas no entorno do tecido injuriado, constituindo uma barreira química de proteção aos microorganismos; (ii) os vasos tornam-se obstruídos por extrativos e, desta forma, inativados (LOBÃO, 2011) Figura 4.

A partir desses estudos citados acima, pode-se verificar que as camadas dos anéis de crescimento formados após as injúrias induzidas por danos mecânicos causados no lenho de *Theobroma cacao*, eram muitos diferentes daqueles canais traumáticos formados anteriormente. Através dessa pode-se comprovar que os canais traumáticos presentes nos anéis de crescimento no lenho de *Theobroma cacao* são causados exclusivamente pela formação do pedúnculo do fruto. Diante

## Brazilian Journal of Development

do exposto pode-se realizar a quantificação dos canais presentes nos anéis de crescimento realizando assim uma estimativa de produção de frutos anualmente.

**Figura 4.** Imagens das baguetas retiradas dos pontos onde tinha cicatriz do pedúnculo do fruto (1), baguetas retiradas dos pontos onde foi realizado a incisão na camada cambial (2) das árvores de *Theobroma cacao* analisadas. M= medula; MC= entre a medula e a casca; C= casca.



### 3.3 QUANTIFICAÇÃO DOS CANAIS TRAUMÁTICOS PRESENTES NOS ANÉIS DE CRESCIMENTO DE *THEOBROMA CACAO*.

A partir dos discos obtidos foi possível realizar a contagem dos anéis do disco coletado na parte mais próxima a base, posteriormente foram obtidos o número de canais traumáticos observados por disco e por árvore coletada para estimativa da produção anual de frutos das árvores Tabela 1.

Verifica-se que a árvore que se obteve maior produção foi a árvore C apresentando um conjunto de 40 injúrias de canais traumáticos, já a árvore A foi a que apresentou menor frequência chegando a um conjunto de 15 injúrias. Verificou-se que no conjunto das quatro árvores analisadas a média foi de 29,5 injúrias.

A simulação para estimar produção das árvores estudadas é bastante preliminar, portanto, tal estimativa carece de mais informações que não foram possíveis de serem coletados, pois provavelmente os quatro a cinco discos coletados por árvore, não representam o total do caule das árvores de *Theobroma cacao* L., porém mesmo com essas incertezas, há pouca diferença entre a produção estimada por este método, quando comparado com a médias referentes aos componentes

## Brazilian Journal of Development

de rendimento, obtidas de um ensaio de híbridos de cacau, conduzido entre 1986 e 1991 na Estação Experimental Ouro Preto, em Ouro Preto do Oeste, RO por Carvalho *et al.*, (2001) que obtiveram número médio de frutos sadios por planta variando de 7,84 a 25,08 entre os anos analisados.

Portanto, mostra-se que tal método tem grande potencialidade de ser utilizado em plantações e cacauzeiros nativos.

**Tabela 1.** Estimativa da produção anual de frutos pela contagem do conjunto de canais traumáticos no tronco das árvores de *Theobroma cacao*.

Indivíduo	Disco	Quadrante e nº de canais traumáticos				Total de canais traumáticos
		A	B	C	D	
A	1	3	1	0	0	4
	2	2	0	1	0	3
	3	0	0	0	0	0
	4	0	4	1	0	5
	5	1	1	1	0	3
	Total					15
B	1	0	0	0	0	0
	2	4	6	5	2	17
	3	0	3	6	6	15
	4	0	0	0	1	1
	Total					33
C	1	4	5	2	3	14
	2	2	2	0	0	4
	3	2	2	0	0	4
	4	7	6	1	4	18
	Total					40
D	1	1	0	1	1	3
	2	0	3	1	0	4
	3	5	9	2	1	17
	4	1	2	2	1	6
	Total					30

## 4 CONCLUSÃO

Após a análise do lenho das árvores de *Theobroma cacao* verificou-se que os canais traumáticos nos anéis são provenientes exclusivamente do pedúnculo do fruto.

Pode-se também verificar que as amostras do meristema cambial os danos mecânicos causados do lenho de *Theobroma cacao* não são responsáveis pela ocorrência dos canais traumáticos. A partir

## Brazilian Journal of Development

da análise das injúrias foi possível realizar uma estimativa da produção de frutos do cacau anualmente. Sendo assim, esta ferramenta torna-se uma alternativa para estimativa de produção principalmente para cacauzeiros nativos.

### REFERÊNCIAS

- BANNAN, M. W. Vertical resin ducts in the secondary woods of the abietinae. **New phytologist**, Sheffield, v. 35, n. 1, p. 11-46. 1936.
- BOTOSSO, P. C.; MATTOS, P. P. Conhecer a idade das árvores: importância e aplicações. **Colombo: Embrapa Florestas**, 2002. 25p.
- CARVALHO, P. G. C; ALMEIDA, C. V. M. C.; CRUZ, D. C.; MACHADO, F. R. P Avaliação e seleção de híbridos de cacauzeiro em rondônia. **Pesquisa agropecuária brasileira.**, Brasília, v. 36, n. 8, p. 1043-1051, 2001.
- CAUTRECASAS, J. Cacao and its allies: a taxonomic revision of the genus *Theobroma*. contribution from the united states national herbarium, **Systematic Plant Studies**, Washington, v.35, p. 379-614, 1964.
- DALY, D.C. & SILVEIRA, M. **Primeiro catálogo da flora do Acre, Brasil / First catalogue of the flora of Acre, Brazil**. EDUFAC, Rio Branco. 2008, 555p.
- FRENCESCHI, V. R.; KREKLING, T.; BERRYMAN, A. A.;CHRISTIASSEN, E. Specialized phloem parenchyma cell in *Norway spruce* (Pinaceae) bark are an important site of defence reactions. **American Journal Botany**, Columbus, v.85, n.5, p. 601-615, 1998.
- LOBÃO, M. **Dendrocronologia, fenologia, atividade cambial e qualidade do lenho de árvores de *Cedrela odorata* L., *Cedrela fissilis* vell. E *Schizolobium parahyba* VAR. *Amazonicum* HUB. EX DUCKE, no estado do acre, Brasil**. 2011. 216 f. Teses (Doutorado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.
- MELO, I. R. **Socioeconomia dos produtores de cacau nativo do médio rio purus, AM**. 2010. 90 p. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) - Centro de Ciências Biológicas e da Natureza, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC, 2010.
- NUTTO, L.; WATSCAWICK, L. F. Relações entre fatores climáticos e incremento em diâmetro de *Zanthoxylum rhoifolia* LAM. E *Zanthoxylum hyemale* HIL. na região de santa maria, RS. **Boletim de Pesquisa Florestal**, p 41-55, 2002.
- RODRIGUES, E. et al. **Manejo florestal comunitário – cacau nativo do purus**. Associação Andiroba. Rio Branco: Editora do autor. 2011 200p.
- SCHWEINGRUBER, F.H. **Wood structure and environment**. Berlim, Springer 2007, 279p.
- SALOMÃO, F. C. A. **Dendroclimatologia de *Theobroma cacao* I. várzea do rio purus, Amazônia ocidental**, Brasil. 2014. 59 p. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Centro de Ciências Biológicas e da Natureza, Universidade Federal do Acre, Rio branco, AC. 2014.
- SILVA NETO, P. J. da et al; **sistema de produção de cacau para a amazônia brasileira**. Belém, CEPLAC, 2001. 125p.

## ***Brazilian Journal of Development***

WIMMER, R.; GRABNER, M.; STRUMIA, G.; SHEPPARD, P. R.; Significance of vertical resin ducts in tree rings of spruce. **Tree-Rings analysis**, Walligford, New York, U.S.A.: CABI Internaticonal, Seção B, p. 107 – 118, 1999.