

# AGROTRÓPICA

Volume 14, número 2, maio a agosto de 2002



Centro de Pesquisas do Cacau



Brasil

Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira  
Órgão vinculado ao Ministério da Agricultura

# **MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO**

**Ministro:** Roberto Rodrigues

## **Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira - CEPLAC**

**Diretor:** Gustavo Costa de Moura

## **Superintendência Regional da Bahia e Espírito Santo (SUBES)**

**Superintendente:** Wellington Duarte da Costa

## **Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC)**

**Chefe:** Uilson Vanderlei Lopes

### **Serviço de Pesquisas**

**Chefe:** José Luis pires

### **Serviço de Suporte Técnico**

**Chefe:** Adonias de Castro Virgens Filho

## **Centro de Extensão (CENEX)**

**Chefe:** Paulo Roberto Siqueira

## **Superintendência Regional da Amazônia Ocidental (SUPOC)**

**Superintendente:** Francisco Chagas R. Sobrinho

## **Superintendência Regional da Amazônia Oriental (SUPOR)**

**Superintendente:** Aliomar Arapiraca da Silva

Agrotropica, v. 1, nº1 (1989)  
Ilhéus, BA, Brasil, CEPLAC/CEPEC, 1989

v.

Quadrimestral

Substitui "Revista Theobroma"

1. Agropecuária - Periódico.

CDD 630.5

## **AGROTRÓPICA é indexada em**

AGRINDEX; THE BRITISH LIBRARY; CAB (i.e. Horticultural Abstracts, Review of Plant Pathology, Forestry Abstracts); AGROBASE; Agricultural and Environment for Developing regions (TROPAG); ULRICH'S INTERNATIONAL PERIODICALS DIRECTORY (Abstract on Tropical Agriculture, Agricultural Engineering Abstracts, Agroforestry Abstracts, Bibliography of Agriculture, Biological Abstracts, Chemical Abstracts, Exerp Medical, Food Science & Technology Abstracts, Indice Agricola de America Latina y el Caribe, Nutrition Abstracts, Protozool. Abstracts, Review of Applied Entomology, Seed Abstracts, Tropical Oil Seeds Abstracts).

## **POLÍTICA EDITORIAL**

**AGROTRÓPICA**, publicação quadrimestral destinada a veicular trabalhos que constituem contribuição original e real para o desenvolvimento agroecológico e socioeconômico das regiões tropicais úmidas. Tem por objetivo ser veículo aberto à divulgação de trabalhos científicos inéditos que contribuam para o aprimoramento das culturas tropicais, pastagens e outros produtos de interesse econômico.

Publica artigos científicos, notas científicas, revisões bibliográficas relevantes e de natureza crítica, em português, espanhol e inglês e cartas ao editor sobre trabalhos publicados em Agrotropica.

O autor é o responsável exclusivo pelo conteúdo do trabalho, todavia, o Editor, com a assistência da assessoria científica, reserva-se o direito de sugerir ou solicitar modificações que considere necessárias.

## **EDITORIAL POLICY**

**AGROTRÓPICA** is a Journal published every four months which goal is to divulge papers containing original and real contributions to agroecological and socioeconomical development of humid tropics. Inedited papers leading to the improvement of tropical crops, pastures and other agricultural commodities are welcome. The Journal will publish scientific articles and notes, critical reviews and letters to the Editor written in Portuguese, Spanish and English.

Authors are exclusively responsible for concepts and opinions given in their articles. However the Editor with the help of the Scientific Committee reserves the right to suggest or ask modifications thought to be necessary.



**MINISTÉRIO DA AGRICULTURA,  
PECUÁRIA E ABASTECIMENTO**

**CEPLAC - Comissão Executiva do  
Plano da Lavoura Cacaueira**

**AGROTRÓPICA**. Publicação quadrimestral do Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC)/CEPLAC.

**Comissão de Editoração:** José Luiz Bezerra, Miguel Moreno Ruiz e Milton Macoto Yamada

**Editor:** Miguel Moreno Ruiz

**Assistentes de Editoração:** Jacqueline C.C. do Amaral e Selenê Cristina Badaró

**Normalização de referências bibliográficas:** Maria Christina de Campos Faria

**Editoração eletrônica:** Jacqueline C.C. do Amaral e Selenê Cristina Badaró

**Capa:** Selenê Cristina Badaró

**Desenho:** Antônio Bispo

**Planta:** *Cestrum salzmannii*

**Assinatura:** R\$ 40,00 (Anual); R\$ 15,00 (número avulso). Instituições ou leitores interessados em obter a publicação por intercâmbio ou assinatura poderão contactar: CEPLAC - Setor de Informação Documental, C.P. 07, 45600-970, Itabuna, Bahia, Brasil. [sidoc@cepec.gov.br](mailto:sidoc@cepec.gov.br)

**Endereço para correspondência:**

**AGROTRÓPICA**, Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC), C.P. 07, 45600-970, Itabuna, Bahia, Brasil.

**Telefone:** (73) 214 -3217

**Fax:** (73) 214 - 3218

**E-mail:** [agrotrop@cepec.gov.br](mailto:agrotrop@cepec.gov.br)

**Tiragem:** 650 exemplares

# AGROTRÓPICA

V.14

Maio - agosto 2002

N.2

## CONTEÚDO

### ARTIGOS

- 25 Distribuição do teor de sólidos solúveis totais em alguns frutos tropicais e subtropicais (em inglês). **P. S. L. e Silva, E. S. da Silva e C. E. S. de Sousa.**
- 31 Otimização da extração e amplificação de DNA de *Theobroma cacao* L. visando obtenção de marcadores RAPD. **F. G. Faleiro, I. S. Araújo, R. C.S. Bahia, R. F. Santos, M. M. Yamada e D. Anheret.**
- 35 Aspectos das relações hídricas de clones de *Theobroma cacao* L. (em inglês). **A. A. F. de Almeida, R. C. T. Brito, M. A. G. Aguilár e R. R. Valle.**
- 45 Susceptibilidade de híbridos comerciais de melão à mosca branca. **A. C. Araújo, E. Bleicher e L. D. da Silva.**
- 49 *Cestrum salzmannii* Dunal (Solanaceae): espécie endêmica da Bahia. **S. do N. Silva, A. M. V. de Carvalho e F. de A. R. dos Santos.**
- 55 Altura da enxertia de copa de seringueira. **V. H. de F. Moraes.**
- 61 Sistemas agroflorestais com cacaueiro: uma tentativa de busca do desenvolvimento sustentável do Estado do Amazonas, Brasil. **A. M. de Brito, G.C.V. da Silva, C.M.V.C. de Almeida e P. G. G. de Matos.**

### NOTAS CIENTÍFICAS

- 73 Incidência de *Clastoptera laenata* Fowler (Hemiptera: Cercopidae) sobre árvores de calabura (*Muntingia calabura* L.) em Tabasco, México (em espanhol). **S. S. Soto.**
- 77 Levantamento Preliminar de fungos Entomophthorales (Zygomycotina; Zygomycetes), agentes de controle natural de insetos no Sul da Bahia, Brasil (em espanhol). **S. E. M. Sánchez, A. L. Freitas, C. S. de Almeida e G. B. Silva e L. S. Lima.**
- 81 Ocorrência de cancro no mogno africano na Bahia. **M. W. Muller, J. L. Bezerra, S. D. M. Silva e O. C. de Almeida.**



MINISTRY OF AGRICULTURE  
LIVESTOCK AND FOOD SUPPLY

CEPLAC - Executive Commission of  
the Cacao Agriculture Plan

**AGROTRÓPICA.** Published every four months by the Cacao Research Center (CEPEC)/CEPLAC.

**Editorial Committee:** José Luiz Bezerra, Miguel Moreno Ruiz and Milton Macoto Yamada

**Editor:** Miguel Moreno Ruiz

**Editorial assistant:** Jacqueline C.C. do Amaral and Selenê Cristina Badaró

**Revision of bibliographical references:** Maria Christina de Campos Faria

**Desktop publish:** Jacqueline C.C. do Amaral and Selenê Cristina Badaró

**Cover:** Selenê Cristina Badaró

**Drawing:** Antônio Bispo

**Plant:** *Cestrum salzmannii*

**Subscription:** annual (outside Brasil) - US\$ 60.00 (surface mail); single copy - US\$ 15.00 (surface mail). Institutions or individuals interested in obtaining the publication for exchange or subscription should contact: CEPLAC - Setor de Informação Documental, P.O.Box 07, 45600-970, Itabuna, Bahia, Brasil. E-mail: sidoc@cepec.gov.br

**Address for correspondence:**

**AGROTRÓPICA,** Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC), P.O.Box 07, 45600-970, Itabuna, Bahia, Brasil.

**Telephone:** 55 (73) 214 - 3217

**Fax:** 55 (73) 214-3218

**E-mail:** agrotrop@cepec.gov.br

**Circulation:** 650 copies.

# AGROTRÓPICA

V.13

May - August

2002

N.2

## CONTENTS

### ARTICLES

- 25 Distribution of total soluble solids content in some tropical and subtropical fruits. **P. S. L. e Silva, E. S. da Silva and C. E. S. de Sousa.**
- 31 Optimization of DNA Extraction and Amplification of *Theobroma cacao* L. aiming obtainment of RAPD markers (in Portuguese). **F. G. Faleiro, I. S. Araújo, R. C.S. Bahia, R. F. Santos, M. M. Yamada and D. Anher.**
- 35 Water relation's aspects of *Theobroma cacao* L. clones. **A. A. F. de Almeida, R. C. T. Brito, M. A. G. Aguilar and R. R. Valle.**
- 45 Susceptibility of commercial melon hybrids to silverleaf whitefly (in Portuguese). **A. C. Araújo, E. Bleicher e L. D. da Silva.**
- 49 *Cestrum salzmannii* Dunal (Solanaceae): endemic species in Bahia (in Portuguese). **S. do N. Silva, A. M. V. de Carvalho and F. de A. R. dos Santos.**
- 55 Height of rubber crown budding (in Portuguese). **V. H. de F. Moraes.**
- 61 Agroforestry systems with cacao trees: an attempt to find sustainable development to Amazon State, Brazil (in Portuguese). **A. M. de Brito, G.C.V. da Silva, C.M.V.C. de Almeida, P. G. G. de Matos.**

### SCIENTIFIC NOTES

- 73 Incidence of *Clastoptera laenata* Fowler (Hemiptera: Cercopidae) on calabura trees (*Muntingia calabura* L.) in Tabasco, Mexico (in Spanish). **S. S. Soto.**
- 77 Preliminary survey of Entomophthoralean fungi (Zygomycotina; Zygomycetes), agents of natural biological control of insects in southern Bahia, Brazil (in Spanish). **S. E. M. Sánchez, A. L. Freitas, C. S. de Almeida, G. B. Silva and L. S. Lima.**
- 81 Canker of African mahogany in Bahia (in Portuguese). **M. W. Muller, J. L. Bezerra, S. D. M. Silva and O. C. de Almeida.**

Volume 14, number 2, pages 25 - 84, published October, 2003

## DISTRIBUTION OF TOTAL SOLUBLE SOLIDS CONTENT IN SOME TROPICAL AND SUBTROPICAL FRUITS

*Paulo Sérgio Lima e Silva, Elivânia Soares da Silva, Carlos Eduardo Soares de Sousa*

Escola Superior de Agricultura de Mossoró - ESAM - Caixa Postal 137, 59625-900, Mossoró, Rio Grande do Norte, Brasil.  
E-mail: paulosergio@esam.br

The objective of this work was to determine the variation in soluble solids content in cashew tree pseudofruit (cashew apples) and in the fruit of seven other species. A random block design with ten replicates was utilized. Each fruit represented one replicate (block). Fruits were divided into three portions: basal (connected to the pedicel), medial and apical. Cashew apples, oranges and tangerines were cut and squeezed for juice extraction. The other types of fruit were peeled and their pulp was crushed/chopped in a household grade food processor. The resulting material was filtered through nylon fabric in order to extract the juice. The juices thus obtained were submitted to three determinations, in a digital refractometer. Differences in soluble solids contents were observed between fruits from all species. Contents were higher at the basal portion of avocado (*Persea gratissima* Gaertn.), pineapple (*Ananas sativus* Schult) and mango tree (*Mangifera indica* L.) fruits and at the apical portion of cashew tree pseudofruits (*Anacardium occidentale* L.), and guava (*Psidium guajava* L.), orange (*Citrus aurantium* L.), papaya (*Carica papaya* L.) and tangerine tree (*Citrus nobilis* Lour.) fruits.

**Key words:** *Persea gratissima*, *Ananas sativus*, *Mangifera indica*, *Anacardium occidentale*, *Psidium guajava*, *Citrus aurantium*, *Carica papaya*, *Citrus nobilis*, brix.

**Distribuição do teor de sólidos solúveis totais em alguns frutos tropicais e subtropicais.** O objetivo do trabalho foi determinar como varia o teor de sólidos solúveis no pseudofruto do cajueiro e no fruto de sete outras espécies. Utilizou-se o delineamento de blocos ao acaso com dez repetições. Cada fruto representou uma repetição (bloco). Os frutos foram divididos em três porções: basal (ligada ao pedúnculo) mediana e apical. O caju, a laranja e a tangerina foram cortados e espremidos para obtenção do suco. Os demais frutos foram descascados e a polpa triturada em processador doméstico de alimentos. O material resultante foi filtrado em tecido de nylon para obtenção do suco. Três determinações, em refratômetro digital, foram feitas nos sucos obtidos. Em todas as espécies foram verificadas diferenças entre frutos quanto ao teor de sólidos solúveis. Este teor foi maior na porção basal dos frutos do abacateiro (*Persea gratissima* Gaertn.), abacaxizeiro (*Ananas sativus* Schult) e mangueira (*Mangifera indica* L.) e na porção apical do pseudofruto do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) e dos frutos da goiabeira (*Psidium guajava* L.), laranjeira (*Citrus aurantium* L.), mamoeiro (*Carica papaya* L.) e tangerineira (*Citrus nobilis* Lour.).

**Palavras-chave:** *Persea gratissima*, *Ananas sativus*, *Mangifera indica*, *Anacardium occidentale*, *Psidium guajava*, *Citrus aurantium*, *Carica papaya*, *Citrus nobilis*, brix.

## Introduction

For several reasons, there has been increased interest in exploring a greater number of species in areas of the Brazilian Northeastern Region where irrigated fruticulture has developed. To begin with, it is in the interest of farmers to maintain laborers hired to work in the melon crop (*Cucumis melo* L.), which is explored especially in the absence of rain (with the use of irrigation, obviously), during the period from June to December. Secondly, as a consequence of exploring only one or very few crops, there have been increasingly greater problems with diseases and pests. Finally, with the development of better communication and transportation means, new and extensive markets are emerging for a great variety of tropical and subtropical fruits. Foreign markets are very attracted by exotic fruits.

The total soluble solids content (TSSC), expressed as a percentage of fresh matter weight, shows high positive correlation with sugars content, and is therefore accepted as an important quality trait (Aulenbach & Worthington, 1974). TSSC has been accordingly utilized as a quality indicator for several fruits, including melon (Granjeiro *et al.*, 1999), guava (Natale *et al.*, 1995), apple (Ventura *et al.*, 1998) and sugar apple (Maia *et al.*, 1986), among others. According to Pinheiro *et al.* (1984), TSSC is greatly important in some fruits both for fresh consumption and for industrial processing, since high contents of these constituents in the raw materials imply less addition of sugars, less water evaporation time, less energy consumption and greater product yield, resulting in greater economy during processing.

At present, spectroscopy-based methods have been utilized to evaluate TSSC in many types of fruits (Ventura *et al.*, 1998). However, methods based on the previous processing of the material with the later use of the refractometer are still the most utilized (Maia *et al.*, 1986; Natale *et al.*, 1995; Granjeiro *et al.*, 1999), since they are cheaper, more simple and easier to use. No matter what method is utilized for TSSC determination, a problem remains with regard to what section of the fruit should be sampled, because it is possible that the soluble solids are not uniformly distributed in the fruit. The fraction of the fruit which is to be evaluated must be obtained in such a way that the resulting soluble solids content is, obviously, representative of the content in the entire fruit. It is possible that this subject is also important to some extent from a practical standpoint, for fresh fruit consumption. For example, in cases where the fruit is served in the form of parts or portions, it could be interesting to provide “equally sweet” portions. In this case, determining the soluble solids

content distribution might suggest more adequate ways of cutting the fruit to be served.

Not many papers dealing with this subject have been found in the literature. Martinsen & Schaare (1998) verified that the percentage of soluble solids in kiwi fruit (*Actinidia deliciosa*) is variable. Similar variations were observed by Araújo (1986), in onion bulbs (*Allium cepa* L.), by Simão & Pimentel-Gomes (1996) in mango (*Mangifera indica* L.) and in melon (*Cucumis melo* L.) by Silva *et al.* (2003).

The objective of this work was to determine the TSSC variation behavior in cashew tree pseudofruit (cashew apples) and in the fruit of seven other species.

## Material and Methods

TSSC was evaluated in fractions of avocado, pineapple (Pérola type), cashew (from early dwarf trees), guava (Paloma), orange (Pera), papaya (Hawaiian type), mango (variety Tommy Atkins) and tangerine. The fruits were harvested from experimental plantings (cashew and guava), home orchards (tangerine) or bought in supermarkets. Quality evaluations of fruits bought in markets have been done by other authors (Lizana *et al.*, 1990; López *et al.*, 1996). In the case of fruits purchased from markets, precautions were taken so that only fruits that had not been exposed in the stands were bought. In all cases the utilized fruits were approximately at the consumption stage, free from cuts, bruises, and signs of attack by diseases and pests.

The fruits were washed and cut transversally into three parts with approximately the same length, identified as basal, medial and apical portions. The portion connected with the pedicel was considered as the basal portion. In the case of cashew, orange and tangerine, the fractions of the pseudofruit or fruit were squeezed by hand and TSSC was determined in the juice thus obtained. For the other fruits, each section was crushed/chopped in a household grade food processor and the ground material was filtered through nylon fabric. The juice obtained in this way was used to evaluate TSSC. The TSSC content was determined with a digital refractometer, and three determinations were made for each section. The mean of the three determinations was used as the value representative of each section.

Ten fruits of each species were utilized in the determinations. Each fruit was considered as a block and the fractions were considered as plots. The data were submitted to analysis of variance according to recommendations by Pimentel-Gomes (1990), and the means were compared at 5 % probability, by Tukey test.

## Results and Discussion

For all fruits except avocado, the analysis of variance indicated a significant effect for blocks and portions, at 1 % probability (Table 1). For avocado, only the portion effect was significant. The Tukey test indicated significant differences between fruits (blocks) for all evaluated species (Table 2). In the case of tangerine, where fruits were harvested from a single plant, such differences must also reflect differences in ripening, position of the fruit in the plant, etc. For the other types of fruit, which were probably harvested from several plants, the differences observed in Table 2 must also reflect genetic differences between plants, in addition to differences due to environmental factors. It has been demonstrated that several environmental factors have the ability to influence fruit TSSC, including growth regulators (Singh *et al.*, 1996), fertilizers (Simonne *et al.*, 1992), micronutrients (Zora and Lakhvir, 1993), temperature and light intensity (Lee *et al.*, 1996). Differences due to varieties have been

observed for TSSC, as for example in guava (Gerhardt *et al.*, 1997) and mango (Ghosh & Chattopadhyay, 1995). The greatest TSSC variations occurred in tangerine, guava and papaya (35, 37 and 38 percentage points, respectively), while the smallest variation was observed for orange (9 percentage points). For the other fruits variations were between 24 (cashew) and 29 (mango) percentage points.

In avocado, pineapple and mango, TSSC was higher in the basal portion (near the pedicel) than in other portions, which were not different among themselves (Table 3). In guava, orange and papaya, TSSC in the basal portion was lower than in the other portions, which were not different among themselves. In the pedicel of cashew apples and tangerines, TSSC decreased from the apex to the base. Similar variations have been found in work by other authors. Martinsen & Schaare (1998) verified that the concentration of total soluble solids in the central section of kiwi fruit was 15 % higher than in the internal and external portions of the pericarp. Araújo

Table 1. Analysis of variance of soluble solids content data of three portions of fruits from eight plant species.

Sources of variation	df	Mean squares							
		fruit							
		Avocado	Pineapple	Cashew apple	Guava	Orange	Papaya	Mango	Tangerine
Blocks	9	0.24 <sup>ns</sup>	2.18**	1.91**	4.48**	0.18**	2.63**	7.20**	1.51**
Portions	2	6.53**	5.15**	37.81**	9.99**	1.45**	7.19**	6.36**	18.88**
Residue	18	0.22	0.25	0.08	0.27	0.02	0.12	0.44	0.07
C.V. %		5.48	3.80	2.43	4.75	1.09	4.24	4.97	2.36

ns, \*\* = non-significant and significant at 1% probability, by F test, respectively.

Table 2. Means for soluble solids content (%) in ten fruits of eight species.

fruit n <sup>0</sup>	fruit							
	Avocado	Pineapple	Cashew apple	Guava	Orange	Papaya	Mango	Tangerine
1	7.68 c	11.90 c	10.15 c	9.08 e	12.15 d	6.98 e	11.66 d	9.40 e
2	7.75 c	12.46 bc	10.34 c	9.25 de	12.38 cd	7.11 e	11.68 d	9.63 e
3	8.14 bc	12.75 bc	11.52 b	9.76 cde	12.47 bcd	7.29 e	11.96 cd	11.11 c
4	8.14 bc	12.82 bc	11.74 ab	10.77 bcd	12.57 bc	7.50 de	12.27 bcd	11.35 bc
5	8.41 bc	12.89 bc	11.76 ab	11.16 abc	12.58 bc	7.93 cde	12.53 bcd	11.46 bc
6	8.69 abc	12.99 bc	11.93 ab	11.38 ab	12.58 bc	8.32 bcd	12.84 bcd	12.09 ab
7	8.69 abc	13.19 bc	11.93 ab	11.96 ab	12.64 bc	8.75 abc	13.56 abcd	12.10 ab
8	8.70 abc	13.48 b	12.18 ab	12.38 a	12.79 ab	9.06 ab	13.74 abc	12.37 a
9	9.50 ab	13.80 ab	12.35 ab	12.40 a	13.18 a	9.17 ab	13.99 ab	12.73 a
10	9.83 a	15.05 a	12.55 a	12.42 a	13.19 a	9.66 a	15.08 a	12.74 a

<sup>1</sup>For each species, means followed by a common letter are not different among themselves at 5% probability by Tukey test.

Table 3. Means (of ten fruits) for soluble solids content (%) in three portions of fruit from eight species.<sup>1</sup>

Portions <sup>2</sup>	Fruit							
	Avocado	Pineapple	Cashew apple	Guava	Orange	Papaya	Mango	Tangerine
Apical	8.39 b	12.38 b	13.73 a	11.42 a	12.82 a	8.59 a	12.66 b	12.30 a
Medial	8.34 b	12.23 b	11.34 b	11.63 a	12.83 a	8.74 a	13.17 b	11.55 b
Basal	8.94 a	13.80 a	9.87 c	9.81 b	12.33 b	7.20 b	14.22 a	10.65 c

<sup>1</sup>For each species, means followed by a common letter are not different among themselves at 5% probability by Tukey test.

<sup>2</sup>Basal = position in the fruit closest to the pedicel

(1986) observed that the percentage of soluble solids increased from the apex toward the base and was better in the internal than in the external parts of onion bulbs. Simão and Pimentel-Gomes (1996) verified that the basal section and the external third of the medial section of mangos were the sweetest and less acid parts of the fruit. The apical section and the internal third of the medial section, closest to the pit, were the more acid and less sweet portions. Silva et al. (2003) verified that in melons, the medial and apical portions were not different among themselves and were higher in soluble solids content than the basal portion. They also verified that the dorsal and lateral portions were not different among themselves and were higher in soluble solids content than the ventral portion.

The final concentration of soluble solids in a fruit is predetermined especially by the total carbohydrate concentration (sugar and starch) in the fruit at harvest time, which can vary significantly depending on genetic and environmental factors. However, the total soluble solids concentration in fruit ready for consumption can also vary between fruits as a function of genetic and environmental factors, even when the fruits are harvested with the same apparent degree of ripeness (Martinsen & Schaare, 1998). This variation suggests different patterns of sugar and starch formation inside fruit produced under different conditions (MacRae *et al.*, 1989).

The ripening process in fruit involves biochemical and physiological changes that are not completely understood (Dunlap et al., 1996). Probably, the differences in distribution of soluble solids content may involve source-sink relations. However, considering the complexity and diversity among sink organs, a great variety of controlling mechanisms is expected to be found in these organs (Ho, 1988), which would explain the different patterns in TSSC variation between species (Table 3). Taiz and Zeiger (1991) argue that translocation toward the tissues in a sink depends on the position of the sink relative to the source, on vascular connections between source and sink and on competition between sinks. Their argumentation was presented considering the plant as a

whole, but similar factors could be in operation when different regions of the same sink are under consideration. In this case, different regions of the same sink would demand different amounts of photosynthates. Growth regulators (cytokinins, auxins, ethylene, gibberellic acid, abscisic acid, etc.) (Salisbury and Ross, 1991) and enzymes (Ho, 1988) have an important participation in the translocation process. Differences in the concentrations of many of these regulators in different fractions of melon were found, for example, by Dunlap et al. (1996). This would probably explain the fact that Chrost and Schmitz (1997) verified that, at maturity, the exo-mesocarp showed the greatest content of sugars, followed by the endocarp and placenta, seeds and pedicel. Besides, Taeho et al. (1997) postulated that indoleacetic acid, exported from the seeds to the mesocarp, would stimulate the activities of some enzymes that would strengthen sinking activity during fruit development. In many cases, growth regulators not only can induce the formation of new growth regions (sinks), but also can be released from these new sinks and act as mobilization agents (Salisbury and Ross, 1991). A stronger sink can deplete the sugars content of sieve elements faster and increase translocation toward itself (Taiz and Geiger, 1991). According to Goldsmith (1977), transportation of many substances in the plant, including hormones, has a polar nature, i.e., it can be more intense in one direction than in another. If this polarity occurred in the fruit, the differences in TSSC between the basal and medial and apical portions of it, as observed in the present study, could be explained (Table 3).

## Conclusions

a) In the species examined in this study, there are differences between fruits with respect to their total soluble solids content (TSSC);

b) There occur TSSC variations in the fruit from the base toward the apex and the type of variation depends on the species under consideration.

## Literature Cited

- ARAÚJO, M. T. 1986. Dispersão de sólidos solúveis em cebola. *Horticultura Brasileira* 4(2): 42. (Resumo 5).
- AULENBACH, B.B.; WORHINGTON, J.T. 1974. Sensory evaluation of muskmelon: is soluble solids content a good quality index ? *HortScience* 9(1): 136-137.
- CHROST, B.; SCHMITZ, K. 1997. Changes in soluble sugar and activity of alfa-galactosidases and acid invertase during muskmelon (*Cucumis melo* L.) fruit development. *Journal of Plant Physiology*, 151(1): 41-50.
- DUNLAP, J.R.; SLOVIN, J.P.; COHEN, J.D. 1996. Indole-3-acetic acid, ethylene, and abscisic acid metabolism in developing muskmelon (*Cucumis melo* L.) fruit. *Plant Growth Regulation* 19(2): 45-54.
- GERHARDT, L.B. de A. et al. 1997. Características físico-químicas dos frutos de quatro cultivares e três clones de goiabeira em Porto Lucena, RS. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 32(2):185-192.
- GHOSH, S.N.; CHATTOPADHYAY, N. 1995. Performance of some mango cultivars in rainfed semi-arid region of West Bengal. In: National Symposium on Sustainable Agriculture in sub-humid Zone, 1995. Proceedings. Birbhum, India; Palli-Siksha Bhavana (Institute of Agriculture), Visva-Bharati. p.173-176.
- GOLDSMITH, M. H. 1977. The polar transport of auxin. *Annual Review of Plant Physiology* 28: 439-478.
- GRANJEIRO, L.C. et al. 1999. Qualidade de híbridos de melão amarelo em diferentes densidades de plantio. *Horticultura Brasileira* 17(1): 110-113.
- HO, L.C. 1988. Metabolism and compartmentation of imported sugars in sink organs in relation to sink strength. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology* 39: 355-78.
- LEE TAEIK; JEONG CHEONSOON; YOO KEUNCHANG. 1996. Effects of light intensity and night temperature on sugar accumulation of muskmelon in warm season. *Journal of the Korean Society for Horticultural Science* 37(6): 741-745.
- LIZANA, L.A.; LUCHSINGER, L.E.; LUZA, J.G. 1990. Evaluation of Market Quality of Pineapple Fruit Imported to Chile. In: Symposium on Tropical Fruit in International Trade, Honolulu, Hawaii, USA, 1989. Proceedings. *Acta Horticulturae* 269: 69-74.
- LÓPEZ LAGO, I.; DIÁZ VARELA, J.; MERINO de CACERES, F. 1996. Calidad de la piña tropical (*Ananas comosus* L.) presente en el mercado. *Alimentaria* 34(272): 59-64.
- MacRAE, E.; BOWEN, J.; STEC, M. 1989. Maturation of kiwifruit (*Actinidia deliciosa* cv Hayward) from two orchards: differences in composition of the tissue zones. *Journal of Science Food Agriculture* 47: 401-416.
- MAIA, G. A. et al. 1986. Características físicas e químicas da ata. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 21: 1073-1076.
- MATINSEN, P.; SCHAARE, P. 1998. Measuring soluble solids distribution in kiwifruit using near-infrared imaging spectroscopy. *Postharvest Biology and Technology* 14: 271-281.
- NATALE, W. et al. 1995. Efeito da adubação N, P e K no teor de sólidos solúveis totais de frutos de goiabeira (*Psidium guajava* L.). *Alimentos e Nutrição (Brasil)* 6: 69-75.
- PIMENTEL-GOMES, F. 1990. Estatística experimental. 13. ed. Piracicaba, Nobel. 232p.
- PINHEIRO, R.V.R.; 1984. Produtividade e qualidade dos frutos de dez variedades de goiaba, em Visconde do Rio Branco, Minas Gerais, visando ao consumo ao natural e à industrialização. *Revista Ceres (Brasil)* 31: 360-387.
- SALISBURY, F.B.; ROSS, C.W. 1991. Transport in the phloem. In: Salisbury; F.B. & Ross, C.W. (Eds.). *Plant physiology*. 4. th ed. Belmont, Wadsworth. 682p. pp.161-88.
- SILVA, P.S.L. e; MENEZES, J.B.; OLIVEIRA, O.F. de; SILVA, P.I.B. e. 2003. Distribuição do teor de sólidos solúveis totais no melão. *Horticultura Brasileira* 21(1): 31-33.
- SIMÃO, S.; PIMENTEL-GOMES, F. 1996. Açúcares e acidez: sua distribuição em torno da manga (*Mangifera indica* L.). *Revista de Agricultura (Brasil)* 71(1): 3-12.
- SIMONNE, E.H.; MILLS, H.A.; SMITTLE, D.A. 1992. Ammonium reduces growth, fruit yield and fruit quality of watermelon. *Journal of Plant Nutrition* 15(12): 2727-2741.
- SINGH, B.P.; SING, G.; SING, A.K. 1996. Changes in postharvest quality of guava affected by preharvest application of crop regulators. *Singapore Journal of Primary Industries* 24(1): 1-9.
- TAEHO, L. et al. 1997. The role of indole-3-acetic acid and acid invertase in the development of

- melon (*Cucumis melo* L. cv. Prince) fruit. Journal of the Japanese Society for Horticultural Science 65: 723-9.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. 1991. Phloem translocation. In: Taiz, L.; Zeiger, E. (eds.). Plant physiology. Redwood: The Benjamin/Cummings. 559p. pp.145-75.
- VENTURA, M. et al. 1998. Non-destructive determination of soluble solids in apple fruit by near infrared spectroscopy (NIRS). Postharvest Biology and Technology 14: 21-27.
- ZORA SINGH; LAKHVIR SINGH. 1993. Effect of cobalt ions on floral malformation, yield and fruit quality of 'Dusheri' mango (*Mangifera indica* L.). Journal of Horticultural Science 68(4): 535-540.
-

## OTIMIZAÇÃO DA EXTRAÇÃO E AMPLIFICAÇÃO DE DNA DE *Theobroma cacao* L. VISANDO OBTENÇÃO DE MARCADORES RAPD

**Fábio Gelape Faleiro<sup>1,3</sup>, Ioná S. Araújo<sup>1</sup>, Rita C. S. Bahia<sup>1</sup>, Reinaldo F. Santos<sup>1</sup>, Milton Macoto Yamada<sup>1</sup>, Dário Anher<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>CEPLAC/CEPEC/ Seção de Genética, Laboratório de Biotecnologia, C.P. 07, 45600-970, Itabuna, Bahia, Brasil; <sup>2</sup>Universidade Estadual de Santa Cruz, 45650-000, Ilhéus, Bahia, Brasil; <sup>3</sup>Embrapa Cerrados, BR 020, Km 18, C.P. 08223, 73301-970, Planaltina, Distrito Federal, Brasil, e-mail: ffaleiro@cpac.embrapa.br

A extração e amplificação de DNA são etapas básicas e de grande importância para a qualidade das informações geradas por marcadores moleculares. O objetivo desse trabalho foi realizar testes para ajustar as metodologias de extração e amplificação de DNA de *Theobroma cacao*. Os testes foram realizados a partir da metodologia de extração do CTAB e de amplificação via PCR para obtenção de marcadores RAPD. Foram observados nos testes que a utilização de CTAB a 2,8% no tampão de extração e durante a segunda lavagem com clorofórmio-álcool isoamílico aumentou consideravelmente a quantidade e qualidade de DNA extraído e que a utilização de proteinase K (100 µg/mL) influenciou positivamente a integridade e a qualidade do DNA. A idade da folha utilizada para a extração de DNA influencia a qualidade do mesmo, sendo que as folhas com maturação intermediária (coloração verde claro) foram as mais adequadas. Os testes utilizados para ajuste de amplificação mostraram que o aumento da concentração da *Taq* polimerase pode comprometer o aparecimento de algumas bandas. Foram testados diferentes programas para PCR e a utilização do programa 94 °C por 60 s; 40 ciclos (94 °C por 15 s, 35 °C por 30 s, 72 °C por 90 s), 72 °C por 7 min e redução para 4 °C proporcionou melhor qualidade do padrão de bandas amplificadas. Os ajustes realizados foram de grande importância para diminuir os custos e melhorar a qualidade das informações geradas, possibilitando assim o desenvolvimento de diferentes trabalhos genético-moleculares utilizando a técnica de RAPD.

**Palavras-chave:** marcadores moleculares, metodologia, isolamento de DNA

**Optimization of DNA Extraction and Amplification of *Theobroma cacao* L. aiming obtainment of RAPD markers.** DNA extraction and amplification are basic steps and important to obtain good quality of informations generated by molecular markers. The objective of this work was to accomplish tests to fit the methodologies of DNA extraction and amplification from cocoa leaves. The tests were carried from the CTAB methodology of DNA extraction and PCR amplification aiming obtainment of RAPD markers. The utilization of 2.8% CTAB in the extraction buffer and during the second wash with chloroform + isoamyl alcohol (24:1) magnified considerably the DNA quantity and quality. The utilization of proteinase K (100 µg/mL) affected positively the DNA integrity. The age of the leaves used to DNA extraction influence the quality of the sample. Leaves with intermediate maturation (light green color) were the most adequate. The tests used to adjustment of DNA amplification showed that the increase of the *Taq* polimerase concentration can affect the vizualization of some DNA bands. Some PCR programs were tested and the program 94 °C for 60 s; 40 cycles (94 °C for 15 s, 35 °C for 30 s, 72 °C for 90s), 72 °C for 7 min and temperature dropped to 4 °C gave the best quality of the DNA amplified bands. The adjustment carried were important to decrease the costs and to improve the information quality. With the protocols optimization have been possible the development of genetic studies using RAPD markers.

**Key words:** molecular markers, methodology, DNA isolation

## Introdução

Os marcadores moleculares, especialmente aqueles baseados na PCR (*Polymerase Chain Reaction*), como RAPD (*Random Amplified Polymorphic DNA*), estão sendo utilizados como ferramenta muito útil em diferentes estudos genéticos do cacau, como avaliação de diversidade genética, construção de mapas genéticos, mapeamento de QTLs (*Quantitative Trait Loci*), seleção de plantas assistidas por marcadores, entre outras (Figueira e Cascardo, 2001). A etapa básica para tais estudos é a extração de DNA genômico em quantidade e qualidade adequadas para que a PCR permita a obtenção de marcadores moleculares nítidos e reprodutíveis (Williams et al., 1990; Welsh e McClelland, 1990).

Vários procedimentos de extração e amplificação de DNA obtido de tecidos vegetais têm sido descritos na literatura e estão bem estabelecidos. Entretanto, dependendo da espécie em estudo e das condições laboratoriais, são necessárias algumas modificações e adaptações nos protocolos para a obtenção de padrões nítidos e reprodutíveis de bandas de DNA (Ferreira e Grattapaglia, 1995). Em cacau, devido ao alto nível de polifenóis e a presença de mucilagens foliares, o procedimento de extração e amplificação de DNA é mais complexo e otimizações do processo podem facilitar a operacionalização (Couch e Fritz, 1990).

Nesse sentido, objetivou-se nesse trabalho realizar diferentes testes para ajustar as metodologias de extração e amplificação de DNA de *Theobroma cacao* L. visando a obtenção de padrões nítidos e reprodutíveis de marcadores moleculares RAPD.

## Material e Métodos

A otimização do processo de extração foi feita a partir da metodologia de extração descrita por Doyle e Doyle (1990). Os seguintes testes foram realizados durante o processo de extração: a) utilização de CTAB (*Cetyltrimethylammonium bromide*) a 2% no tampão de extração (NaCl 1,3 M; EDTA (*Ethlenediaminetetraacetic acid*) 20 mM; Tris-HCl pH 8,0 100 mM; PVP (*polyvinylpyrrolidone*) 1% e 2-mercaptoetanol 0,2%) e CTAB a 2,8% no mesmo tampão de extração e durante a segunda lavagem com clorofórmio-álcool isoamílico (24:1); b) extração na ausência e na presença de proteinase K (100 µg/mL) durante a primeira lavagem com clorofórmio-álcool isoamílico (24:1); c) extração de DNA a partir de folhas em três estágios de maturação: folhas novas (tenras), maturação intermediária (coloração verde clara) e velhas (coloração verde-escura).

A otimização do processo de amplificação foi feita a partir da metodologia de Williams et al. (1990). Foram testadas diferentes concentrações da *Taq* polimerase (1; 1,5 e 2 U/reacção de 25 µL) e diferentes programas de amplificação via PCR quanto ao número de ciclos e o tempo gasto em cada etapa de desnaturação, anelamento do *primer* e extensão das fitas de DNA.

Os diferentes testes foram repetidos pelo menos três vezes no laboratório, no entanto, parte dos resultados apresentados correspondem aos dados obtidos em uma das repetições. Para as comparações foram avaliados dados sobre a quantidade e qualidade do DNA extraído e dos produtos de amplificação via PCR. As quantidades de DNA foram determinadas espectrofotometricamente pela absorbância a 260 nm e qualidade pela relação de absorbância a 260 e 280 nm (Sambrook et al., 1989). A integridade e pureza das amostras de DNA foi verificada por meio de eletroforese em gel de agarose 0,8%. A qualidade dos produtos de amplificação das amostras de DNA utilizando-se *primers* decâmeros foi verificada em géis de agarose 1,2% corados com brometo de etídio 0,0002%.

## Resultados e Discussão

Os resultados mostraram que a utilização de CTAB a 2,8% no tampão de extração e durante a segunda lavagem com clorofórmio-álcool isoamílico aumentou consideravelmente a quantidade de DNA extraído (Tabela 1). O CTAB por ser um detergente catiônico que atua na solubilização das membranas celulares e forma um complexo precipitável com o DNA (Ferreira e Grattapaglia, 1995), em uma maior concentração, no caso do cacau, possivelmente permitiu que o DNA genômico tivesse um melhor isolamento das estruturas celulares. Foi observado também que a maior concentração do CTAB permitiu uma separação mais definida das fases aquosa (sobrenadante) e orgânica após

Tabela 1. Quantificação de amostras de DNA extraídas a partir de 300 mg de tecido foliar de cacau, com base em dois protocolos utilizando-se diferenciadamente o CTAB.

Tratamento*	A <sub>260</sub> **	[DNA] ng/ µl	Total DNA (µg)
1	0,0811	405	20,27
2	0,1395	697	34,87

\* 1. CTAB a 2% no tampão de extração

2. CTAB a 2,8% no tampão de extração e durante a segunda lavagem com clorofórmio-álcool isoamílico

\*\* Média de três extrações.

o tratamento com clorofórmio-álcool isoamílico (24:1). Esta separação das fases, no caso do cacau, é uma etapa muitas vezes dificultada pela presença de um alto teor de mucilagem foliar, formada por polissacarídeos e outras polímeros, principalmente em folhas recém-lançadas (Andebrhan, 1993). O efeito positivo da maior concentração do CTAB é mais evidenciado quando o DNA é extraído a partir de folhas tenras.

A utilização de proteinase K (100 µg/mL) no processo de desproteinização influenciou positivamente na integridade e na qualidade do DNA. A relação de absorvância a 260/280 nm de amostras extraídas com utilização de proteinase K aumentou, ficando mais próxima de 1,8, o que evidencia menor contaminação com proteínas. Este efeito positivo da Proteinase K na qualidade do DNA tem sido verificado na extração a partir de tecido foliar e também a partir de esporos fúngicos (Faleiro et al., 1996).

O estágio de maturação da folha influencia a quantidade de DNA extraído, sendo que a maior quantidade (0,2169 µg/mg de tecido foliar) foi obtida a partir de folhas novas (tenras) (Tabela 2), possivelmente devido à maior quantidade de células por peso de tecido foliar e também pela maior facilidade de maceração. Embora as folhas novas forneçam maior quantidade de DNA, a separação das fases aquosa e orgânica é dificultada pelo maior teor de mucilagem nestas em relação as folhas com estágio de maturação mais avançado. Nesse sentido, o estágio de maturação das folhas mais adequado para isolamento do DNA é o intermediário (folhas com coloração verde-clara). Neste estágio as folhas tem menor teor de mucilagem e fornecem um rendimento de 0,1163 µg de DNA/mg de tecido foliar. O efeito negativo do alto teor de mucilagem em folhas novas de cacau na qualidade do DNA e rendimento semelhante de DNA também foi relatado por Andebrhan (1993).

Com relação à qualidade dos produtos de amplificação via PCR para obtenção de marcadores RAPD, verificou-se que o aumento da concentração da *Taq* polimerase pode comprometer o aparecimento de algumas bandas (Figura 1). Segundo Ferreira e Grattapaglia (1995), concentrações elevadas da enzima, em geral, resultam no aumento de amplificações não específicas e portanto perfis de bandas com arraste ou bandas sobrepostas. A utilização do programa 94 °C for 60 s; 40 ciclos (94 °C for 15 s, 35 °C for 30 s, 72 °C for 90 s), 72 °C por 7 min e redução para 4 °C proporcionou melhor qualidade e nitidez do padrão de bandas amplificadas (Figura 2).

O ajuste nos processos de extração e amplificação foram fundamentais para a obtenção de padrões nítidos e reprodutíveis de marcas RAPD, o que tem possibilitando o desenvolvimento de diferentes trabalhos genético-

Tabela 2. Quantificação de amostras de DNA extraídas a partir de 300 mg de tecido foliar de cacau em três estágios de maturação.

Tratamento*	A <sub>260</sub> **	[DNA] ng/ µl	Total DNA (µg)
1	0,2603	1301	65,07
2	0,1396	698	34,90
3	0,1038	519	25,95

\* 1.Folhas novas (tenras);

2.Folhas com maturação intermediária (coloração verde clara);

3.Folhas velhas (coloração verde escura).

\*\* Média de quatro extrações.

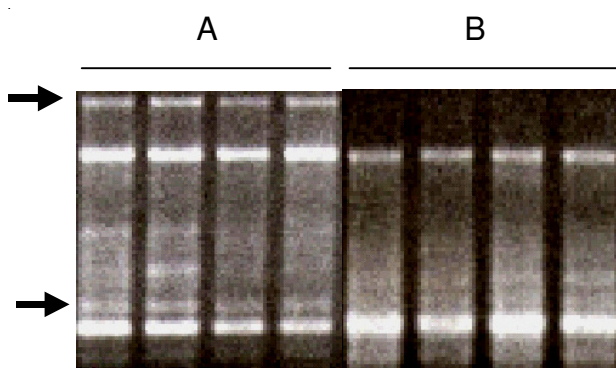


Figura 1. Amplificação de amostras de DNA de cacau, utilizando *Taq* polimerase nas concentrações de 1,0 U/reacção (A) e 2,0 U/reacção (B).

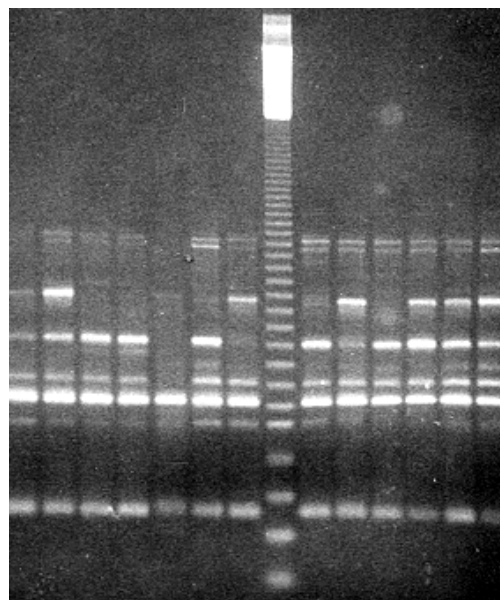


Figura 2. Amplificação de amostras de DNA de cacau, utilizando o programa de PCR: 94 °C por 60 s; 40 ciclos (94 °C por 15 s, 35 °C por 30 s, 72 °C por 90 s), 72 °C por 7 min e redução para 4 °C.

moleculares utilizando essa técnica no Laboratório de Biotecnologia do Centro de Pesquisas do Cacau. O DNA extraído utilizando o protocolo otimizado também tem sido utilizado para obtenção de marcadores AFLP (*Amplified Fragment Length Polymorphism*) e microssatélites. O protocolo otimizado com base no aumento do CTAB, utilização de proteinase K e folhas com maturação intermediária, também tem sido utilizado para extração de DNA a partir de folhas de seringueira, de espécies produtoras de palmito, entre outras espécies arbóreas.

### Agradecimentos

Ao Common Fund for Commodities, International Cocoa Organization e FUNDECAU pelo auxílio financeiro. Ao IBECAU pela bolsa de pesquisa concedida a Fábio G. Faleiro.

### Literatura Citada

- ANDEBRHAN, T. 1993. Identificação de genótipos do cacau resistentes a *Crinipellis pernicioso*, agente causador da vassoura-de-bruxa do cacau, através de RAPD e Uso de PCR na classificação dos isolados de *Crinipellis pernicioso*. The Penn State University. Relatório Técnico, 1993. 22p.
- COUCH, J. A.; FRITZ, P. J. 1990. Isolation of DNA from plants high in polyphenols. *Plant Molecular Biology Reporter* 8: 8-12.
- DOYLE, J.J. ; DOYLE, J.L. 1990. Isolation of plant DNA from fresh tissue. *Focus* 12: 13-15.
- FALEIRO, F.G. et al. 1996. Otimização da extração de DNA de esporos de *Uromyces appendiculatus*. *Fitopatologia Brasileira* 21: 304- 307.
- FERREIRA, M.E.; GRATTAPAGLIA, D. 1995. Introdução ao uso de marcadores RAPD e RFLP em análise genética. Brasília, EMBRAPA-CENARGEN. 220p.
- FIGUEIRA, A.; CASCARDO, J.C.M. 2001. Marcadores moleculares no melhoramento. In Dias, L.A.S. (Ed.) Melhoramento genético do cacau. Viçosa, Editora Folha de Viçosa Ltda. pp. 385-437.
- SAMBROOK, J., FRITSCH, E.F.; MANIATS, T. 1989. Molecular cloning: a laboratory manual. 2ed. New York, Cold Spring Harbor, Cold Spring Harbor Laboratory. 653p.
- WELSH, J.; McCLELLAND, M. 1990. Fingerprinting genomes using PCR with arbitrary primers. *Nucleic Acids Research* 18: 7213-7218.
- WILLIAMS, J.G. et al. 1990. DNA polymorphism amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers. *Nucleic Acids Research* 18: 6531-6535.



## WATER RELATIONS' ASPECTS OF *Theobroma cacao* L. CLONES

*Alex-Alan F. de Almeida<sup>1</sup>, Rosemary C. T. Brito<sup>2</sup>, Marco A. G. Aguilar<sup>3</sup> and Raul R. Valle<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>DCB - UESC, km 16 Rodovia Ilhéus/Itabuna, Ilhéus, Bahia, Brasil; alexalan@uesc.br. <sup>2</sup>Instituto de Biologia, UFBA, Salvador, Bahia, Brasil. <sup>3</sup>CEPLAC/CEPEC/SEFIS - Caixa Postal 7, 45600-000, Itabuna, Bahia, Brasil.

The cacao region of South Bahia, responsible for most of the Brazilian cacao production, has extensive areas of shallow soils in which drought spells occur. These conditions contribute to a reduction in water availability that, in some cases, causes plant death. Information on water relations of cacao clones is still incomplete, therefore, this work was planned to study water relations parameters, estimated through pressure-volume curves, to establish relationships with physiological and drought resistance parameters. Eight cacao clones (SIAL-70, TSH-516, SPA-5, CC-10, CEPEC-519; CEPEC-84; EET-376 and SGU-54), grafted onto five month-old seedlings of Cacau Comum were grown in soil under greenhouse conditions for 30 months. Most of them, when submitted to dehydration showed drought resistance via osmotic adjustment. The adjustment was associated to potassium and phosphorus accumulation in the leaf. Interclonal differences in osmotic adjustment were found only when the dehydration was imposed rapidly. The clones SPA-5, SIAL-70 and TSH-516 showed a wider osmotic adjustment mainly due to an increase of osmotic pressures at full saturation and at incipient plasmolysis. The increase in the module of elasticity caused a wider osmotic adjustment only in SPA-5. The results showed that these three clones could be grown in regions of shallow soils and drought spells when grafted onto Cacau Comum.

**Key words:** Leaf water potential, relative water content, specific leaf area, carbohydrates concentration.

**Aspectos das relações hídricas de clones de *Theobroma cacao* L.** A região cacaeira do sul da Bahia, responsável pela maioria da produção brasileira de cacau, tem extensas áreas de solos rasos onde ocorrem períodos curtos de seca. Estas condições contribuem para a redução da disponibilidade de água que, em alguns casos causam a morte de plantas. As informações sobre relações hídricas de clones de cacau são ainda incompletas, portanto, este trabalho foi planejado para estudar parâmetros hídricos, estimados através de curvas de pressão-volume, para estabelecer relações com parâmetros fisiológicos e de resistência à seca. Oito clones de cacau (SIAL-70, TSH-516, SPA-5, CC-10, CEPEC-519, CEPEC-84, EET-376 e SGU-54), enxertados em plântulas de Cacau Comum com cinco meses de idade, foram cultivadas em solo sob condições de casa-de-vegetação por 30 meses. A maioria deles, quando submetidos à desidratação apresentaram resistência à seca via ajustamento osmótico. O ajustamento foi associado à acumulação de potássio e fósforo na folha. Diferenças interclonais em ajustamento osmótico foram encontradas somente quando a desidratação foi imposta rapidamente. Os clones SPA-5, SIAL-70 e TSH-516 mostraram um ajustamento osmótico mais amplo devido principalmente ao aumento da pressão osmótica a saturação plena e em plasmólise incipiente. O aumento no módulo de elasticidade provocou um ajustamento osmótico maior somente em SPA-5. Os resultados mostraram que estes três clones podem ser cultivados em regiões de solos rasos e com períodos de secas curtas quando enxertados em Cacau Comum

**Palavras-chave:** potencial hídrico, conteúdo relativo de água, área foliar específica, concentração de carboidratos.

## Introduction

Water stress causes a series of metabolic changes (Kaiser, 1987) that strongly affect the growth and development of plants, resulting in substantial loss of production (Lecoeur and Sin-clair, 1996). The maintenance of leaf turgor at low water potential ( $\Psi_w$ ) values (Hsiao, 1973) due to osmotic adjustment (Jones and Turner, 1978) caused by the increase in tissue elasticity (Jones et al., 1981), and the decrease in volume of osmotically active water caused by the redistribution of water from the symplast to the apoplast (Pavlik, 1984), have been considered important drought resistance mechanisms. It is believed that these processes are more related to adaptation during long drought periods since they confer high plant turgidity. On the other hand, high turgidity can be maintained through an efficient stomatal closure without substantial decrease in  $\Psi_w$  (Henson et al., 1983).

In *Theobroma cacao*, stomatal closure does not control water loss efficiently, probably due to a high cuticular transpiration (Raja Harun and Hardwick, 1988). Leaves of *T. cacao* do not show high stomatal resistance under water stress and low relative humidity (Raja Harun and Hardwick, 1988). However, genotypes of *T. cacao*, with an efficient mechanism of stomatal regulation, show decreases in water loss through transpiration under water stress. This seems to be an important adaptation strategy of cacao against drought (Balasimha and Daniel, 1988; Balasimha, 1988).

Although there is some information of cacao water relations, it is still incomplete. Knowledge of the relations between parameters such as osmotic pressure at full water saturation ( $\pi_o$ ), osmotic pressure at incipient plasmolysis ( $\pi_p$ ), global module of elasticity ( $e$ ), relative water content ( $R_p$ ), relative apoplastic ( $R_{a0}$ ) symplastic ( $R_{s0}$ ) water contents at high turgidity associated to the chemical composition of leaves may clear relevant points in regard to cacao water relations and drought resistance. This study investigated those aspects using eight cacao clones.

## Materials and Methods

### Plant material and Growth Conditions

The experiments were conducted under greenhouse conditions from Nov. 1997 to Jan. 1998, at the Cacao Research Center (CEPEC, 39°13'59"W, 14°45'15"S, 55 masl). Irradiance, temperature and RH averages during the experimental period were  $272 \pm 6 \text{ W m}^{-2}$ ,  $27.9 \pm 0.2$  °C and  $77 \pm 0.4$  %, respectively. Eight high yielding cacao clones were used: SIAL-70, TSH-516, SPA-5, CC-10,

CEPEC-519, CEPEC-84, EET-376 and SGU-54 obtained by grafting budwood to 5 month old rootstocks of Cacao Comum. The clones were maintained in polyethylene bags of 20 kg capacity filled with an Alfisol soil. During the experimental period, the plants were irrigated daily with full strength Hoagland's solution (Hoagland and Arnon, 1950). Preventive applications of 0.3% cuprous oxide solutions were given against witches' broom (*Crinipellis pernicioso*). Measurements began when the clones were 30 month old.

In the experiment in which water stress was imposed, the plants were submitted to increasing deficits by a gradual water suspension during a 60-day period. As water deficit progressed, daily measurements were made of leaf water potential, relative water content, specific leaf area and leaf carbohydrates, and phosphorus and potassium concentrations.

### Leaf Water potential measurements ( $\Psi_L$ )

$\Psi_L$  was measured at the second or third mature leaf from the apex of a plagiotropic flush using a pressure pump (Scholander et al., 1965). The measurements were taken daily between 12:00-13:00 h during the experimental period.

### Relative Water Content Determinations (R)

The method reported by Turner (1981) was used to determine R-values, in the same leaf in which  $\Psi_L$  measurements were done.

### Specific leaf Area Determinations ( $S_A$ )

The same leaf discs used for R measurements were used for  $S_A$  determinations after drying at 70 °C, utilizing  $S_A = A_f / W_f$  in which  $A_f$  is the leaf disc area and  $W_f$  is the disc dry matter weight (Radford, 1967).

### Concentration of Carbohydrates

After determinations of  $\Psi_L$  and R, the remaining leaf parts were immediately immersed in liquid nitrogen, dried at 70 °C and ground in a Wiley mill, (model EDB-5). Procedures described by Gleeg (1956) and McCready *et al.* (1950) were used, respectively, for determination of total soluble sugars (TSS) and starch

### Phosphorus and Potassium Determinations

Colorimetry and flame photometry (I.I.T.A., 1984) were used for the determination of P and K concentrations, respectively.

### Estimation of parameters of Pressure-Volume (P-V) curves

The second or third mature leaf, from the apex of plagiotropic flushes, were also used to determine P-V curve parameters (Tyree and Hammel, 1972; Tyree and

Richter, 1981). The plants were considered dehydrated when the terminal flush showed clear signs of early morning wilt. This condition appeared in about 10 days without irrigation. Leaves were collected and their petioles immersed in water in a chamber with 100% RH. The leaves were considered rehydrated when the  $\Psi_L$  was equal to or greater than -0.05 MPa. Rehydration was obtained after, approximately, eight hours for the controls and 12 h for leaves of dehydrated plants.

The P-V curves were used to determine osmotic pressure at full water saturation ( $\pi_o$ ), osmotic pressure at incipient plasmolysis ( $\pi_p$ ), relative water content at turgidity loss (Rp), relative apoplastic water content at saturation (Ra0), relative symplastic water content at full turgidity (Rs0) (Tyree and Hammel, 1972; Tyree and Richter, 1981) and the global module of elasticity ( $\epsilon$ ) (Turner, 1981).

### Experimental Design

In the experiments on dehydration and P-V curves construction, a complete randomized design was used with 16 treatments and five replications. The treatments were eight clones with and without irrigation. The General Linear Models Procedure of the Statistical Analysis System (SAS Institute, 1982) was used for variance and covariance analyses. Mean ranking was done using Duncan's multiple test procedure at 0.05% probability. Additionally, regression analysis was done among the different parameters. The slopes were compared using homogeneity tests described by Steel and Torrie (1980).

## Results and Discussion

### Relative Water Content (R)

During the dehydration period, no significant differences were found in R-values (Figure 1). All clones maintained R-values around 90% until approximately  $\Psi_L$  of -1.0 MPa, gradually reaching 55% at -3.5 MPa (Figure 1). Almeida and Maestri (1997) reported similar results on coffee genotypes submitted to dehydration, although, intergenotype differences were found in R-values during the dehydration period. In coffee, turgidity is conserved at high levels even at extremely low  $\Psi_w$  (Josis et al., 1983), and high R-values are maintained (Akunda and Kumar, 1981). Da Matta (1991) verified solute

accumulation in several coffee genotypes during the dehydration period contributing to the maintenance of high R-values at low  $\Psi_w$ .

The decrease in tissue  $\Psi_w$ , for a given change in R, differs between species and depends on changes in the osmolarity of the cellular content and in the cell wall elasticity (Kaiser, 1987). Jones *et al.* (1981), evaluating three different species showed variation in R-values and concluded that this variation is due to interactions between variables like low elasticity of the tissue or high capacity for solute accumulation, when the tissue water content decreases.

### Specific leaf area $S_A$

Significant increases in  $S_A$  of approximately 25% were found over the range between -0.5 and -3.0 MPa (Figure 2). However, there were no statistical differences

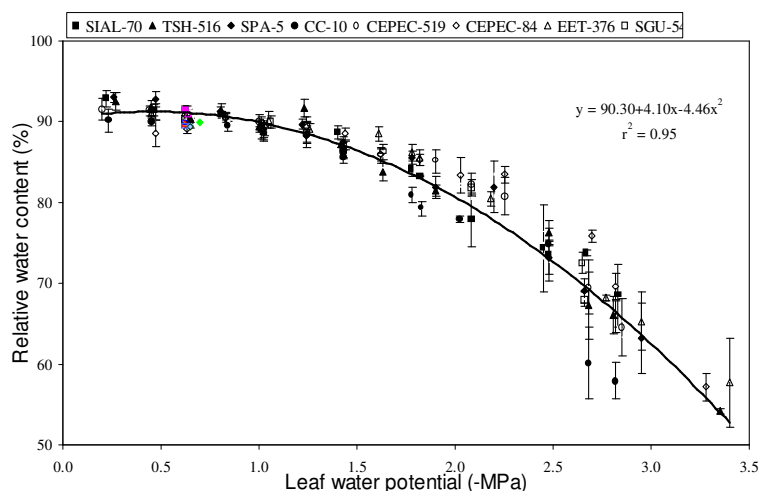


Figure 1. Leaf relative water content in eight cacao clones submitted to dehydration. Mean values ( $\pm$ s) of five replications. Colored symbols represent control means.

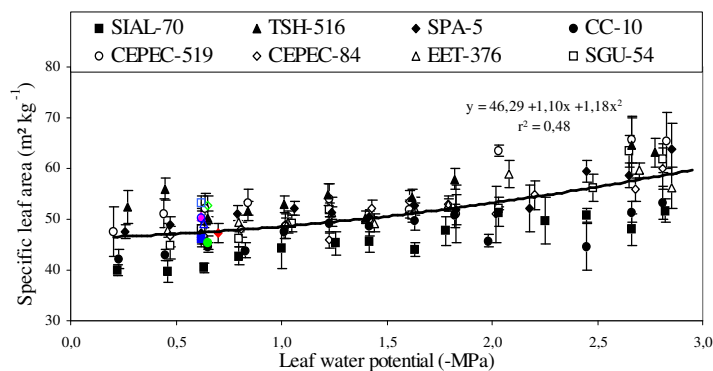


Figure 2. Specific leaf area of eight cacao clones submitted to dehydration. Mean values ( $\pm$ s) of five replications. Colored symbols represent control means.

between the clones studied.  $S_A$  is inversely proportional to leaf mass, and its increase during the water deficit was due to reduction of starch concentration (Figure 3) and, probably, of other compounds. In coffee, reductions in  $S_A$  of up to 20% have been observed with the decrease in  $\Psi_w$  (Da Matta, 1991).

### Chemical Composition

A significant decrease in leaf starch concentration was observed during the dehydration period. This decrease amounted to approximately 35% between -0.25 and -3.0 MPa (Figure 3). However, there were no statistically significant differences between clones in the starch concentration during the stress period.

These results should be interpreted as reduction in photosynthetic rates (Hsiao, 1973), probably due to stomatal closure, and not from osmotic adjustment. This is because the decrease in starch concentration was not accompanied by corresponding increases in concentrations of total soluble sugar (TSS) (Figure 4). In dehydrated leaves of other species, water stress can induce a severe decrease in starch concentration and a simultaneous accumulation of TSS (Turner et al., 1978; Ackerson, 1981; Morgan, 1984).

In general, no significant relations were found between TSS concentrations and  $\Psi_L$  values during dehydration. Probably, during the water stress period, most of the products of starch hydrolysis were utilized in glycolysis or translocated to other plant parts (Westgate and Boyer, 1985).

Kaiser (1982) suggests that the increase in intracellular solute concentration, in response to the decrease in protoplast volume due to decrease in osmotic potential, causes inhibition of enzymes needed for  $CO_2$  fixation. However, Berkowitz and Gibbs (1983) showed, in isolated chloroplasts, that the inhibition of the Calvin cycle was due to acidification of stroma during osmotic stress.

A significant increase in K concentration was observed during dehydration from  $\Psi_L$  of approximately -1.5 MPa, in all clones except CC-10. In this clone, K concentrations decreased throughout the stress period (Figure 5). Statistical differences were not found among SIAL-70, TSH-516, SPA-5, CEPEC-519 and CEPEC-84 but these differed from CC-10, EET-376 and SGU-54 (Figure 5).

Accumulation of potassium and other solutes

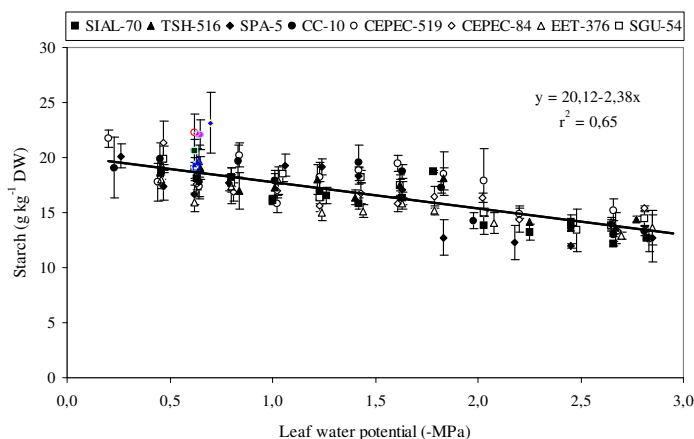


Figure 3. Leaf starch concentration of eight cacao clones submitted to dehydration. Mean values ( $\pm$ s) of five replications. Colored symbols represent control means.

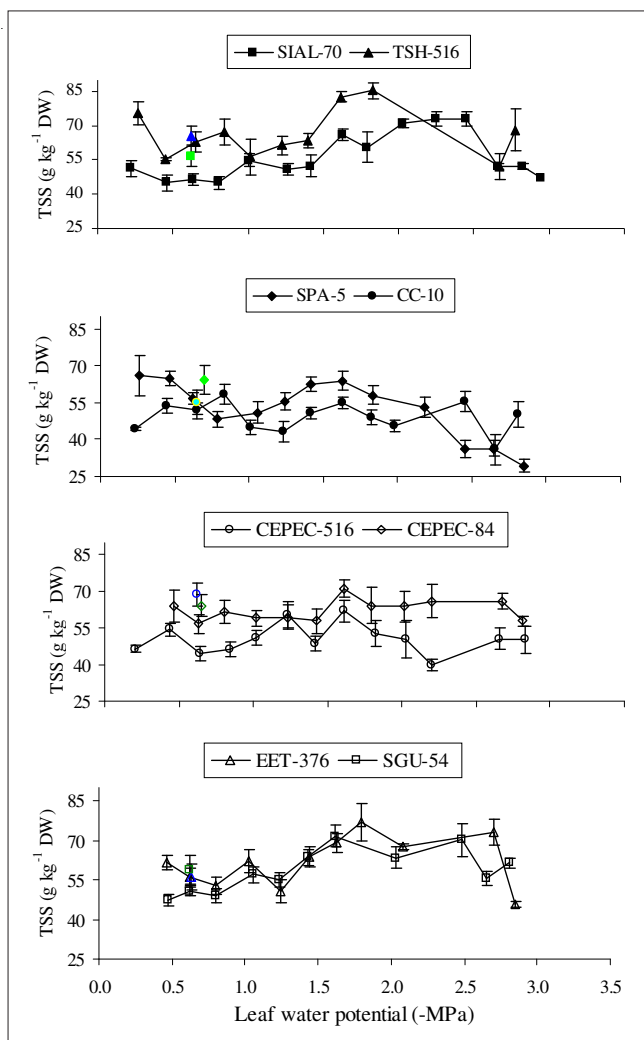


Figure 4. Concentrations of total soluble sugar (TSS) in leaves of eight cacao clones submitted to dehydration. Mean values ( $\pm$ s) of five replications. Colored symbols represent control means.

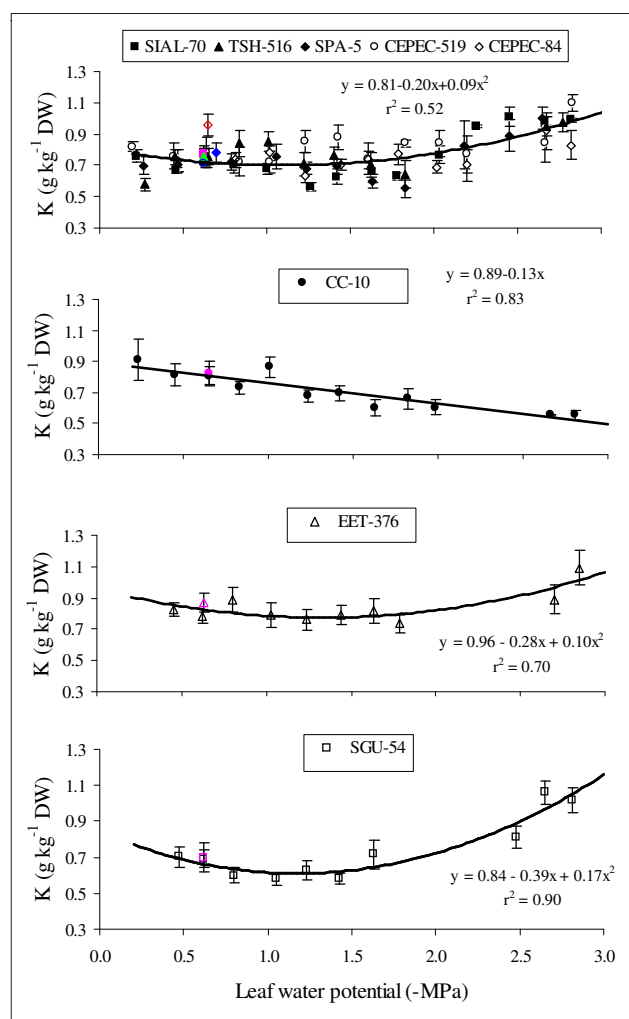


Figure 5. Leaf potassium concentration of eight cacao clones submitted to dehydration. Mean values ( $\pm$ s) of five replications. Colored symbols represent control means.

in the cells maintains tissue turgidity (Loveys, 1977), a condition that characterizes osmotic adjustment. There is a positive and highly significant correlation between the decrease of  $\Psi_L$  and K accumulation in tissues (Marschner, 1995).

It has been suggested that plant wilt is a possible symptom of K deficiency due to its importance in water absorption. Potassium increases root and xylem sap osmotic concentrations and reduces water loss due to transpiration (Beringer and Trollidernier, 1978). In coffee, turgid plants show an increase in starch concentration accompanied by an increase in the accumulation of K (Malavolta et al., 1974).

In this study, a significant increase in P concentration during dehydration was observed from a  $\Psi_L$  of, approximately, -1.5 MPa (Figure 6). Exceptions were

CC-10 and CEPEC-84, which maintained constant P concentration. Homogeneity tests of slopes (Steel and Torrie, 1980) showed that CC-10 and CEPEC-84 were not significantly different and therefore a single equation could represent their behavior. Same results were obtained for the other clones (Figure 6).

These results show that the stress interfered with P absorption or with the adequate maintenance of its tissue concentration as was also found in cotton by Ackerson (1985). The increase of P concentration in the clones SIAL-70, TSH-516, SPA-5, CEPEC-519, EET-376 and SGU-54 was accompanied by a reduction in starch accumulation (Figure 3). However, the relationships of P with the hydric characteristics of the plants can be explained, in part, by its participation in ATP formation. Consequently, in active solutes absorption. On the other hand, because it is part of low molecular weight organic compounds can influence stomatal control (Levitt, 1972) and osmotic adjustment.

There is a positive and highly significant correlation between P accumulation and the osmotic adjustment level

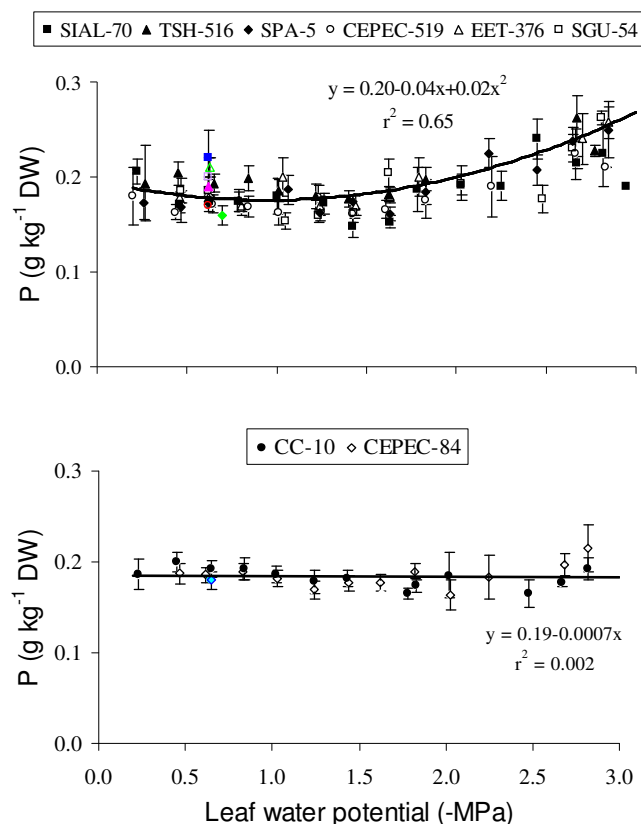


Figure 6. Phosphorus concentration in leaves of eight cacao clones submitted to dehydration. Mean values ( $\pm$ s) of five replications. Colored symbols represent control means.

during the water stress. This can reduce vegetative growth and alter metabolic processes (Aspinall and Paleg, 1981). Furthermore, the low absorption of this element by roots can be attributed to its reduced soil mobility. Its diffusion is low in soils with low humidity.

### Estimations of Pressure-Volume Curve Parameters

It was verified, from the analysis of P-V curve parameters, that SPA-5, SIAL-70 and TSH-516 showed osmotic adjustment. They increased  $\pi_o$  and  $\pi_p$  (Tables 1 and 2). Furthermore, it was observed in SPA-5 that this increase was accompanied by a significant increase in the  $\epsilon$  value (Table 3).

Table 1. Osmotic pressure at high saturation ( $\pi_o$ ) of eight irrigated and non-irrigated cacao clones and increase of  $\pi_o$  ( $\Delta\pi_o$ ) in water stressed plants. Data for 30 month-old cacao clones grown under greenhouse conditions.

Clone	$\pi_o$		$\Delta\pi_o$
	Control	Dehydrated MPa	
SIAL-70	1.34 ABb <sup>1</sup>	1.59 ABa	0.25 B
TSH-516	1.44 Ab	1.60 ABa	0.16 BC
SPA-5	1.21 Bb	1.68 ABa	0.47 A
CC-10	1.51 Aa	1.57 Aa	0.06 C
CEPEC-519	1.44 Aa	1.49 Ba	0.05 C
CEPEC-84	1.54 Aa	1.59 ABa	0.06 C
EET-376	1.52 Aa	1.62 ABa	0.09 C
SGU-54	1.46 Aa	1.57 ABa	0.10 C

<sup>1</sup> Means followed by the same capital letter in the column and lower case in the line are not significantly different according to Duncan's Multiple Range Procedure ( $P \leq 0.05$ ). Mean values of 5 replications.

Table 2. Osmotic pressure at incipient plasmolysis ( $\pi_p$ ) in eight irrigated and non-irrigated cacao clones and increase of  $\pi_p$  ( $\Delta\pi_p$ ) in water stressed plants. Data for 30 month-old cacao clones grown under greenhouse conditions.

Clone	$\pi_p$		$\Delta\pi_p$
	Control	Dehydrated MPa	
SIAL-70	1.38 BCb <sup>1</sup>	1.71 Aa	0.33 A
TSH-516	1.50 Aa	1.71 Aa	0.06 B
SPA-5	1.33 Cb	1.71 Aa	0.38 A
CC-10	1.59 Aba	1.66 Aa	0.05 B
CEPEC-519	1.48 ABCa	1.69 Aa	0.20 AB
CEPEC-84	1.54 ABCa	1.68 Aa	0.14 B
EET-376	1.62 Aba	1.75 Aa	0.13 B
SGU-54	1.55 ABCa	1.63 Aa	0.08 B

<sup>1</sup> Means followed by the same capital letter in the column and lower case in the line are not significantly different according to Duncan's Multiple Range Procedure ( $P \leq 0.05$ ). Mean values of 5 replications.

Table 3. Global elastic module ( $\epsilon$ ) in eight irrigated and non-irrigated cacao clones. Data for 30 month-old cacao clones grown under greenhouse conditions.

Clones	$\epsilon$	
	Control	Dehydrated MPa
SIAL-70	10.56 ABa <sup>1</sup>	13.46 Aba
TSH-516	13.75 Aa	15.76 Aa
SPA-5	6.09 Cb	9.46 Ba
CC-10	10.20 ABCa	11.16 Aba
CEPEC-519	8.56 Bca	9.09 Ba
CEPEC-84	9.76 ABCa	11.40 Aba
EET-376	9.59 ABCa	11.51 Aba
SGU-54	9.80 ABCa	10.30 Aba

<sup>1</sup> Means followed by the same capital letter in the column and lower case in the line are not significantly different according to Duncan's Multiple Range Procedure ( $P \leq 0.05$ ). Mean values of 5 replications.

A significant increase in  $R_p$  was observed in clones CEPEC-84 and EET-376. In contrast, SIAL-70 showed reduction in this parameter (Table 4). This implies that the adjustments were the result of a net increase in solutes and not due to an accumulation of solutes because of to reduction of water volume. There were not decreases in  $R_p$  in most clones during the dehydration period (Da Matta, 1991).

The amplitude of the osmotic adjustment, evaluated by the increases in  $\pi_p$  was significantly greater in clones SPA-5 (28.6%) and SIAL-70 (23.9%), followed by CEPEC-519 (14.2%). The other clones showed small increases (Table 2). In buriti plants submitted to moderate dehydration, Calbo and Moraes (1997) found increases of 17% for  $\pi_o$  and 18.9% for  $\pi_p$ . Da Matta (1991), also showed increases from 21.4 to 35.2% for  $\pi_o$  and 18.1 to 28.0% for  $\pi_p$  in coffee cultivars under water stress. Andrade Perez and Moraes (1991) observed increases up to 53% for  $\pi_p$  in herbaceous species of the Brazilian *Cerrado*. The wide variation in the estimation of these parameters, are probably not only due to the great variability of tissues among species and genotypes but also to the inadequate models used for P-V curve adjustment (Cheung et al., 1976; Turner, 1981; Tyree and Richter, 1981).

Although the data shown have demonstrated significant differences in osmotic adjustment, it is possible that these differences are circumstantial due to the short period of dehydration to which the plants were submitted to construct the P-V curves. This period was only of 10 days. Da Matta (1991) verified in several coffee cultivars under dehydration, that the extension of this adjustment was probably dependent on the plants' dehydration stage.

Table 4. Relative water content at incipient plasmolysis in eight irrigated and non-irrigated cacao clones. Data for 30 month-old cacao clones grown under greenhouse conditions.

Clones	Rp	
	Control	Dehydrated
	%	
SIAL-70	97.8 Aa <sup>1</sup>	94.9 Cb
TSH-516	95.1 Bca	96.5 ABCa
SPA-5	97.1 Aba	97.9 Aa
CC-10	95.7 ABCa	96.7 ABa
CEPEC-519	93.2 Cb	95.6 BCa
CEPEC-84	94.3 BCb	95.7 BCa
EET-376	94.8 BCb	97.4 Aa
SGU-54	95.8 ABCa	95.3 BCa

<sup>1</sup> Means followed by the same capital letter in the column and lower case in the line are not significantly different according to Duncan's Multiple Range Procedure ( $P \leq 0.05$ ). Mean values of 5 replications.

Low  $\Psi_w$  were negatively associated to greater osmotic adjustment amplitudes. Flower and Ludlow (1986), obtained similar results on *Cajanus cajan*, which reinforce this hypothesis. However, the observed osmotic adjustment values estimated on the different cacao clones tested in this study and those obtained by Da Matta (1991) on coffee are contradictory to results reported by Golberg *et al.*, (1984). These last authors did not verify osmotic adjustment in *Coffea canephora* and *C. arabusta* plants submitted to water deficit.

The increase in Rp values (Table 4), observed in CEPEC-84 and EET-376 under dehydration, showed that plants under water deficit maintain high R-values, even under low  $\Psi_L$ . This characterizes a mechanism of drought tolerance (Hsiao, 1973; Turner and Begg, 1981).

There was not a significant variation in cell wall elasticity under dehydration, excepting SPA-5, which increased the  $\epsilon$  value by 55.3% (Table 3). The invariability in  $\epsilon$  values, shown in this study, where the water deficit was established relatively rapid, should be evaluated carefully. Mechanical alterations in the cell wall and, therefore, on its rigidity, under slow dehydration as normally occurs under field conditions is possible. The clone that showed small decreases on elasticity of the cell wall as a function of the increase in  $\epsilon$ , probably has other mechanisms of osmotic adjustment. However, it is possible that the cacao capacity to tolerate drought is due to its high tissue elasticity (Balasimha, 1988). Furthermore, the increase in tissue elasticity contributes to turgor maintenance as dehydration progresses (Melkonian *et al.*, 1982; Davies and Lakso, 1979).  $\epsilon$  determines the turgor pressure variation rate of a cell or organ regarding alteration on R (Melkonian *et al.*, 1982).

SIAL-70, submitted to water stress showed a decrease in Ra0 in favor of a significant increase in Rs0 values (Tables 5 and 6). These results show that osmotic adjustment permits the maintenance of relatively high water volumes in the symplast at low  $\Psi_w$  values. This decreases the inhibition of the photosynthetic potential of chloroplasts (Taiz and Zeiger, 1991; Sen Gupta and Berkowitz, 1987). On the other hand, clones CC-10, CEPEC-519, CEPEC-84 and EET-376 showed a tendency to increase Ra0 in favor of reductions in Rs0 values. These results demonstrate the possibility of water distribution from the symplast to the apoplast, as reported by Pavlik (1984). He associates this characteristic to osmotic adjustment.

Table 5. Relative water content in the apoplast at full turgidity in eight irrigated and non-irrigated cacao clones. Data for 30 month-old cacao clones grown under greenhouse conditions.

Clones	Ra0	
	Control	Dehydrated
	%	
SIAL-70	74.9 ABa <sup>1</sup>	59.4 BCb
TSH-516	62.2 Ba	57.9 Ca
SPA-5	84.4 Aa	81.3 Aa
CC-10	62.2 Ba	64.9 BCa
CEPEC-519	62.0 Ba	65.5 BCa
CEPEC-84	59.9 Ba	62.7 BCa
EET-376	65.5 Ba	70.9 ABa
SGU-54	61.4 Ba	54.8 Ca

<sup>1</sup> Means followed by the same capital letter in the column and lower case in the line are not significantly different according to Duncan's Multiple Range Procedure ( $P \leq 0.05$ ). Mean values of 5 replications

Table 6. Symplast relative water content at full turgidity (Rs0) in eight irrigated and non-irrigated cacao clones. Data for 30 month-old cacao clones grown under greenhouse conditions.

Clones	Rs0	
	Control	Dehydrated
	%	
SIAL-70	25.1 ABb <sup>1</sup>	40,6 ABa
TSH-516	37.8 Aa	42,1 Aa
SPA-5	15.6 Ba	18,7 Ca
CC-10	37.8 Aa	35,0 ABa
CEPEC-519	38.0 Aa	34,5 ABa
CEPEC-84	40.1 Aa	37,3 AB
EET-376	34.5 Aa	29,0 BCa
SGU-54	38.7 Aa	45,2 Aa

<sup>1</sup> Means followed by the same capital letter in the column and lower case in the line are not significantly different according to Duncan's Multiple Range Procedure ( $P \leq 0.05$ ). Mean values of 5 replications.

## Conclusions

There was a significant increase in specific leaf area, caused by leaf mass reduction, in all clones studied when submitted to water stress. However, no interclonal significant differences in relation to this parameter were found.

The loss of turgescence occurred at values of  $\Psi_L$  lower than -1.5 MPa. However, most of the cacao clones showed response to drought via osmotic adjustment, associated, mainly to leaf accumulation of K and P. Relationships between carbohydrate concentration and the amplitude of the osmotic adjustment were not detected. The decrease in starch did not accompany and expressive increase in total soluble sugars concentration.

Interclonal differences in osmotic adjustment were found only when the water stress was imposed rapidly. Clones SPA-5, SIAL-70 and TSH-516 showed greater amplitude of osmotic adjustment, mainly, due to the increase in osmotic pressure at full saturation and at incipient plasmolysis and to the global module of elasticity, at least in SPA-5.

## Literature Cited

- ACKERSON, R. C. 1985. Osmoregulation in cotton in response to water stress. III. Effects of phosphorus fertility. *Plant Physiology* 77: 309-12.
- ACKERSON, R. C. 1981. Osmoregulation in cotton in response to water stress. II. Leaf carbohydrate status in relation to osmotic adjustment. *Plant Physiology* 67: 489-93.
- ACKERSON, R. C.; HEBERT, R. R. 1981. Osmoregulation in cotton in response to water stress. I. Alterations in photosynthesis, leaf conductance, translocation, and ultrastructure. *Plant Physiology* 67: 484-488.
- AKUNDA, E. M. W.; KUMAR, D. 1981. A simple technique for timing irrigation in coffee using cobalt chloride paper disks. *Irrigation Science* 3: 57-62.
- ALMEIDA, A. A. F.; MAESTRI, M. 1997. Photosynthetic oxygen evolution by four *Coffea arabica* genotypes subjected to a dehydration/rehydration cycle. *Journal of Horticultural Science* 72: 593-99.
- ANDRADE PEREZ, S. C. J. G. de; MORAES, J. A. P. V. de. 1981. Determinações de potencial hídrico, condutância estomática e potencial osmótico em espécies dos estratos arbóreo, arbustivo e herbáceo de um cerradão. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal* 3: 27-37.
- ASPINALL, D.; PALEG, L. G. 1981. Proline accumulation: physiological aspects. In: Pales, L. G., Aspinall, D. eds. *The physiology and biochemistry of drought resistance in plants*. Sidney, Academic Press. 205-41.
- BALASIMHA, D. 1988. Water relations, growth and other indicators of plant water stress in cocoa under drought. In: *International Cocoa Research Conference*, 10, 1987, Santo Domingo. Actas. Lagos, Cocoa Producers' Alliance. pp. 215-7.
- BALASIMHA, D.; DANIEL, E. V. A. 1988. Screening method for drought tolerance in cocoa. *Current Science* 57: 395.
- BERINGER, H.; TROLLDERNIER, G. 1978. Influence of K nutrition on the response to environmental stress. In: *Congress of The International Potash Institute*, 11, Bern, Proceeding. Bern, Potash Institute. pp. 189-222.
- BERKOWITZ, G. A.; GIBBS, A. 1983. Reduced osmotic potential inhibition of photosynthesis. Site-specific effects of osmotically induced stromal acidification. *Plant Physiology* 72: 1100-1109.
- CALBO, M. E. R.; MORAES, J. A. P. V. de. 1997. Fotossíntese, condutância estomática, transpiração e ajustamento osmótico de plantas de buriti submetidas a estresse hídrico. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal* 9: 117-23.
- CHEUNG, Y. N. S.; TYREE, M. T.; DAINTY, J. 1976. Some possible sources of error in determining bulk elastic moduli and other parameters from pressure-volume curves of shoots and leaves. *Canadian Journal of Botany* 54: 758-65.
- DA MATTA, F. M. 1991. Alguns aspectos das relações hídricas em cultivares de *Coffea arabica* e *Coffea canephora*. Dissertação de Mestrado. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa. 45p.
- DAVIES, F. S.; LAKSO, A. N. 1979. Diurnal and seasonal changes in leaf water potential components and elastic properties in response to water stress in apple trees. *Physiologia Plantarum* 46: 109-14.
- FAN, S.; BLAKE, T.; BLUMWALD, E. 1994. The relative contribution of elastic and osmotic adjustments to turgor maintenance of woody species. *Plant Physiology* 90: 408-13.
- FLOWER, D. J.; LUDLOW, M. M. 1986. Contribution of osmotic adjustment to the dehydration tolerance of water-stressed pigeon pea (*Cajanus cajan* (L.) millsp.) leaves. *Plant, Cell and Environment* 9: 33-40.
- GLEGG, K. M. 1956. The application of the anthrone reagent to the estimation of starch in cereals. *Journal Science Food Agricultural* 7: 40-44.

- GOLBERG, A. D.; BIERNY, O.; RENARD, C. 1984. Évolution comparée des paramètres hydriques chez *Coffea arabusta*\_Capot et aké assi. Café Cacao Thé 23: 257-66.
- HENSON, I. D. et al. 1983. Stomatal response to water stress and its relationship to bulk leaf water status and osmotic adjustment in pearls millet (*Penisetum americanum* L.) Leeke. Journal Experimental Botany 34: 442-50.
- HOAGLAND, P. R.; ARNON, D. I. 1950. The water culture method for growing plant without soil. Berkeley, University of California. Agricultural Experiment Station. 39 p. (Circular, 347).
- HSIAO, T. C. 1973. Plant responses to water stress. Annual Review of Plant Physiology 24: 519-70.
- INTERNATIONAL INSTITUTE OF TROPICAL AGRICULTURE. 1984. Soil and plant analyses-study guide for agricultural laboratory directors and technologists working in tropical regions. Ibadan 278 p.
- JONES, M. M.; TURNER, N. C. 1978. Osmotic adjustment in leaves of sorghum in response to water deficits. Plant Physiology 61: 122-26.
- JONES, M. M.; TURNER, N. C.; OSMOND, C. B. 1981. Mechanisms of drought resistance. In Paleg, L. G., Aspinall, D. eds. The physiology and biochemistry of drought resistance in plants. Sidney, Academic Press. p. 15-37.
- JOSIS, P.; NDAYISHIMIYE, V.; RÉNARD, C. 1983. Étude des relations hydriques chez *Coffea arabica* L. II. Évaluation de la résistance à la sécheresse de divers cultivars à Ghisa (Burundi). Café cacao Thé 27: 275-82.
- KAISER, W. M. 1982. Correlation between changes in photosynthetic activity and changes in total protoplast volume in leaf tissue from hygro-, meso- and xerophytes under osmotic stress. Planta 154: 538-45.
- KAISER, W. M. 1987. Effects of water deficit on photosynthetic capacity. Physiologia Plantarum 71: 142-49.
- KUHNS, M. R.; GJERSTAD, D. R. 1988. Photosynthate allocation in loblolly pine (*Pinus taeda*) seedlings as affected by moisture stress. Canadian Journal Forester Research 18: 265-91.
- LECOEUR, J.; SINCLAIR, T. R. 1996. Field pea transpiration and leaf growth in response to soil water deficits. Crop Science 36: 331-35.
- LEVITT, J. 1972. Response of plant to environmental stress. New York, Academic Press. 672 p.
- LOVEYS, B. R. 1977. The intracellular location of abscisic acid in stressed and non-stressed leaf tissue. Physiologia Plantarum 40: 6-10.
- MALAVOLTA, E. et al. 1974. Nutrição mineral e adubação de plantas cultivadas. São Paulo, Livraria Pioneira Editora. 752 p.
- MARSCHNER, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. London, Academic Press. 889p.
- MCCREADY, R. M. et al. 1950. Determination of starch and amylose in vegetables. Analytical Chemistry 22: 1156-58.
- MEINZER, F. C.; GOLDSTEIN, G.; GRANTZ, D. A. 1990. Carbon isotope discrimination in coffee genotypes grown under limited water supply. Plant Physiology 92: 130-35.
- MELKONIAN, J. J.; WOLFE, J.; STEPONKUS, P. L. 1982. Determination of the volumetric modulus of elasticity of wheat leaves by pressure-volume relations and the effect of drought conditioning. Crop Science 22: 116-22.
- MORGAN, J. M. 1984. Osmoregulation and water stress in higher plants. Annual Review of Plant Physiology 35: 299-319.
- PAVLIK, B. M. 1984. Seasonal changes of osmotic pressure, symplastic water content and tissue elasticity in the blades of dune grasses growing *in situ* along the coast of Oregon. Plant Cell and Environment 7: 531-39.
- QUICK, W. P. et al. 1992. The effect of water stress on photosynthetic carbon metabolism in four species grown under field conditions. Plant Cell and Environment 15: 25-35.
- RADFORD, R. J. 1967. Growth analysis formula their use and abuse. Crop Science 7: 171-75.
- RAJA HARUN, R. M.; HARDWICK, K. 1988. The effect of different temperatures and water vapour pressure deficits on photosynthesis and transpiration of cocoa leaves. In International Cocoa Research Conference, 10, 1987, Santo Domingo. Actas. Lagos, Cocoa Producers Alliance. pp. 211-14.
- RANGANATHAN, V.; NATESAN, S. 1985. Potassium nutrition of tea. In: Munson, R. ed. Potassium in agriculture. Madison, American Society of Agronomy, Crop Science of America, Soil Science Society of America. pp. 981-1022.
- SANTAKUMARI, M.; BERKOWITZ, G. A. 1990. Correlation between the maintenance of photosynthesis and *in situ* protoplast volume at low

- water potentials in droughted wheat. *Plant Physiology* 92: 733-9.
- SAS INSTITUTE 1994. SAS/STAT user's guide. SAS Inst. Inc., Cary, N. C., USA.
- SCHOLANDER, P. F. et al. 1965. Sap pressure in vascular plants - Negative hydrostatic pressure can be measured in plants. *Science* 148: 339-45.
- SEN GUPTA, A.; BERKOWITZ, G. A. 1987. Osmotic adjustment, symplast volume, and non-stomatally mediated water stress inhibition of photosynthesis in wheat. *Plant Physiology* 85: 1040-47.
- STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H. 1980. Principles and procedures of statistics: a biometrical approach. Auckland, McGraw-Hill. pp. 420-423.
- STONEMAN, G. L.; TURNER, N. C.; DELL, B. 1994. Leaf growth, photosynthesis and tissue water relations of greenhouse-growth *Eucalyptus marginata* seedlings in response to water deficits. *Tree Physiology* 14: 633-46.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. 1991. Plant physiology. Redwood City, Benjamin/Cummings. 565p.
- TURNER, N. C. 1981. Techniques and experimental approaches for the measurement of plant water status. *Plant and Soil* 58: 339-66.
- TURNER, N. C.; BEGG, J. E. 1981. Plant-water relations and adaptation to stress. *Plant and Soil* 58: 97-131.
- TURNER, N. C.; BEGG, J. E.; TONETT, M. L. 1978. Osmotic adjustment of sorghum and sunflower crops in response to water deficits and its influence on the water potential at which stomata close. *Australia Journal Plant Physiology* 5: 597-608.
- TYREE, M. T.; HAMMEL, H. T. 1972. The measurement of the turgor pressure and the water relations of plants by the pressure-bomb technique. *Journal of Experimental Botany* 23: 267-82.
- TYREE, M. T.; RICHTER, H. 1981. Alternative methods of analyzing water potential isotherms: some cautions and clarifications. I. The impact of non-ideality and of some experimental errors. *Journal of Experimental Botany* 32: 643-53.
- WESTGATE, M. E.; BOYER, J. S. 1985. Carbohydrate reserves and reproductive development at low leaf potentials in maize. *Crop Science* 25: 762-769.



## SUSCEPTIBILIDADE DE HÍBRIDOS COMERCIAIS DE MELÃO À MOSCA-BRANCA

*Adriana C. Araújo, Ervino Bleicher, Leonardo D. da Silva*

Rua Osvaldo Cruz 635, Aptº 701 - Bairro, Meireles, CEP 60.125-150, Fortaleza, Ceará, Brasil

Realizou-se um experimento sob condições de casa de vegetação na sede da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza - CE, com o objetivo de avaliar a susceptibilidade de híbridos comerciais de melão à mosca-branca, *Bemisia argentifolii*. O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições e nove tratamentos: 1 - 'AF 682'; 2 - 'Mission'; 3 - 'Yellow Queen'; 4 - 'Gold Pride'; 5 - 'Rochedo'; 6 - 'Yellow King'; 7 - 'AF 646'; 8 - 'Gold Mine'; 9 - 'Hy Mark'. Cada parcela constou de uma planta contida num tubete. Aos 14 dias após o plantio, as plantas foram infestadas na proporção de 22,2 insetos por planta e, após 72 horas da infestação, efetuou-se a contagem dos insetos adultos na primeira folha verdadeira do meloeiro. Quatorze dias após a infestação, efetuou-se a contagem de ninfas numa área circular de 2,8 cm<sup>2</sup> da primeira folha verdadeira. Considerando-se as avaliações de adultos e ninfas, verificou-se que o híbrido 'Mission' foi o menos suscetível dentre os híbridos comerciais estudados.

**Palavras-chave:** *Cucumis melo* L., *Bemisia argentifolii*.

**Susceptibility of commercial melon hybrids to silverleaf whitefly.** The main objective of this work was to study the susceptibility of commercial melon hybrids against the silverleaf whitefly, *Bemisia argentifolii*. The study was done in greenhouse of the Embrapa Agroindústria Tropical, at Fortaleza, Ceará State, Brazil. A randomized complete block design was used, with nine treatments: 1 - 'AF 682'; 2 - 'Mission'; 3 - 'Yellow Queen'; 4 - 'Gold Pride'; 5 - 'Rochedo'; 6 - 'Yellow King'; 7 - 'AF 646'; 8 - 'Gold Mine'; 9 - 'Hy Mark'. Each experimental unit had a potted plant. Plant were infested after 14 days of planting, in a nylon cage, at a rate of 22,2 insect per plant. Seventy two hours after infestation, adults were counted on the first true leaf. After this evaluation, all adults were removed, and the plants were placed at a greenhouse. Twenty eight days after planting, nymphs were counted on a 2,8 cm<sup>2</sup> circular area of the first true leaf. Taking in accounts adults and nymphs, the 'Mission' hybrid was the less susceptible.

**Key words:** *Cucumis melo* L., *Bemisia argentifolii*, susceptibility.

## Introdução

O melão (*Cucumis melo* L.) é uma espécie polimórfica, cujo lugar de origem ainda não está bem esclarecido, motivando discussões por parte dos pesquisadores (Pedrosa, 1997). Essa espécie pertence a família Cucurbitaceae e, segundo Sousa et al. (1999), tem se constituído um ótimo negócio para o Nordeste brasileiro. Devido às condições de solo e clima bem como ao uso de tecnologias de irrigação, atualmente essa região é a grande produtora nacional de melão, destacando-se os Estados do Rio Grande do Norte, Pernambuco, Bahia e Ceará.

Dentre os fatores de redução da produção do melão, destacam-se as doenças e pragas. A mosca-branca (*Bemisia argentifolii* Bellows & Perring, 1994 = *Bemisia tabaci* biótipo 'B'), é considerada a praga de maior importância econômica para a cultura (López, 1995; Pedrosa, 1997; Bleicher et al., 2000; Silva, 2000), sobre a qual é verificado elevado potencial de destruição pela praga, seja pelos danos diretos, indiretos ou estéticos (Bleicher e Melo, 1998).

Em campos de cultivo de melão no Estado do Rio Grande do Norte, Moreira et al. (1999) observaram aumento do ciclo da cultura em mais de 30 dias, redução da produtividade, presença não muito marcante da fumagina sobre as folhas, queda de folhas em plantas mais novas, redução no tamanho e peso dos frutos devido a presença de *B. argentifolii*. No mesmo Estado, Haji et al. (1997) constataram perdas de até 100% na produção dos frutos de melão, em algumas áreas de pequenos produtores.

A principal tática de combate a *B. argentifolii* é o controle químico (Silva, 2000), que nem sempre é eficiente devido a facilidade de a praga adquirir resistência aos diversos princípios ativos existentes no mercado e pela dificuldade em se atingir tanto adultos e ninfas na região abaxial da folha (Oliveira, 1997). Portanto, para se obter maior eficiência no controle da mosca-branca, é necessário lançar mão de diferentes medidas de controle, associando-as dentro do conceito de manejo integrado de pragas (Alencar et. al., 1998).

A adoção de práticas culturais, em geral, não reflete aumento nos custos de produção, tem efeito prolongado, não causa contaminação ambiental e é compatível com outras técnicas de controle (Villas Bôas et al., 1997). Dentre essas práticas do controle cultural, o uso de plantas resistentes, tida como método de controle ideal, deve ser empregado, principalmente, contra pragas bastante nocivas, de culturas de ciclo curto e, apresenta ainda a vantagem de não onerar a produção (Gallo et al., 1988).

Tendo em vista a importância sócio-econômica do cultivo de melão para a região, a dificuldade no controle

de sua principal praga e expectativa de obter uma forma de cultivo menos poluente e menos danosa à saúde humana, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a infestação de alguns híbridos comerciais de melão por *B. argentifolii*, para definir padrões de susceptibilidade e resistência à mesma.

## Material e Métodos

A pesquisa foi realizada em casa de vegetação na Sede da Embrapa Agroindústria Tropical, em Fortaleza, estado do Ceará, nos meses de setembro e outubro de 2000, com temperaturas médias máxima e mínima iguais a 35° e 25° C, respectivamente. No local do ensaio, as coordenadas geográficas são 3° 44' de latitude Sul e 38° 33' de longitude Oeste, e o clima é úmido e subúmido, com moderada deficiência pluviométrica no verão (Aguilar et al., 1998).

As sementes de 9 híbridos de melão foram plantadas em tubetes de plástico (n° 021-4465644, MEC - PREC), preenchido por uma mistura bagana (palha de carnaúba picada) (40%), casca de arroz carbonizada (40%) e barro (20%), que foram distribuídos em grades apropriadas. Foram utilizados 10 tubetes para cada um desses híbridos, totalizando 90 tubetes plantados, usando-se uma semente por tubete. Completados 12 dias após o plantio (DAP), foram selecionadas as 4 plantas mais homogêneas de cada híbrido, num total de 36 plantas.

O delineamento adotado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições e uma planta (em tubete) por parcela. Os tratamentos (híbridos comerciais de melão) foram: 1- 'AF 682'; 2- 'Mission'; 3- 'Yellow Queen'; 4- 'Gold Pride'; 5- 'Rochedo'; 6- 'Yellow King'; 7- 'AF 646'; 8- 'Gold Mine'; 9- 'Hy Mark'. O híbrido 'Gold Mine' foi selecionado como padrão para caracterizar susceptibilidade a genótipos de meloeiro à mosca-branca porque o mesmo apresenta boa produtividade e qualidade de frutos, mesmo na presença da mosca-branca.

As grades contendo essas plantas foram levadas, aos 14 DAP, para uma gaiola telada (1,86 m de altura, 1,60 m de largura e 2,12 m de comprimento) fora da casa de vegetação.

Em seguida, foram coletados 800 insetos adultos, não sexados, de uma criação estoque desse inseto, em melão. Esses insetos foram confinados em 16 tubos de ensaio (50 insetos por tubo) com o auxílio de um mini-aspirador adaptado movido à pilha. Os tubos foram tampados com filme plástico de PVC, transportados em grades para dentro da gaiola telada, onde estavam as plantas do experimento, distribuídos de maneira uniforme entre as plantas e destampados. No dia seguinte, os tubos foram retirados do local. A proporção de infestação foi de 22,2 insetos por planta.

Após 72 horas da liberação dos adultos dentro da gaiola, efetuou-se a contagem dos insetos na primeira folha verdadeira, ou seja, a primeira logo após as folhas cotiledonares. Após a contagem dos adultos, as plantas foram retiradas da gaiola e os insetos adultos remanescentes foram retirados das plantas, antes que as mesmas fossem recolocadas na casa de vegetação.

Completados 28 DAP, as plantas foram transportadas para o laboratório de Entomologia da sede da Embrapa Agroindústria Tropical, onde efetuou-se, com o auxílio de um microscópio estereoscópio, a contagem de ninfas presentes em uma área circular equivalente a 2,8 cm<sup>2</sup> da primeira folha verdadeira, ou seja, na mesma folha em que foi feita a contagem dos insetos adultos.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias separadas pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Foi ainda calculada a percentagem de ataque em relação ao padrão susceptível (ARPs), pela fórmula:  $ARPs (\%) = (t / P) \times 100$ ; sendo % ARPs = percentagem de ataque relativo ao padrão susceptível; t = número de indivíduos no genótipo em teste; P = número de indivíduos no genótipo padrão.

## Resultados e Discussão

Na avaliação do ataque de inseto adulto, apenas o híbrido 'Mission' apresentou significativa diferença em relação ao híbrido padrão ('Gold Mine'), com ARPs (%) igual a 21,05, ou seja, o 'Mission' foi 78,95% menos atacado do que o 'Gold Mine' (Tabela 1). Assim sendo, por algum motivo, os adultos desse inseto atacaram menos esse híbrido. Uma planta ou variedade apresenta resistência do tipo não preferência ou antixenose, segundo Kogan e Ortman (1978) citado por Gallo et. al. (1988), quando ela é menos utilizada pelo inseto, para alimentação, oviposição ou abrigo, quando comparada a outra, em igualdade de condições.

Na avaliação de ninfas, os híbridos 'Rochedo' e 'Mission' foram os únicos que se apresentaram estatisticamente diferentes do padrão, com ARPs (%) de 40,00 e 24,70, respectivamente (Tabela 2). 'Rochedo' teve média de ninfas significativamente menor que o padrão (Tabela 2), mesmo não diferindo deste em relação ao número de adultos de mosca-branca (Tabela 1). Segundo Gallo et. al. (1988), a antibiose é o tipo de resistência que ocorre quando a planta hospedeira provoca um efeito adverso sobre a biologia do inseto, ainda que esse se alimente normalmente da planta, diminuindo o potencial de crescimento da população do inseto, sendo um dos efeitos mais comuns verificados a mortalidade na fase

ninfal de alguns insetos, freqüentemente no primeiro instar. Embora os dados observados sugiram a ocorrência de antibiose, esta não pode ser confirmada, pois mesmo com a presença de adultos (Tabela 1) pode não ter ocorrido a oviposição da praga sobre a folha do híbrido 'Rochedo', que não foi avaliada neste estudo, e assim permanecendo a dúvida sobre uma provável ocorrência de não preferência para postura.

O fato de 'Mission' ter apresentado média de ninfas menor foi consequência do menor ataque por adultos que esse híbrido sofreu, em relação ao padrão.

Desta forma, os híbridos ou genótipos com valores de ARPs (%) próximos a 100 também não devem apresentar grandes problemas, uma vez que o padrão escolhido é economicamente viável na presença dessa praga. Por outro lado, valor bastante baixo, como o apresentado pelo híbrido 'Mission' pode trazer vantagens quando esse genótipo for incluído em um programa de manejo integrado de mosca-branca, pois considerando-se que, na prática, o nível de controle para essa praga é, em média cinco ou mais indivíduos por amostra, não seria prescrito o controle desse inseto para esse híbrido, enquanto para o híbrido 'AF 646', o 'Gold Pride' (6,0); o 'Gold Mine' (5,7) e o 'AF 682' (5,0) o controle seria necessário.

Híbridos com valores de ARPs (%) próximos ou acima de 200 poderiam necessitar freqüentes intervenções com inseticidas, eliminando os inimigos naturais, selecionando raças resistentes, aumentando o custo de controle e, assim podendo inviabilizar economicamente a cultura. Por isso estes híbridos devem ser avaliados com mais detalhe.

Neste teste foram oferecidos vários híbridos simultaneamente, logo a situação em áreas comerciais pode ser diferente da encontrada na presente pesquisa,

Tabela 1 - Número de adultos de *Bemisia argentifolii* Bellows & Perring, 1994, em híbridos comerciais de melão 3 dias após infestação. Fortaleza, CE, 2000.

Híbridos	Adultos por folha		ARPs (%) <sup>1</sup>
AF 646	8,72	a <sup>3</sup>	152,63
Gold Pride	6,00	ab	105,26
Gold Mine	5,70	ab	100,00
AF 682	5,00	abc	87,72
Rochedo	4,70	abc	82,46
Yellow Queen	4,50	abc	78,95
Yellow King	3,50	abc	61,40
Hy Mark	2,50	bc	43,86
Mission	1,20	c	21,05
C.V. %	34,64		

<sup>1</sup>Ataque relativo ao padrão susceptível; <sup>2</sup>Para análise os dados foram transformados pela  $\sqrt{X+0,5}$ ; <sup>3</sup>Os valores da coluna seguidos da mesma letra, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 2 - Número de ninfas de *Bemisia argentifolii* Bellows & Perring, 1994, em híbridos comerciais de melão 14 dias após infestação. Fortaleza, CE, 2000.

Híbridos	Ninfas por folha		% ARPs <sup>1</sup>
AF 682	23,002	a <sup>3</sup>	108,23
Gold Mine	21,25	a	100,00
Yellow King	16,50	ab	77,65
AF 646	15,75	abc	74,12
Hy Mark	15,00	abc	70,59
Gold Pride	14,50	abc	68,23
Yellow Queen	9,25	abc	43,53
Rochedo	8,50	bc	40,00
Mission	5,25	c	24,70
C.V. %	27,15		

<sup>1</sup> Ataque relativo ao padrão susceptível; <sup>2</sup> Para análise os dados foram transformados pela  $\sqrt{X+0,5}$ ; <sup>3</sup> Os valores da coluna seguidos da mesma letra, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade.

pois segundo Gallo et al. (1988), em testes de múltipla escolha em que as diferentes variedades são oferecidas simultaneamente aos insetos, estes se distribuem, ovipositam ou se alimentam em função da sua preferência exibida para cada variedade.

Seria interessante a realização de testes sem livre chance de escolha já que, de acordo com Gallo et al. (1988) nestes muitas vezes uma variedade que se mostrou resistente (menos preferida) na condição de múltipla escolha, pode se revelar suscetível e apresentar danos severos quando o inseto não tem outra variedade alternativa.

Os valores de ARPs (%) encontrados neste trabalho podem servir como parâmetros de comparação em trabalhos de melhoramento genético, visando caracterizar os genótipos desenvolvidos frente a padrões comerciais, que poderiam ser o 'Gold Mine' e 'Mission' para padrões de susceptibilidade e resistência, respectivamente.

## Conclusões

1. Existe variabilidade genética em híbridos comerciais de melão quanto à susceptibilidade à *B. argentifolii*.

2. O híbrido 'Mission' é o menos susceptível dos híbridos comerciais estudados com relação ao ataque de adulto apresentando resistência do tipo não-preferência, havendo, no entanto, necessidade de estudos mais detalhados para se verificar se, além desse tipo de resistência, o híbrido apresenta ou não a do tipo antibiose.

3. O híbrido 'Rochedo' foi pouco susceptível quanto

a ninfas dessa praga, fruto da provável não preferência para postura e/ou antibiose sobre mosca-branca.

4. A metodologia desenvolvida nesta pesquisa é adequada para triagem de germoplasma de melão no que diz respeito à susceptibilidade a *B. argentifolii*.

## Literatura Citada

- AGUIAR, M. J. N. et al. 1998. Dados climáticos: Estação de Fortaleza, 1998. Fortaleza, EMBRAPA-CNPAT. Boletim Agrometeorológico n° 17. 14p.
- ALENCAR, J.A. et al. 1998. Manejo de agroquímicos para o controle de mosca branca, *Bemisia argentifolii* Bellows & Perring. In: Conseza, G.W., Gomes, D.T. (Eds.) Manejo integrado da mosca-branca: plano emergencial para o controle da mosca-branca. Brasília, EMBRAPA-SPI, p. 69-87.
- BLEICHER, E.; MELO, Q.M.S. 1998. Manejo da mosca-branca, *Bemisia argentifolii* Bellows & Perring, 1994. Fortaleza, EMBRAPA/CNPAT. Circular Técnica n° 3. 15p.
- BLEICHER, E. et al. 2000. Uso de inseticidas seletivos no controle de mosca-branca no meloeiro. Horticultura Brasileira 18 (supl): 359-360.
- GALLO, D. et al. 1988. Manual de entomologia agrícola, 2° ed. São Paulo, Ed. Agronômica Ceres Ltda. 649p.
- HAIJ, F. N. P.; ALENCAR, J. A.; LIMA, M. F. 1997. Mosca-branca: Danos, Importância Econômica e Medidas de Controle. Petrolina, EMBRAPA/CPATSA. Documentos n° 83. 9p.
- LÓPEZ, M. A. 1995. Mosca blanca: descripción, ecología, daños y estrategias para el manejo. Ecuador, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Boletín Divulgativo n° 253. 16p.
- MOREIRA, M. A. B. et al. 1999. Avaliação da incidência, sintomas e manejo da mosca branca, *Bemisia argentifolii* (Hemiptera: Aleyrodidae), nas culturas do tomate e do melão no Rio Grande do Norte. In: Encontro Latino-americano e do Caribe sobre mosca branca e geminivírus, Recife. Anais. Recife. pp. 80.
- OLIVEIRA, M.R.V. 1997. Controle biológico de *Bemisia argentifolii* Bellows & Perring, com parasitóides. In: Congresso Brasileiro de Entomologia, Salvador, 1997 Anais. Salvador. pp.9.
- PEDROSA, J.F. 1997. Cultura do melão. 4ª ed. Mossoró. ESAM. 42p. (Mimeografado).
- SILVA, L.D. 2000. Uso de uma formulação comercial de nim, *Azadirachta indica* L., no controle de mosca-branca em melão. Monografia de graduação. Fortaleza, UFC. 35p.
- SOUSA, V.F. et al. 1999. Cultivo do meloeiro sob condições de fertirrigação por gotejamento no Meio-Norte do Brasil. Terezina, EMBRAPA-CNPAT Circular Técnica n° 21. 68p.
- VILLAS BÔAS, G.L., et al. 1997. Manejo integrado da mosca-branca *Bemisia argentifolii*. Brasília, EMBRAPA/CNPAT. Circular Técnica n° 9. 11p.

## ***Cestrum salzmannii* DUNAL (SOLANACEAE): ESPÉCIE ENDÊMICA DA BAHIA\***

\*Parte da dissertação de Mestrado da primeira autora.

***Silvana do Nascimento Silva*<sup>1</sup>, André Maurício Vieira de Carvalho<sup>†</sup>, Francisco de Assis Ribeiro dos Santos<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>UFBA/Departamento de Botânica, Barão de Geremoabo, s/n, Ondina, 40170-110, Salvador, BA, Brasil. silbot@bol.com.br;

<sup>†</sup>CEPLAC/Centro de Pesquisa do Cacau, Caixa Postal 7, 45650-970, Ilhéus, BA, Brasil, (In memoriam);

<sup>2</sup>UEFS/Departamento de Biologia, Caixa Postal 252-294, 44031-460, Feira de Santana, BA, Brasil.

A família Solanaceae está incluída na subclasse Asteridae, no grupo das “Euasterides”, ordem Solanales. Compreende 90 gêneros e 3.000 espécies com ampla distribuição, principalmente em regiões tropicais e subtropicais da América do Sul. Neste artigo são apresentados os resultados de um levantamento das espécies de *Cestrum* no sul da Bahia, no qual constatou-se que *Cestrum salzmannii* Dunal é uma espécie endêmica da Bahia, que se desenvolve em vegetação do tipo mata higrófila mata umbrófila densa e restinga. Foram feitos levantamentos bibliográficos sobre o gênero *Cestrum*, bem como levantamentos de espécies herborizadas depositadas nos Herbários ALCB, CEPEC, CNPF, HUEFS, IAC, INPA, MBM, R, RB, UB, SP e SPF e coletas no Parque Nacional Monte Pascoal, Reserva Biológica de Una, Parque Zoobotânico da CEPLAC, Estação Ecológica Estadual Nova Esperança (Wenceslau Guimarães) e áreas não degradadas dos municípios de Belmonte, Itacaré, Maraú, Camamu e Itabuna. O material coletado foi identificado, descrito e ilustrado da maneira convencional utilizado em estudos taxonômicos. *Cestrum salzmannii* caracteriza-se principalmente pela ausência de brácteas e cálice bem desenvolvido em relação às outras espécies do gênero. É encontrado descrição do gênero e espécie, ilustração, além de dados ecológicos, floração frutificação.

**Palavras-chave:** Endemismo, Asteridae, Euasterides, mata higrófila, mata umbrófila, restinga

***Cestrum salzmannii* Dunal (Solanaceae): endemic species in Bahia.** The Solanaceae family is included in the subclass Asteridae, in the group “Euasteridae”, order Solanales. It comprise about 90 genera and 3000 species with wide distribution, mainly in tropical and subtropical areas of South America. In this article, the results of a survey of the species of *Cestrum* in the south of Bahia is presented. *Cestrum salzmannii* Dunal is endemic in the south of Bahia growing in wet forests, dense umbriferous forests and sandbanks. The literature of the genus *Cestrum* was searched and the specimens deposited in ALB, CEPEC, HUEFS, IAC, INPA, MBM, R, RB, UB, SP and SPF herbaria were examined. Collectings were made in the Paschal Mount National Park, Una Biological Reserve, Zoobotanic Park of CEPLAC, Ecological Reserve of Wenceslau Guimarães and non degraded areas of the municipalities of Belmonte, Itacaré, Maraú, Camamu and Itabuna. The collected material was identified, described and illustrated in the conventional way used in taxonomic studies. *Cestrum salzmannii* is characterized mainly by absence of bracts and well developed calice in relation to other species of the genus. The genus and species are described, illustrated and ecological and phenological data are presented.

**Key words:** Endemicity, Asteridae, Euasterides, wet forest, umbriferous forests, sandbank

## Introdução

A família Solanaceae está incluída na subclasse Asteridae, ordem Solanales (Cronquist, 1981). Compreende 3.000 espécies e 90 gêneros com ampla distribuição, principalmente em regiões tropicais e subtropicais da América do Sul (Nee *et al.*, 1999).

A família é bastante importante do ponto de vista econômico, sendo utilizada tanto na alimentação com na ornamentação e algumas espécies são analisadas quimicamente, devido a presença de alcalóides e substâncias tóxicas (Judd. *et al.*, 1999).

Estudos taxonômicos da família foram realizadas nas Américas por Gaertner (1791), Brown (1810), Benthame e Hooker (1873-76), Pittier (1932), Francey (1935), D'Arcy (1973), Benitez de Rojas (1974), Symon (1981). No Brasil os trabalhos são tratados em floras regionais como Ducke (1915), Loefgren (1922), Nee *et al* (1999) para o Amazonas, Veloso (1945) para o Rio de Janeiro, Rambo (1961) para o Rio Grande do Sul, Aranha (1976), Barroso (1957), Carvalho (1995), Leitão *et al.* (1975), Loefgren (1897) e Oliveira (1968) para São Paulo, e Leão (1972) para Pernambuco.

O gênero *Cestrum* foi criado por Linné (1753) em sua obra clássica "*Species Plantarum*", tendo como referência *C. nocturnum* e *C. diurnum*, porém não forneceu uma descrição para as espécies. Para Aranha (1976), isto promoveu a criação de alguns gêneros que posteriormente foram colocados em sinonímia por Benthame e Hooker (1873).

Taxonomicamente, *Cestrum* tem sua posição muito discutida, pelo fato de possuir grande semelhança morfológica com *Sessea* diferindo pelo tipo de fruto: em *Cestrum*, o fruto é bacáceo com sementes prismáticas, enquanto em *Sessea* é capsular com sementes aladas. Devido às semelhanças morfológicas existentes Carvalho e Schnnor (1997) incluíram *Sessea* como uma seção dentro do táxon *Cestrum*.

Este trabalho teve como objetivo, realizar um levantamento das espécies de *Cestrum* no sul da Bahia.

## Material e Métodos

Foram feitos levantamentos das espécies de *Cestrum*, tomando por base os espécimes provenientes das coletas dos projetos: Flora dos Inselbergs da Região de Milagres - Bahia, Mata Atlântica e Restinga do litoral norte da Bahia e Flora da Chapada Diamantina.

Suas exsicatas encontram-se depositadas nos herbários: Alexandre Leal Costa (ALCB), da Universidade Federal da Bahia, CEPEC - do Centro de Pesquisa do

Cacau, Radam Brasil (HRB) e Herbário da Universidade Estadual de Feira de Santana.

Além do material coletado dos herbários acima citados, foram analisados materiais de diferentes herbários do Brasil, principalmente os da Bahia, além de outros Estados que possuem uma coleção representativa para o Estado da Bahia, a fim de obter maiores detalhes sobre as diferenças entre as espécies do gênero *Cestrum*. Os nomes dos Herbários estão relacionados abaixo, citados segundo Holmgren *et al.* (1990):

**Amazonas** - INPA, Instituto nacional de Pesquisas da Amazônia.

**Bahia** - ALCB, Alexandre Leal Costa - Universidade Federal da Bahia.

HUEFS, Herbário da Universidade Estadual de Feira de Santana.

UESC, Herbário da Universidade Estadual de Santa Cruz.

CEPEC, Centro de Pesquisa do Cacau.

**Distrito Federal** - UB, Fundação Universidade de Brasília.

**Paraná** - CNPF, Centro Nacional de Pesquisa de Florestas.

MBM, Herbário do Museu Municipal de Curitiba.  
R, Herbário do Museu Municipal de Curitiba.

**Rio de Janeiro** - RB, Herbário do Jardim Botânico do Rio de Janeiro.

**São Paulo** - SPF, Herbário do Departamento de Botânica da Universidade de São Paulo.

IAC, Instituto Agrônomo de Campinas.

SP, Herbário do Instituto de Botânica do Jardim Botânico de São Paulo.

Coletas foram realizadas preferencialmente em áreas protegidas próximas aos municípios de Ilhéus - Parque Zoobotânico da CEPLAC, Itabuna, Marau, Camamu, Wenceslau Guimarães - Estação Ecológica Estadual Nova Esperança, Una - Reserva Biológica de Una, Jussari e Porto Seguro- Parque Nacional Monte Pascoal, no período de 1999 e 2000 em caminhadas assistemáticas mensais.

O gênero *Cestrum* por possuir uma distribuição considerável no Bioma Mata Atlântica e precisando ter mais estudos taxonômicos sobre tal gênero, percebeu-se que o sul da Bahia seria uma área interessante para se fazer um levantamento das espécies de *Cestrum*, o que iria contribuir para elucidação de algumas confusões taxonômicas sobre tal gênero.

O material coletado foi identificado descrito e

ilustrado da maneira convencional utilizada em estudos taxonômicos. Para a descrição, tomou-se por base a análise da morfologia externa dos exemplares examinados, segundo os conceitos definidos por Francey (1935) e Barroso *et al.* (1991). Foi utilizado Brummit e Powell (1992), como referência para os nomes dos autores das obras. Todo material testemunho encontra-se depositado no Herbário CEPEC, do Centro de Pesquisa do Cacau, localizado em Ilhéus, Bahia.

O endemismo relacionado a *C. salzmannii* Dunal, foi estabelecido pela verificação dos resultados das coletas de campo e pelo levantamento das espécies depositadas nos herbários consultados.

## Resultados e Discussão

*Cestrum* L., Sp. Pl. 191.1753

*Meyenia* Schltl., *Linnaea* 8: 251. 1833. Tipo: *M. fasciculata* Schltl.

*Habrothamnus* Endl., Gen. Pl. 667, 1839. Tipo: baseado em *Meyenia* Schltl.

Arbustos ou árvores, raramente escandentes, glabros ou pubescentes com pelos simples ramificados. Folhas alternas, inteiras, lisas ou um tanto onduladas, membráceas à cartáceas, pecioladas, pecíolo curto; limbo de forma variável, podendo ser ovado-lanceolado, obovado-lanceolado, elíptico-lanceolado ou lanceolado. Estípulas ausentes ou, quando presentes, foliáceas de forma variada, mas no maior número de vezes com formas e características pedunculadas, solitárias ou compostas por muitas flores, axilares e/ou terminais, sésseis ou pediceladas, as axilares racemosas, espiciformes ou fasciculadas, as terminais corimbosas ou paniculadas, com poucas a muitas flores suavemente aromáticas. Brácteas ausentes ou presentes, quando presentes são pequenas e foliáceas, glabras ou pilosas. Flores alvas, verdes, amareladas, ou violáceas. Cálice gamossépalo, campanulado, subcampanulado, cilíndrico, subcilíndrico ou urceolado tubuloso, piloso, tricomas tectores simples, 5 laciniado; corola infundibuliforme, constricta na altura das lacínias ou sem constrictão, glabra, 5 laciniado, lacínias lanceoladas, estreitas lanceoladas a ovada lanceolada com margens involutas, pilosas, tricomas tectores simples. Androceu formado por cinco estames iguais ou raramente com 1 a 3 menores e aderidos ao tubo da corola, tendo a metade ou menos da metade dos filetes livres, filetes filiformes, glabros, pubérulos ou pilosas, tricomas tectores simples, anteras orbiculares, elipsóides ou cordiformes, ovário súpero, globoso, semigloboso ou ovóide, glabro, presença de disco nectarífero carnososo, estilete simples,

estigma captado ou levemente bilobado, piloso. Fruto baga, oval, ovóide, elipsóide ou oblongo, com cálice persistente até a maturação, bilocular 3 – 8 óvulos por lóculo, glabro, roxo ou branco quando na maturação. Sementes arredondadas pelo dorso, oblongas ou elípticas, glabras, marrom ou preta, embrião reto ou raramente curvado.

**1. *Cestrum salzmannii* Dunal** in A. DC. Prodr. 13(1): 626, 1852.

Figura 1: a-c.

Árvore 2 m alt., caule ereto, ramos rígidos. Lâmina foliar 9-12 x 4-5 cm, subcoriácea, oblonga-lanceolada, ápice acuminado, base inequilátera, margem inteira, face abaxial e adaxial glabra, 8-10 nervuras secundárias, pecíolo 3-6mm de comprimento, ca. 1mm de diâmetro, cilíndrico, pubérulo, tricomas, simples. Inflorescência axilar racemosa, composto por 5-9 flores, brácteas ausentes, flores sésseis, alvas, 1,2 cm de comprimento. Cálice ca. 5 x 2 mm, verde-claro, campanulado, curtamente 5 laciniado, piloso, tricomas tectores simples, lacínias agudas, corola ca. 2,8 cm de comprimento, por 2 mm de diâmetro, infundibuliforme, glabra, com 5 lacínias lanceoladas 2 x 2 mm, levemente constricta próximo as lacínias, lacínias com margens inflexas pilosa, tricomas tectores simples, filetes adnatos ao tubo da corola ca.18 mm de comprimento, parte livre do filete 3 mm, glabra, parte adnata glabra, anteras ca.1 x 7 mm orbiculares, bitecas, amarelas, ovário ca. 1 x 1 mm, ovoide, bilocular 4 óvulos por lóculo, estilete 2 cm, glabro, estigma 1mm capitado. Baga oval 7 x 5 mm, sésil, roxo na maturação. Sementes ca. 5-6 x 3,5 mm com aproximadamente 2 sementes por fruto, oblonga.

**Tipo:** Brasil, Bahia, P. Salzmann 378 (G-DC)

**Material examinado:** Brasil, Bahia, Município de Itacaré, Marambaia ca. 6 a 8km na estrada de Itacaré/ Serra Grande, A. M. de Carvalho 6052, 15-VII-1995 (CEPEC), Município de Maraú Rodovia BR 330, trecho Ubaitaba/Maraú, S. A. Mori *et al* 11935, s/d (CEPEC), Município de Una, estrada Una-São José 27 km, A. M. Amorim 1274, 14-V-1993 (CEPEC).

**Material adicional:** Bahia, Município de Prado, Reserva Florestal do Brasil de Holanda Indústria S. A. km 18 da Rodovia Itamaraju/Prado 17°11'S 39°20'W, W. W. Thomas 10140, 22-X-1993 (CEPEC), Município de Santo Antônio de Jesus, Rodovia São Miguel dos Matos/ Amargosa, a 7 km do trevo com a Br 101, J. R. Pirani & J. A. Kallunki 2703, 30-I-1993 (CEPEC).

*Cestrum salzmannii* caracteriza-se principalmente

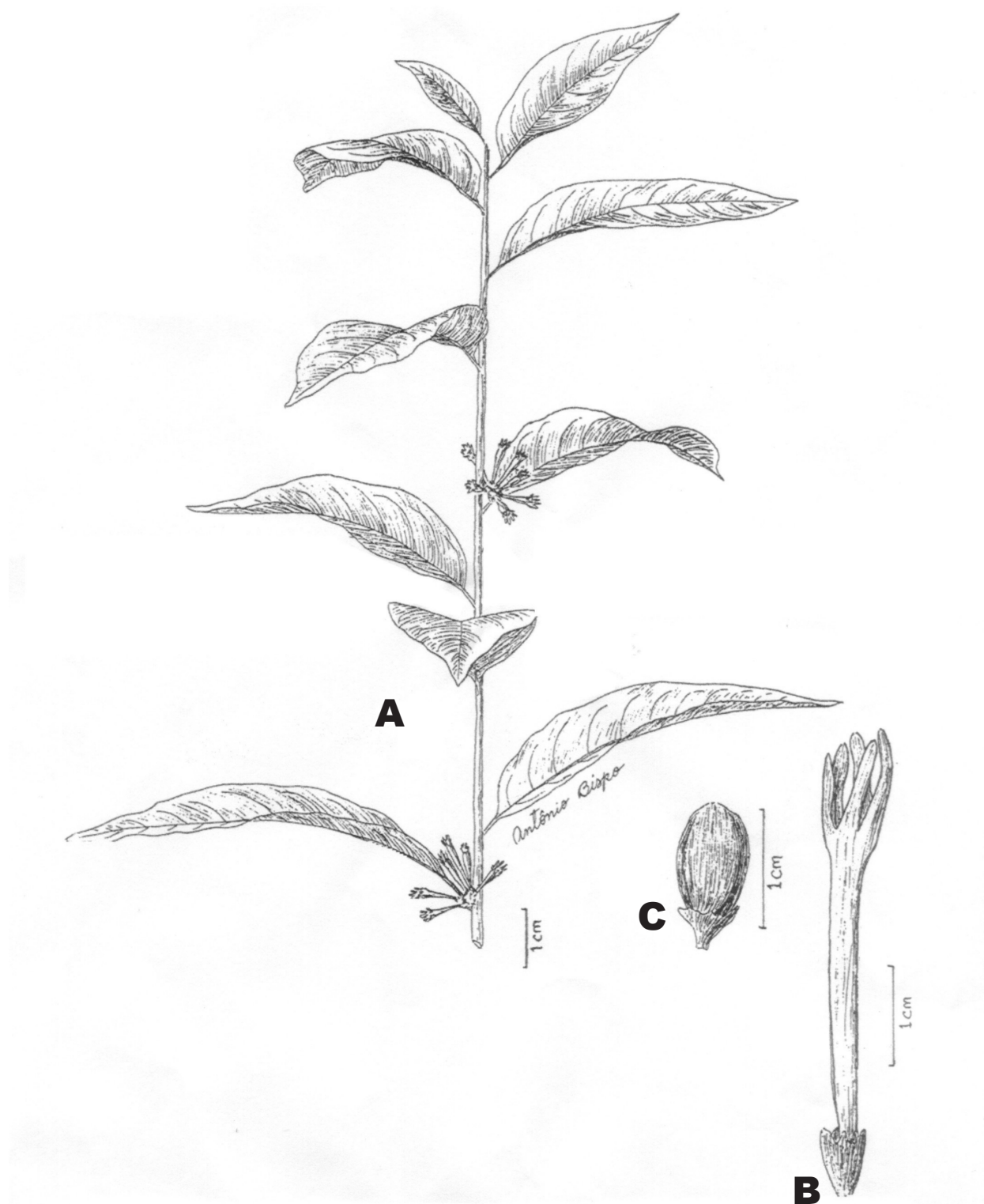


Figura 1. *C. Salzmannii* Dunal: **A** - Aspecto geral do ramo; **B** - Flor; **C** - Fruto.

pela ausência de brácteas e cálice bem desenvolvido em relação as outras espécies do gênero ocorrentes na mesma região, porém com distribuição mais ampla do que *C. salzmännii* que apresenta brácteas pequenas e foliáceas e cálice ca. 2-3 x 2mm, no que diz respeito a coloração das flores *C. salzmännii* se assemelha as flores de *C. megalophyllum* Dunal e *C. martii* Sendtn apresentando flores alvas.

*C. salzmännii* é endêmica na Bahia, sendo encontrada em vegetação de mata higrófila, mata ombrófila densa e restinga. Encontrada com flor de janeiro a julho e com frutos de março a agosto nessas áreas.

### Agradecimentos

Os autores agradecem a Michael Nee do New York Botanic Garden, pela confirmação da espécie, aos Curadores dos Herbários IAC, INPA, MBML e RB pelo empréstimo de material, à CAPES pela concessão de bolsa a primeira autora e ao desenhista Antônio Bispo da CEPLAC/CEPEC, pelas ilustrações.

### Literatura Citada

- ARANHA, C. 1976. Contribuição ao conhecimento do gênero *Cestrum* L. (Solanaceae) no Estado de São Paulo. Tese de Doutorado. Campinas. Universidade Estadual de Campinas. 109p.
- BARROSO, G. M. 1957. Solanaceae. In Flora do Itatiaia. Rodriguésia 20 (32): 75-88.
- BARROSO, G. M. et al. 1991. Sistemática de Angiospermas do Brasil. Viçosa, UFV, V.3.
- BENÍTEZ DE ROJAS, C. E. 1974. Los géneros de las Solanaceae de Venezuela. Revista de la Facultad Agronomica (Venezuela) 7(3): 25-108.
- BENTHAN, G.; HOOKER, J. D. 1873/76. Solanaceae. Genera Plantarum. Londres 2(1): 882-913.
- BROWN, R. 1810. Solanaceae: Prodomus florae novae Hollandiae et Insulae. Van-Diemen, London.
- BRUMMITT, R. K.; POWELL, C. E. 1992. Authors of Plant Names. Kew. Royal Botanic Gardens.
- CARVALHO, L. D. F. de. 1995. Flora Fanerogâmica Parque Estadual das Fontes do Ipiranga: Solanaceae. Hoehnea 12: 70-72.
- CARVALHO, L. D. F.de; SCHNNOR, A. 1997. Sessea carvalho et Schnnor - nova seção para o gênero *Cestrum* (Solanaceae). Rodriguésia 45/59: 15-24.
- CRONQUIST, A. 1981. An Integrated System of Classification of Flowering Plants. New York, Columbia. University Press.
- D'ARCY, W.G. 1973. Solanaceae. In: R. E. Woodson, R. W. Schery (Eds) Flora of Panama, Part. IX. Annals of the Missouri Botanical Garden 60(3): 573-780.
- DUCKE, A. 1915. Plantes Nouvelles ou peu Connues de la Region Amazonienne. Solanaceae. Arquivo do Jardim Botânico do Rio de Janeiro 1:54-57, 2 est.
- FRANCEY, P. 1935. Monographie du genre *Cestrum* L. Candollea 6: 46-398.
- GAERTNER, J. 1791. Solanaceae: De Fructibus et Seminibus Plantarum 2: 236-244.
- HOLMGREN, P. K.; HOLMGREN, N. H.; BARNET, L. C. 1990. Index Herbarium. Part: 1: The herbaria of the world, 8 ed. New York. New York Botanical Garden.
- LEÃO, I. C. 1972. Relação das espécies de Solanaceae de ocorrência em Pernambuco, I. Instituto Biológico, Série B, Estudos e Pesquisas 1: 1-32.
- LEITÃO, H. de F., ARANHA, C.; BACCHI, O. 1975. Solanaceae. In Plantas invasoras de culturas no Estado de São Paulo. s.l., s.e. pp. 2-597
- LINNÉ, C. V. Species Plantarum 1, 1753.
- LÖEFGREN, A. 1897. Flora Paulista II. Solanaceae. Com. Geogr. Geol. São Paulo. pp. 1-145.
- LÖEFGREN, A. 1922. Plantes Nouvelles ou peu Connues de la Région Amazonienne II. Solanaceae. Arquivo do Jardim Botânico do Rio de Janeiro 3: 250-252.
- NEE, M. et al. 1999. Flora da Reserva Ducke: Guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra-firme na Amazônia Central. Manaus, INPA.
- OLIVEIRA, F. D. 1968. Solanáceas do Estado de São Paulo. Revista da Faculdade de Farmácia e Bioquímica da Universidade de São Paulo 6(2): 215-235.
- PITTIER, H. 1932. Studies in Solanaceae I. The Species of *Cestrum* Collected in Venezuela up to 1930. Journal Wash. Academic Science 22(2): 25-37.

- RAMBO, B. 1961. Solanáceas Riograndenses. Pesquisa Botânica 11: 1-69.
- SYMON, D. E. 1981. The Solananceous Genera *Browallia*, *Capsicum*, *Cestrum*, *Cyphomandra*, *Hyoscyamus*, *Lycopersicon*, *Nierembergia*, *Physalis*, *Petunia*, *Salpichroa* and *Withania*, naturalised in Australia. Journal of the Adelaide Botanic Gardens 3: 133-66.
- VELOSO, H. P. 1945. Solanaceae *In*: As Comunidades e as Estações Botânicas de Teresópolis, Estado do Rio de Janeiro. Boletim do Museu Nacional de Botânica 3: 1-95.

## ALTURA DA ENXERTIA DE COPA EM SERINGUEIRA

*Vicente H. de F. Moraes*

Embrapa Amazônia Ocidental. Caixa Postal 319, 69011-170, Manaus, Amazonas, Brasil;  
vicente@cpaa.embrapa.br

A altura da enxertia de copa em seringueira pode ser fator decisivo do sucesso dessa operação, sob condições de incidência severa de doenças das folhas, como as da bacia central da Amazônia. Com a enxertia de clones resistentes a menor altura que as usualmente adotadas, o período de vulnerabilidade é abreviado. Em teste de três alturas de enxertia, com a copa PA 31 (*Hevea pauciflora*) sobre o tronco de Fx 4098 (*H. brasiliensis*), correspondendo aos tratamentos: A (1,6m a 1,7m), B (2,0m a 2,1m) e C (2,4m a 2,5m), a altura não influenciou na produção de borracha por árvore. Porém, no primeiro ano de exploração, em função da sua maior percentagem de plantas aptas à sangria, a produção por hectare/ano do tratamento A pode ser estimada em mais que o dobro da produção do tratamento C. A copa PA 31 reduziu a Plasticidade Inicial e o Índice de Retenção de Plasticidade, sem atingir os limites mínimos aceitáveis. A Viscosidade Mooney, excessiva no Fx 4098 com copa própria, foi reduzida para valores mais baixos sob a copa de PA 31. As diferenças dessas características entre as três alturas testadas foram menores e menos consistentes que entre as plantas com copa enxertada e com copa própria. Tendo em conta resultados da Indonésia, com copa de *H. brasiliensis*, e as vantagens demonstradas no experimento com PA 31, é recomendada a altura entre 1,7 m e 1,8 m, para a enxertia com copas resistentes ao mal-das-folhas.

**Palavras-chave:** *Hevea* spp, mal das folhas, borracha, características tecnológicas

**Height of rubber crown budding.** The height of crown budding may be decisive for the success of this operation, under conditions of severe disease incidence, as in the amazonian central basin. Budding SALB resistant crowns at a lower height than the usually adopted reduces the vulnerable period. In a trial of three budding heights, with PA 31 (*Hevea pauciflora*) as the crown of Fx 4098 (*H. brasiliensis*), corresponding to the treatments: A (1.6m to 1.7m), B (2.0m to 2.1m) and C (2.4m to 2.5m), no influence of the height on the yield per tree was found. However, because of its higher percentage of trees into tapping in the first year, the yield per hectare of the treatment A was more than the double of the treatment C. The Initial Plasticity and the Plasticity Retention Index were reduced under the PA 31 crown, without reaching the lowest acceptable limits. The Mooney Viscosity, exceedingly high in Fx 4098 with its own crown, was reduced to lower values under the budded PA 31 crown. The differences of these characteristics among the three budding heights were lower and less consistent than the differences between the crown budded plants and the Fx 4098 with its own crown. Considering previous results with budded *H. brasiliensis* crowns in Indonesia and the advantages shown in the experiment with PA 31, the height between 1.7 m and 1.8 m is recommended for crown budding with SALB resistant crowns.

**Key words:** *Hevea* spp, SALB, rubber yield, technological characteristics

## Introdução

O intervalo de altura entre 2,1 m e 2,4 m foi recomendado na Malásia, para enxertia em clones de *H. brasiliensis* de alta produtividade, mas suscetíveis à quebra pelo vento, ou a enfermidades das folhas, com copas de clones resistentes, também de *H. brasiliensis* (Yoon, 1975). Em experimentos da Chemara Research Station, na Malásia, a altura média foi de 2,7 m (Tan e Leong, 1976).

Grande parte dos trabalhos publicado sobre enxertia de copa, no Brasil, omite o detalhe da altura da enxertia. A altura média de 2,2 m é registrada por Gomes et al. (1982), Ferraz e Bergamin Filho (1982) e Maia (1982). Souza e Lion (1989) propuseram a adoção do intervalo de 2,3 m a 2,5 m.

Radjino (1969), não encontrou diferença significativa de produção de borracha em função da altura da enxertia de copa, em experimento que incluía 1,7 m como altura mínima. Yoon (1975) não apresentou justificativa para a recomendação do intervalo de 2,1 m a 2,4 m. Em análise retrospectiva de 20 experimentos sobre enxertia de copa na Malásia, Leong e Yoon (1976) deixaram de apresentar os dados de produção do único experimento sobre altura da enxertia, que incluía um tratamento com a enxertia feita a 1,7 m.

Aparentemente, a altura da enxertia de copa foi considerado um fator secundário na Malásia. É provável que na recomendação do intervalo de 2,1 m a 2,4 m, e não de um intervalo mais baixo, tenha sido considerada a fase final de exploração do seringal, com corte ascendente, o qual seria dificultado pela maior proximidade da superfície irregular do tecido de união do enxerto. Souza e Lion (1989) argumentaram que o intervalo de 2,2 m a 2,5 m permitiria melhor ventilação sob as copas, reduzindo a umidade que favorece a incidência de doenças do painel de sangria.

Verifica-se assim, que a escolha da altura para a enxertia de copa, nas áreas sujeitas a surtos epidêmicos do mal-das-folhas (*Microcyclus ulei*), da Amazônia e do litoral sul da Bahia, não foi baseada em resultados experimentais. Porém, ao contrário do sudeste da Ásia, a antecipação da enxertia de copa, nessas duas regiões do Brasil, pode tornar-se um fator decisivo do sucesso, face ao risco da incidência de graves enfermidades das folhas, nas plantas jovens dos clones de painel, antes da enxertia de copa, além disso há vantagens intrínsecas à maior facilidade de execução da enxertia a menor altura.

A enxertia com copas resistentes ao mal-das-folhas é a única medida disponível para a remoção do impedimento imposto por essa enfermidade à heveicultura nas áreas amazônicas sem estação seca

pronunciada (Vieira, 1989; Pinheiro et al, 1989; Junqueira Moraes e Lima, 1989; Souza e Lion, 1989). Com essa finalidade devem ser utilizados clones de copa com resistência estável ao *M. ulei*, como os de *H. pauciflora*, *H. benthamiana*, ou, de preferência, os híbridos *H. pauciflora* x *H. guianensis* var *marginata*, de obtenção mais recente (Moraes, 2000).

Quanto à produção em função da altura, tais clones poderiam dar resultados divergentes dos obtidos por Radjino (1969), com copas de *H. brasiliensis*, o que constitui razão adicional para medir experimentalmente os efeitos da altura da enxertia de copa nas condições da Amazônia sempre úmida. Além do efeito da altura da enxertia sobre a produtividade, é importante também determinar que influência a altura da enxertia pode exercer sobre as características tecnológicas da borracha. Sem levar em conta a altura da enxertia, tais alterações foram demonstradas como aceitáveis, com copas de *H. brasiliensis* (Tan e Leong, 1976 e Leong et al. 1986), e de *H. pauciflora* (Souza e Lion, 1982).

Com essa finalidade, foi instalado um experimento em Manaus, cujos resultados até o início da exploração foram relatados por Moraes (1995). Neste trabalho são apresentados os resultados dos cinco primeiros anos de sangria desse experimento.

## Material e Métodos

O experimento foi iniciado em junho de 1988, no Campo Experimental da Embrapa Amazônia Ocidental, em Manaus, com o plantio de mudas em sacos de plástico, com 2 lançamentos foliares, do clone Fx 4098, no espaçamento de 7m x 3m

O solo onde o experimento foi instalado é um Latossolo Amarelo muito argiloso, desmatado em 1960, cujo grau de esgotamento de nutrientes e de compactação apenas permitia o crescimento de plantas herbáceas, com dominância de capim taripucu (*Paspalum virgatum*) e maria-mole (*Commelina erecta*), espécie indicadora de má drenagem.

Foram testados como copas os clones PA 31 (*H. pauciflora*) e IAN 6158 (*H. brasiliensis* x *H. benthamiana*), enxertados a 3 alturas: A) 1,6 m a 1,7 m; B) 2,0 m a 2,1 m, e C) 2,4 m a 2,5 m. A enxertia foi feita no caule com casca verde, abaixo do último, ou do penúltimo lançamento. O ensaio foi instalado em parcelas de 24 plantas, com 4 repetições e bordadura simples, comum para o experimento. A decapitação dos enxertos foi feita aos 30 dias após a enxertia. Os tratos culturais aplicados foram descritos por Moraes (1955).

As plantas enxertadas com copa de IAN 6158 não chegaram a atingir o tamanho mínimo para o início da sangria aos seis anos e meio após o plantio, em janeiro de 1955, (Moraes, 1955), quando a sangria foi iniciada nos tratamentos com a copa PA 31, com o tratamento A (1,6 m a 1,7 m) apresentando 69,6 % de plantas aptas à sangria e os tratamentos B (2,0 m a 2,1 m) e C (2,4 m a 2,5 m), respectivamente, 49,5 % e 26,7%. As densidades dos tratamentos A, B e C, nessa fase, correspondiam a 403, 412 e 396 plantas/ ha, respectivamente (Moraes, 1995).

A sangria foi feita no sistema  $\frac{1}{2}$  S d/3 6d/7 12m/y, Et. 2,5 Pa (1, 1), 6/y, iniciada a 1,5m do solo, no painel BO 1, com coagulação do látex na tigela. Os coágulos de todas as sangrias foram pesados mensalmente, por parcela, após secagem ao ar até peso constante e calculada a produção por árvore por sangria (g/a.s.) de cernambi seco ao ar. As médias anuais de g/a.s. foram submetidas à análise da variância e ao teste F a 5%.

No início da sangria foi medido o perímetro do caule a 1,5 m do solo, com medições subsequentes ao final de cada ano de sangria, quando foram incluídas na sangria as plantas que haviam atingido 45 cm de perímetro do caule a 1,5 m do solo e recalculadas as percentagens de plantas em sangria. Dos perímetros médios foram calculados os incrementos anuais, submetidos ao mesmo tratamento estatístico dos dados de produção de borracha.

Ao final do primeiro ano de sangria foi medida a percentagem do comprimento de corte seco, de acordo com Dintinger, Nicolas e Nouy (1981).

Amostras de borracha crua, para análise das características tecnológicas, foram obtidas de sangrias durante 3 meses do painel BO 2, aberto a 1,5 m do solo, no mesmo sistema de sangria do painel BO 1. Ao final do 3º mês foram colhidas amostras de 500 mL de látex das três primeiras repetições do experimento, dos tratamentos A, B, e C.

Para comparação com a borracha do Fx 4098 com copa própria, foram colhidas amostras de três repetições de seis plantas desse clone, da bordadura de um ensaio

de avaliação de clones, em solo idêntico ao do ensaio da altura da enxertia e com procedimentos idênticos de sangria e coleta de amostras. Nessa bordadura de Fx 4098 não ocorre ataque severo do mal-das-folhas, devido à melhor exposição aos ventos.

No laboratório as amostras foram diluídas com 500 mL de água limpa, de torneira, e adicionados, com leve agitação, 15 mL de ácido acético a 5%. A seguir o látex foi transferido para bandejas de alumínio, deixadas em posição horizontal até a manhã do dia seguinte, quando os coágulos foram prensados na própria bandeja, lavados várias vezes com água de torneira e colocados a secar à sombra por 5 dias. A secagem foi completada com 12 horas em estufa, a 65° C.

A determinação das características tecnológicas foi feita no laboratório da QR – Borrachas Quirino Ltda, de Cedral, São Paulo, por cortesia da empresa. Foi determinada a Viscosidade Mooney, a Plasticidade Inicial (P 0) e a Plasticidade Final (P 30), das quais foi calculado o Índice de Retenção de Plasticidade (IRP).

## Resultados e Discussão

### a) Produção e percentagem de plantas aptas à sangria.

Em nenhum dos 5 anos de sangria foram encontrados valores significativos de F a 5%, entre as médias anuais de produção por árvore por sangria nas diferentes alturas de enxertia (Tabela 1). Entretanto, em função das percentagens de plantas aptas à sangria, relatadas por Moraes (1995), a produção em kg/ha do tratamento A, no primeiro ano, foi mais que o dobro da produção do tratamento C, que apresentava apenas 26,7% de plantas aptas à sangria.

No início do segundo ano, as percentagens de plantas em sangria foram de 92,3 no tratamento A, 88,5 no tratamento B e 53,4 no tratamento C, que, desse modo, só teria entrado em sangria comercial aos sete anos e meio.

Tabela 1 - Produção média anual de cernambi seco ao ar, em gramas/árvore/sangria (g.a.s.), da combinação copa/painel PA 31/Fx 4098, com a copa enxertada a três alturas.

Altura (m)	Anos					Médias
	1995	1996	1997	1998	1999	
1,6m a 1,7m	26,2 n.s.	36,1 n.s.	42,5 n.s.	44,0 n.s.	48,3 n.s.	39,8 n.s.
2,0m a 2,1m	28,5 n.s.	37,2 n.s.	41,8 n.s.	47,1 n.s.	46,1 n.s.	40,1 n.s.
2,4m a 2,5m	25,4 n.s.	36,8 n.s.	43,4 n.s.	45,9 n.s.	47,4 n.s.	39,9 n.s.

n.s. = Não significativo pelo teste F a 5%. C.V. = 28,3%

O atraso do crescimento inicial e a quebra de brotações novas dos enxertos de copa, na enxertia feita a 1,7 m, comparada a 2,2 m e 2,7 m, relatados por Leong e Yoon (1976), foram devidas à decapitação simultânea dos enxertos feitos nessas três alturas, de sorte que nos enxertos mais baixos a brotação ocorreu no caule mais grosso, o que retarda a soldadura do enxerto ao redor do caule e os ventos causam maior oscilação das brotações, devido à pouca flexibilidade do caule, provocando a ruptura no tecido de união ainda fraco. Com a decapitação após o pegamento dos enxertos feita no presente trabalho, a soldadura ao redor do caule ainda fino é mais rápida e a antecipação da formação das novas copas promove retomada mais rápida do incremento radial do caule, assegurando vantagem para os enxertos feitos mais cedo, a menor altura.

No tratamento C as diferenças foram acentuadas pela progressiva incidência da mancha areolada (*Tanathephorus cucumeris*) no Fx 4098 antes da enxertia, que resultou em baixo índice de pegamento dos enxertos, exigindo vários repasses de enxertia, com acréscimo de custo (Moraes, 1995). A diferença na percentagem de plantas aptas à sangria entre os tratamentos A e B, cuja enxertia foi feita com inóculo ainda baixo de *Tanathephorus cucumeris* (Moraes, 1995), mostra de modo inequívoco a redução do período de imaturidade com a enxertia mais baixa.

#### b) Incrementos do caule

Os incrementos anuais, durante os 5 anos de avaliação da produção, foram relativamente altos (Tabela 2), também sem diferença significativa entre os tratamentos, pelo teste F a 5 %.

Mesmo na fase de exploração, o crescimento sob a copa PA 31 foi muito maior que sob a copa IAN 6158. Embora tenha ocorrido quebra de resistência do IAN 6158 ao mal-das-folhas (Gasparotto et al., 1992), a incidência dessa doença não foi alta. A alta frequência de morte regressiva dos ramos da copa IAN 6158 e as folhas pequenas, com sintomas de deficiência múltipla de

nutrientes, sugerem que o melhor crescimento sob a copa PA 31 deve-se à sua maior rusticidade e melhor adaptação a solos mal drenados, como o da área do experimento.

#### c) Percentagem do comprimento de corte seco.

Ao final do primeiro ano de sangria foram registradas as médias de 23,9%, 15,5% e 20,3% de comprimento de corte seco, respectivamente nos tratamentos A, B e C. Por coincidência, no tratamento A, que apresentou a maior incidência de corte seco, ocorreu uma parcela com ausência de corte seco, o que demonstra que houve grande dispersão dos dados, que não se aproximam da distribuição normal, inviabilizando a aplicação dos modelos clássicos de análise estatística. No tratamento B, o valor mais baixo foi de 3,8% e o mais alto, de 37,5%, e, respectivamente de 11,1% e 29,4% no tratamento C. Deixou de ser feita a determinação das percentagens de comprimento do corte seco a partir do segundo ano de sangria, por não ter sido observado visualmente o agravamento desse problema e não ter ocorrido novos casos de redução brusca de produção devida ao secamento.

#### d) Características tecnológicas da borracha.

A Tabela 3 apresenta os resultados das determinações da Plasticidade Inicial (P 0), do Índice de Retenção de Plasticidade (IRP) e da Viscosidade Mooney. Nesse quadro foram omitidos os dados da Plasticidade Final (P 30), utilizados para o cálculo da IRP.

O IRP e a P0 da borracha do Fx 4098 com a copa PA 31, nas três alturas de enxertia, foram mais baixas que a do Fx 4098 com copa própria, porém ainda superiores aos limites de 50 e 30, respectivamente de IRP e P0, estabelecidos para a classificação do Granulado Escuro Brasileiro, tipo 1. Resultados semelhantes foram relatados por Lion, Castagnola e Souza (1982), para vários clones de painel com a copa PA 31.

Houve diferença significativa dessas características em pelo menos uma das alturas testadas. O IRP foi mais baixo na enxertia entre 1,6 m e 1,7 m, sem diferença significativa entre as outras duas alturas, o que poderia

Tabela 2 - Incrementos de perímetro do caule (cm), a 1,5 m do solo, durante os cinco anos de sangria.

Altura (m)	Anos					Médias
	1995	1996	1997	1998	1999	
1,6m a 1,7m	5,4 n.s.	4,8 n.s.	6,1 n.s.	5,9 n.s.	5,7 n.s.	5,9 n.s.
2,0m a 2,1m	3,9 n.s.	4,5 n.s.	4,7 n.s.	6,3 n.s.	4,3 n.s.	5,5 n.s.
2,4m a 2,5m	4,1 n.s.	5,9 n.s.	5,1 n.s.	6,1 n.s.	5,5 n.s.	5,3 n.s.

n.s. = Não significativo pelo teste F a 5%. C.V. = 32,1 %

Tabela 3 - Características tecnológicas da borracha do clone Fx 4098 com copa própria e da combinação copa/painel PA 31/Fx 4098, com a copa enxertada a três alturas. PO = Plasticidade Inicial; IRP = Índice de Retenção de Plasticidade.

Amostra	PO	IRP	Viscosidade Mooney
Fx 4098			
Com copa própria	64,3 a	88,8 a	-
PA 31/Fx 4098			
1,6m a 1,7m	46,0 b	73,2 c	84,7 a
PA 31/Fx 4098			
2,0m a 2,1m	37,3 c	79,5 b	75,7 b
PA 31/Fx 4098			
2,4m a 2,5m	46,0 b	80,8 b	72,4 c

Letras diferentes em seguida aos valores de PO e IRP indicam diferença significativa a 1% pelo teste de Tuckey e a 5%, pelo mesmo teste, para os valores de Viscosidade de Mooney.

CV de PO = 10,54%; CV de IRP = 19,29%; CV de Viscosidade de Mooney = 31,76%

ser interpretado como um efeito mais acentuado de redução do IRP com a enxertia mais baixa. Essa tendência não foi verificada para a P0, cujo valor mais baixo é do intervalo intermediário (2,0m a 2,1m).

A borracha do Fx 4098 com copa própria apresentou viscosidade tão alta que causou a ruptura do rotor do viscosímetro, impossibilitando sua determinação. Houve portanto, nesse caso, um efeito benéfico das copas enxertadas. Entretanto, é necessário verificar se a viscosidade excessiva é uma característica própria do Fx 4098, ou devida a condições locais específicas.

A alteração da viscosidade é o efeito das copas enxertadas sobre as características da borracha do clone de painel posto em maior evidência (Tan e Leong, 1976; Leong e Yoon, 1976; Leong et al., 1986; Simmonds, 1988). Leong et al (1986) demonstraram que as copas enxertadas, cuja borracha é de baixa viscosidade, reduzem a viscosidade da borracha de clones com valores altos e médios dessa característica. Por outro lado, clones com borracha de alta viscosidade, quando enxertados como copa, aumentam a viscosidade de clones de painel com borracha de baixa e média viscosidade. Assim os autores deduziram que a viscosidade das combinações copa/painel pode ser prevista, com base nos valores de viscosidade dos clones componentes de cada combinação.

A alta concordância desse efeito com o modelo aditivo é interpretada por Simmonds (1998) como resultado de um certo grau de mistura do látex do clone de painel com o látex do clone de copa. Essa mistura deve ocorrer

devido à “área de reequilíbrio” (Lustinec et al., 1966), que se estende até à copa, com movimento lento do látex.

A coleta das amostras obtidas da sangria do início do painel BO 2, a 1,5m do solo, e, conseqüentemente, mais próxima da união do enxerto de copa, levou em conta esse efeito, para assegurar condições favoráveis a maior alteração das características tecnológicas analisadas.

Como houve redução da viscosidade sob a copa PA 31, a viscosidade da borracha dessa copa deve ser mais baixa que a do Fx 4098, mas a redução deveria ter sido maior na enxertia a menor altura, em que as copas ficam mais próximas da “área drenada”, porém foi observado o inverso. As reduções foram proporcionais à altura da enxertia (Tabela 3), mostrando que o processo pode ser mais complexo que o proposto por Simmonds (1988).

Os resultados demonstram ser vantajosa a enxertia na menor altura (1,6 m a 1,7 m), tendo em conta a ausência de efeito sobre a produção ou de alterações das características tecnológicas que comprometam a classificação, bem como as vantagens dessa menor altura, de redução de custo e do período de imaturidade, evidenciadas por Moraes (1995).

Para evitar que a união do enxerto fique muito próxima da extremidade mais alta do corte iniciado a 1,5 m do solo, recomenda-se a adoção da faixa de 1,7 m a 1,8 m. Trata-se, evidentemente, de recomendação para a maioria das plantas a serem enxertadas. Em um certo número de plantas haverá necessidade de adotar alturas um pouco acima ou abaixo desse intervalo, como no caso da necessidade de mais de um repasse da enxertia.

Não houve diferença em altura da copa das plantas adultas com a enxertia a diferentes alturas, não havendo, portanto, influência na ventilação abaixo das copas, como previsto por Souza e Lion (1989). Por outro lado, a presumível vantagem da enxertia mais alta, para facilitar o corte ascendente, não se aplica a copas enxertadas de *H. pauciflora*, ou de seus híbridos, porque a maior parte da área drenada seria situada no clone de copa, cuja produção de borracha é baixa e de qualidade inferior (Wisniewski e Melo, 1986)

Os resultados idênticos quanto ao efeito da altura da enxertia sobre a produção, com copas de *H. brasiliensis* (Radjino, 1969) e com a copa PA 31, indicam que esse resultado pode ser estendido a outras combinações copa/painel, sendo necessário, entretanto, determinar as características tecnológicas de novas combinações copa/painel que vierem a destacar-se em vigor e produtividade.

### Conclusões

A altura da enxertia de copa do clone PA 31, de *H. pauciflora*, sobre o painel do clone de *H. brasiliensis* Fx 4098, não influenciou na produção de borracha por árvore.

Os valores da Plasticidade Inicial, do Índice de Retenção de Plasticidade e da Viscosidade Mooney, com a copa PA 31 enxertada a diferentes alturas, situaram-se dentro dos limites estabelecidos para a classificação da borracha como Granulado Escuro Brasileiro tipo 1.

A redução da altura da enxertia de copa para cerca de 1,7 m resulta em apreciável redução do período de imaturidade e aumento de produção de borracha por hectare, no primeiro ano de exploração.

### Literatura Citada

DINTINGER, J.; NICOLAS, D.; NOUY, B. 1981. Nouveaux critères de selection precoce de *l'Hevea*. Definition et premières résultats. *Révue Générale des Caoutchoucs et Plastiques* 58 (609): 85-91

FERRAZ, E. C.; BERGAMIN FILHO, A. 1982. A utilização da enxertia de copa por heveicultores do sul da Bahia. *In* Seminário sobre Enxertia de Copa de Seringueira, 1, Brasília, 1981. Anais. Brasília, SUDHEVEA. pp. 58-64.

GASPAROTTO, L. et al. 1992. Surto do mal das folhas (*Microcyclus ulei*) em seringal enxertado com copa do clone IAN 6158 em Manaus, AM. *Fitopatologia Brasileira* nº 17: p. 192. (Resumo).

GOMES, A. R. S.; VIRGENS FILHO, A. de C. ; MARQUES, J. R. B. 1982. Performance de algumas combinações (clones de

copa x painel) em seringueira. *In* Seminário sobre Enxertia de Copa de Seringueira. 1, Brasília, 1981. Anais. Brasília, SUDHEVEA. pp. 40-51

JUNQUEIRA, N. T. V.; MORAES, V. H. de F.; LIMA, I. M. P. M. 1989. Comportamento de alguns clones de copa em relação às principais doenças da seringueira. *In* Enxertia de Copa em Seringueira. Manaus, SUDHEVEA. pp. 82-92.

LEONG, W.; YOON, P. K. 1976. RRIM crown budding trials. Progress Report. *In* Rubber Research Institute of Malaysia Planter's Conference. Kuala Lumpur. 1976. Proceedings. Kuala Lumpur, RRIM. pp. 87-115

LEONG, W. et al. 1986. Modification of the Mooney viscosity and other rubber properties by crown budding. *Planter's Bulletin* nº 186: 29-37.

LION, A.; CASTAGNOLA, J.R.; SOUZA, M. I. T. 1982. Observações de campo sobre a enxertia de copa na Guamá Agro-Industrial S/A. *In* Seminário sobre Enxertia de Copa de Seringueira. 1, Brasília, 1981. Anais. Brasília, SUDHEVEA. pp. 82-91.

LUSTINEC, J.; CHUM, C. K.; RESING, W. L. 1966. L'aire drainée chez les jeunes arbres de *l'Hevea brasiliensis*. *Révue Générale des Caoutchoucs et Plastiques* 43(10): 1343-54.

MAIA, F. Z. 1982. A experiência da Cultrosa com a enxertia de copa. *In* Seminário sobre Enxertia de Copa de Seringueira. 1, Brasília, 1981. Anais. Brasília, SUDHEVEA. pp. 65-81

MORAES, V. H. de F. 1995. Altura da enxertia de copa da seringueira. Efeitos sobre o crescimento e o custo da enxertia. Manaus, CPAA. Pesquisa em Andamento nº 98. 6p.

MORAES, V. H. de F. 2000. Avaliação preliminar de clones de copa de seringueira. *Agrotropica (Brasil)* 12(1): 41-44.

PINHEIRO, E. et al. 1989. A enxertia de copa na formação de seringais de cultivo nos trópicos úmidos da Amazônia. *In* Enxertia de Copa em Seringueira. Manaus, SUDHEVEA. pp. 63-81.

RADJINO, R. J. 1969. Effect of *Oidium* and *Dothidella* resistant crowns on growth and yield of *Hevea brasiliensis*. *Journal of the Rubber Research Institute of Malaysia* 21(1): 21-27.

SIMMONDS, N. W. 1988. A reexaminations of some grafting experiments with rubber. *Journal of Natural Rubber Research* 3(1): 30-41.

SOUZA, M. I. R.; LION, A. 1989. Observações de campo na Guamá Agro Industrial S/A (Grupo Pirelli ). *In* Enxertia de Copa em Seringueira. Manaus. SUDHEVEA. pp. 21-27.

TAN, T.; LEONG, T. T. 1976. Chemara crown budding trials. *In* Rubber Research Institute of Malaysia Planter's Conference. Kuala Lumpur, 1976. Proceedings. Kuala Lumpur, RRIM. pp. 116-128.

VIEIRA, A. N. 1989. Informações preliminares sobre enxertia de copa. *In* Enxertia de Copa em Seringueira. Manaus, SUDHEVEA. pp. 9-15.

WISNIEWSKI, A.; MELO, C. F. M. de. 1986. Borrachas naturais brasileiras. VI. Borrachas do gênero *Hevea*. Belém, EMBRAPA/CPATU. Série Documentos nº 38, 36p.

YOON, P. K. 1975. Technique of crown budding. Kuala Lumpur, Rubber Research Institute of Malaysia. 27p.

## SISTEMAS AGROFLORESTAIS COM O CACAUEIRO: UMA TENTATIVA DE BUSCA DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO ESTADO DO AMAZONAS, BRASIL

*Admilson Mota de Brito<sup>1</sup>, Gláucio Cezar Vieira da Silva<sup>1</sup>, Caio Márcio Vasconcellos Cordeiro de Almeida<sup>2</sup> e Paulo Gil Gonçalves de Matos<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>CEPLAC/SUPOC/RECAM. Ministério da Agricultura, Rua Maceió, 460, Bairro Adrianópolis. 69.057-010, Manaus, Amazonas, Brasil, e-mail: ceplacam@bol.com.br. <sup>2</sup>CEPLAC/SUPOC. Av. Gov. Jorge Teixeira, 86, Bairro Nova Porto Velho, 78.904-100, Porto Velho, Rondônia, Brasil, e-mail: ceplac-supoc@enter-net.com.br.

O objetivo do presente artigo é definir os SAF com o cacaueiro mais apropriados para as condições ecológicas de alguns agrossistemas do estado do Amazonas, reunindo as informações agro-econômicas mais relevantes para sua implementação no meio rural, como também subsidiar o processo de modernização da lavoura cacaueira e de expansão de sua fronteira agrícola na Amazônia Ocidental. Com base em pesquisas desenvolvidas pela CEPLAC, em experiências bem sucedidas em áreas de produtores rurais, em experiências de técnicos que atuam na região e na adaptação de tecnologias agroflorestais foram definidos os quatro SAF a seguir: consorciação de cacau e coco (sistema misto permanente) e consorciações de cacau e açaí em renques, cacau, café e coco em renques e cacau, graviola e andiroba em renques, estes três últimos constituindo sistemas mistos permanentes zonais. São definidos diversos aspectos agrônômicos de interesse para implantação e manejo dos referidos SAF, como também níveis de produtividade para as espécies consortes. Finalmente, reúnem-se informações sobre o desempenho financeiro dessa atividade no ano de estabilização da produção das espécies consortes, que evidencia receitas líquidas mensais variando de 2,0 a 4,4 salários mínimos para os SAF em pauta, considerando a exploração de um módulo de 2,0 ha.

**Palavras-chave:** *Theobroma cacao* L., coco, açaí, andiroba, café, graviola,

**Agroforestry systems with cacao trees: an attempt to find sustainable development to Amazon State, Brazil.** This paper aims to define most appropriate agroforestry systems with cacao trees for use in ecological conditions of Amazon State. To attain this purpose agroeconomical informatios were collected with the objctive to modernize and expand the agricultural frontier in the West Amazon Valley. Based on researches done by CEPLAC and growers successful experiences the following systems were defined: cacao and coconut, cacao and assai palm, coffee and coconut, cacao, sour soap and “andiroba”. Several important variables are defined for the stablishment of these agrosystems, as well as, the productivity levels for the species associated with cacao. The financial perfomance of these agro-combinations is presented.

**Key words:** *Theobroma cacao* L., coconut, assai palm, “andiroba”, coffee, sour soap.

## Introdução

Sistemas agroflorestais (SAF) são formas de uso e manejo dos recursos naturais consideradas apropriadas para o processo de ocupação da Amazônia em razão de promover a diminuição da pressão antrópica sobre a floresta primária, oferecer alternativas para melhorar o desempenho de áreas de baixa produtividade ou pelo menos manter a produtividade da terra sem causar degradação, promover a produção diversificada de alimentos básicos, dentre outras vantagens. Em virtude das funções biológicas e socioeconômicas que podem desempenhar, tais sistemas podem contribuir também para solucionar problemas decorrentes do mau uso dos recursos naturais, a exemplo de pastagens degradadas e abandonadas (Montagnini et al., 1992).

Um dos mais antigos SAF da América Tropical é representado pelo cultivo do cacauieiro (*Theobroma cacao* L.) conhecido desde os tempos pré-colombianos pelos Maias, na área compreendida entre o sul do México e a atual fronteira entre Costa Rica e Panamá (Bergman, 1969, León, s.d.). Seu cultivo apresenta muitos dos atributos de sustentabilidade da floresta heterogênea natural, sendo considerada a mais eficiente comunidade vegetal para proteção dos solos tropicais contra os agentes de degradação (Alvim, 1989b).

Existem muitas possibilidades de intercultivo do cacauieiro com plantas de valor econômico. Na Malásia e Indonésia, destaca-se a consorciação cacau x coco (*Cocos nucifera*), enquanto na Índia é mais freqüente o intercultivo com a palmeira *Areca catechu*. Na Bahia, existem pelo menos 6.000 ha com a consorciação cacau x seringueira (*Hevea brasiliensis*), além de cacau x craveiro-da-índia (*Syzigium aromaticum*) e cacau x canela (*Cinnamomum zeylanicum*) (Alvim 1989a; Alvim 1989b; Sena-Gomes, 1995). Em Rondônia, nos últimos seis anos, a consorciação cacau x pupunha (*Bactris gasipaes*) está sendo preferida pelos pequenos produtores rurais e, atualmente, totaliza 4.300 ha implantados (Almeida et. al, 2002). No estado do Amazonas o intercultivo do cacau com outras espécies representa 2.540 hectares, com produção de 1.034 t e produtividade de 495,0 kg de cacau seco/ha, de acordo com censo da FIBGE (2002).

Neste contexto, os SAF com o cacauieiro podem constituir-se numa alternativa apropriada, em termos sócio-econômico, para reduzir a pressão antrópica sobre a cobertura vegetal original do estado de Amazonas. Também, tais SAF podem representar uma opção agrônoma de caminho ambientalmente sustentável, que não degrade o meio ambiente, em substituição aos sistemas de produção predominantes na região e de sustentabilidade duvidosa, tais como: cultura itinerante e pecuária extensiva.

## Antecedente Histórico

A presença da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira – CEPLAC no estado do Amazonas data do ano de 1970 quando foi criada a base física Serviço Experimental em Manaus – SEMA, localizada no município de Manaus, com o objetivo de definir sistema de produção de baixo custo para o cacauieiro, áreas viáveis para a expansão do cultivo e de promover a melhoria da qualidade da produção do estado, dentre outros (Dias, 1975). A referida unidade foi instalada em área do então Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias da Amazônia Ocidental – IPEAAOc, atualmente Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Ocidental – CPAA/ EMBRAPA, mediante convênio de cooperação técnica com o Ministério da Agricultura.

Nessa ocasião, Alvim (1969) registrava que a região amazônica talvez fosse a única zona cacaueira, de certa expressão econômica, que não se beneficiava dos conhecimentos técnicos gerados pela pesquisa. Destacava também que em razão de a escassez de calcário e do elevado preço dos fertilizantes na região a pesquisa tinha de determinar se o cultivo de cacau em terra firme poderia ser uma atividade economicamente recomendável.

Nessa ótica, foram instalados, em 1971, os seguintes experimentos sobre sistemas agroflorestais envolvendo o cacauieiro, dentre outros (Nascimento, 1971): i) “Ensaio comparativo de árvores de sombra” tendo a bananeira (*Musa* sp) como sombreamento provisório e a eritrina (*Erythrina glauca*), castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa*), cumaru (*Dipterix odorata*), copaíba (*Copaifera multijuga*), cajazeira ou taberebazeiro (*Spondias mombin*) e palheiteira ou sombreiro mexicano (*Clitoria racemosa*) como sombreamento definitivo; ii) “Competição de híbridos de cacau sob diferentes espaçamentos” tendo a bananeira como sombreamento provisório e o cumaru e ingá (*Inga* sp.) como sombreamento definitivo; iii) “Competição de espaçamentos de cacauieiros sombreados com noz-do-Brasil”; iv) “Utilização da vegetação secundária como sombreamento do cacauieiro” e v) “Observação do comportamento do cacauieiro sob sombreamento natural da floresta raleada”. Numa visão analítica do programa de pesquisa depreende-se que sua implementação tinha como eixo central identificar espécies sombreadoras e de interesse econômico potenciais para intercultivo com o cacauieiro e definir sistemas de produção alternativos que representassem baixo custo de implantação para o produtor rural.

As pesquisas que visavam identificar espécies sombreadoras de interesse para intercultivo com o cacauieiro evidenciaram os seguintes resultados (Dias, 1975 e 1976): i) bom desempenho agrônomo para o

taberebazeiro e a palheiteira que apresentaram destaque quanto ao crescimento em altura (acima de 8,0 m) e em diâmetro a altura do peito (DAP) (acima de 20,0 cm), aos quatro anos e quatro meses de campo; ii) a copaíba, embora de grande interesse regional pelo valor econômico do óleo produzido, apresentou o pior desempenho agrônomo quanto ao crescimento em altura e diâmetro; iii) a eritrina, embora promova a melhoria do solo através da fixação simbiótica de nitrogênio, apresentou pouca atratividade agrônoma em razão de a ocorrência freqüente da broca do olho terminal (*Terastia meticulosalis*); iv) a castanha-do-Brasil revelou-se grande concorrente por água e nutrientes do solo, além de apresentar sérios riscos pela queda de ouriços sobre as plantas e trabalhadores. Os cacaueros implantados sob castanhas adultos, já produtivos, apresentaram também danos mecânicos em razão da freqüente ocorrência de ventos; v) o cumaru apresentou desempenho agrônomo intermediário, quanto ao crescimento em altura e diâmetro, além de tendência ao tombamento e vi) produtividade média do híbrido IMC 67 x CATONGO superior a 750,0 kg de cacau seco/ha, aos cinco anos de campo, no espaçamento de 2,5 x 2,5 m.

A avaliação de variedades híbridas de cacaueros em diferentes espaçamentos utilizando o cumaru e o ingá como sombreamento definitivo revelou a maior produtividade média, de 860,0 kg de cacau seco/ha, para o espaçamento de 3,0 x 3,0 m, no período entre o quinto e o oitavo ano de campo (Santos, Santos e Nascimento, 1982), indicando boas possibilidades para a expansão do cultivo na região. O tratamento referente ao espaçamento de 2,0 x 2,0 m apresentou maior produtividade apenas na fase inicial do cultivo (terceiro e quarto ano), como também morte de cacaueros em razão da grande concorrência estabelecida por água, luz e nutrientes do solo (Dias, 1976).

As pesquisas sobre implantação do cacauero em floresta raleada, objetivando reduzir os custos financeiros de implantação (Dias, 1975 e 1976), revelaram resultados pouco auspiciosos para adoção deste método, quais sejam: i) elevada concorrência por água, luz, e nutrientes do solo entre cacaueros, essências florestais e ervas invasoras, sobretudo gramíneas e solanáceas; ii) elevada ocorrência de pragas entomológicas; iii) baixa produtividade dos cacaueros, alcançando apenas 80 kg de cacau seco/ha, aos três anos de campo, no espaçamento de 3,0 x 3,0 m e iv) ocorrência de queda de árvores em razão da pouca profundidade do sistema radicular, especialmente nos dias de ventos fortes, causando danos mecânicos nos cacaueros. Adicionalmente, a tentativa de utilização de vegetação secundária como sombreamento (método do trilhamento)

evidenciou também baixa produtividade dos cacaueros (120 kg de cacau seco/ha, aos quatro anos de campo), que equivalia a menos de 20% daquela obtida na região, utilizando-se o sistema convencional de implantação.

Em 1976, em face da expansão da fronteira agrícola do cacau na Amazônia (CEPLAC, 1977), que previa também a implantação de 10 mil hectares de cacaueros no estado do Amazonas e a limitação física existente no SEMA para instalação de novos experimentos, foi criada a Estação Experimental Rio Negro – ERNEG no km 65 da rodovia Manaus-Caracará, Distrito Agropecuário da SUFRAMA, no município de Manaus, visando suprir a pesquisa de infraestrutura operacional apropriada. A ação da pesquisa e experimentação agrícola foi orientada para equacionar os principais problemas que dificultavam a expansão da cacauicultura na Amazônia como atividade econômica (CEPLAC, 1979b). O sistema de produção idealizado para o cultivo do cacauero na região necessitava ainda de aprimoramento tecnológico quanto a definição de espécies sombreadoras de importância econômica mais apropriadas para o intercultivo e a redução do custo financeiro de implantação da lavoura.

Neste contexto de informações, deu-se continuidade aos experimentos de fenologia (frutificação, floração e mudanças foliares) e dendrologia (altura do fuste, altura total, diâmetro da copa e DAP) de espécies arbóreas para o sombreamento definitivo do cacauero, tais como: *E. glauca*, *G. arborea*, *I. cinnamomea* e *Terminalia ivorensis* (CEPLAC, 1979a). Tais experimentos sempre destacavam a gmelina e a terminália como as espécies com melhor crescimento em altura e DAP (Silva, 1982, Santos e Silva, 1982 e 1985).

Também, buscou-se ampliar o conhecimento sobre sistemas de produção mais apropriados para o cacauero na Amazônia, sobretudo utilizando-se espécies sombreadoras que oferecessem produtos que possam ser utilizados na alimentação ou que possam aumentar a receita da propriedade através de sua comercialização. Desta forma, foi instalado na ERNEG, em 1980, o intercultivo cacau e pupunha, cujos resultados preliminares revelaram não existir indícios de antagonismo interespecífico e que a pupunheira se apresentava como uma alternativa promissora para associação com o cacauero, havendo necessidade, contudo, de adequação de arranjo espacial desta palmácea (Silva e Dias, 1987).

Nesta mesma ótica, a pesquisa foi direcionada mais recentemente para investigar novos modelos de arranjos espaciais de intercultivo do cacauero com a pupunheira e o açaizeiro (*Euterpe oleracea*), sobretudo considerando a possibilidade de plantios adensados clonais e seminais para a primeira espécie. Também, objetivando a reintegração de extensas áreas degradadas ao processo

produtivo, resultantes principalmente da utilização de sistemas de agricultura itinerante e da pecuária extensiva, avaliam-se modelos de intercultivo com espécies multifuncionais frutíferas e florestais, tendo o cacau como um dos componentes (Sena-Gomes et al., 2000).

A CEPLAC no Amazonas vem desenvolvendo atividades extensionistas em conjunto com o Programa de Apoio ao Desenvolvimento do Extrativismo - PRODEX, pertencente ao Ministério do Meio Ambiente, e prefeituras regionais. O referido programa dispõe de linha de crédito especial do Fundo Constitucional do Norte - FNO, administrado pelo Banco da Amazônia S. A. - BASA, que visa apoiar atividades extrativistas ou agroextrativistas praticadas hoje na Amazônia brasileira para promover mudanças no perfil da economia das áreas dependentes dessas atividades e que, a partir de 1998, vem respaldando no Amazonas a expansão da cacauicultura em SAF. O surgimento do PRODEX veio ao encontro de uma antiga aspiração desse segmento representativo da sociedade amazônica, as populações ribeirinhas, que sempre viveu no ostracismo e com sérias dificuldades para desenvolver suas atividades.

O presente artigo objetiva definir os SAF com o cacau mais apropriados para as condições ecológicas do Amazonas, como uma ferramenta agro-econômica relevante para subsidiar o processo de modernização da lavoura cacauera e de sua expansão na Amazônia Ocidental.

### **Definição de sistemas agroflorestais com o cacau para o estado do Amazonas**

A definição de SAF com o cacau apresentados a seguir baseou-se em informações agronômicas geradas pela CEPLAC em suas bases físicas estabelecidas na Amazônia, especialmente naquelas instaladas em Manaus e Ouro Preto do Oeste, Rondônia (Silva e Dias, 1987, Almeida et al., 1998, Almeida, Muller e Sena-Gomes, 1999, Sena-Gomes et al., 2000). Também, consideraram-se experiências regionais de sucesso de produtores rurais sobre intercultivo de espécies multifuncionais, a experiência agronômica de técnicos que atuam na região e a adaptação de tecnologias geradas noutras regiões ou países, especialmente para a consorciação de cacau e coco. Assim, os modelos propostos constituem a primeira versão agronômica, a qual poderá ser modificada posteriormente em face de novas informações geradas pela pesquisa agroflorestal e/ou por observações de campo. As expressões utilizadas na definição dos modelos de SAF apresentados a seguir basearam-se em adaptações de Alvim (1989b).

### **Modelo 1: sistema misto permanente**

Neste sistema busca-se uma espécie consorte para o cacau capaz de atender adequadamente aos requisitos de sombra definitiva e de fornecer produto de valor econômico (Alvim 1989b). Neste caso, refere-se a consorciação cacau e coco. É constituído de fileiras duplas de cacaueiros, no espaçamento de 3,0 x 2,5 m, estabelecidas entre fileiras de coqueiros, no espaçamento de 9,0 x 9,0 m, no sentido norte-sul (Figura 1). Deve-se manter a distância de 3,0 m entre fileiras de cacaueiros e coqueiros. Estabelecer, preferencialmente, variedades de coqueiro-anão, as quais são mais indicadas para a produção de frutos visando o consumo de água *in natura* (coco verde).

O sombreamento provisório dos cacaueiros será constituído de mandioca (*Manihot utilissima*), no espaçamento de 1,0 x 1,0 m, e de bananeiras (*Musa* sp.), no mesmo espaçamento dos cacaueiros. A implantação de mandioca objetiva tanto suplementar o fornecimento de sombra das bananeiras, que é insuficiente na fase inicial do plantio, como propiciar alternativa de renda para o produtor. As variedades de bananeira Prata Comum e Pacovan são as mais utilizadas na região, contudo, em razão de a ocorrência de mal-do-Panamá (*Fusarium oxysporium*), Sigatoka amarela (*Mycosphaerella musicola*) e Sigatoka negra (*M. fijiensis*) recomenda-se a utilização de mudas de variedades resistentes, tais como Caipira, Thap Maeo, FHIA 18 e Prata Zulu (Dantas, Dantas e Ramos, 2000, Pereira, 1999), disponíveis na região a partir de 2001, e quando encontradas a preços acessíveis. Outra alternativa de controle genético é a utilização da variedade Mysore, a qual pode permanecer no intercultivo até o quarto ano do plantio.

Além do sombreamento definitivo propiciado pelos coqueiros, será utilizada também a espécie frutífera conhecida na Amazônia como taperebazeiro ou cajazeira no Nordeste brasileiro, no espaçamento de 18,0 x 18,0 m, estabelecida entre quatro cacaueiros. Tal frutífera é muito utilizada no estado do Amazonas para essa finalidade em razão de apresentar fácil ocorrência na região, facilidade de propagação tanto via seminal como clonal, adaptação às condições de várzeas inundáveis, rápido crescimento vegetativo, tipo de copa aparentemente adequada para cacau e oferecer alternativa de renda adicional pela comercialização de sua polpa, de largo uso na região para o preparo de doces, sucos, sorvetes, vinhos, licores, etc.

O sistema em pauta apresenta densidade populacional de 880 cacaueiros/ha, 121 coqueiros/ha e 25 taberebazeiros/ha. Sua adoção no Amazonas compreende predominantemente os municípios de São Sebastião do

Uatumã e Itapiranga e já totaliza 86,5 hectares.

Outra oportunidade de gerar receitas precoces durante o estabelecimento deste intercultivo ou atender as demandas alimentícias básicas da família constitui-se na exploração das entrelinhas, as quais são utilizadas pelos produtores familiares regionais com os seguintes cultivos: abacaxi (*Ananas comosus*), abóbora (*Curcubita pepo*) cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*), feijão-de-praia (*Phaseolus vulgaris*), melancia (*Citrullus vulgaris*), milho (*Zea mays*) e quiabo (*Hibiscus esculentus*), de acordo com sua preferência. Essa exploração temporal é também comum nos intercultivos apresentados a seguir e ocorre, geralmente, nos dois anos iniciais do empreendimento, quando os cacaueros requerem menos luz.

## Modelo 2: sistemas mistos permanentes zonais

De acordo com Alvim (1989b), estes sistemas proporcionam melhor aproveitamento da luz pelas espécies consortes, além de facilitar o manejo, o uso de máquinas agrícolas, a colheita dos produtos, inclusive da madeira, dentre outras vantagens. No estado do Amazonas, existem três alternativas deste modelo em uso pelos produtores rurais.

### a) Consorciação de cacau e açaí em renques

Consiste em duas zonas de plantios formadas conforme a seguir: duas fileiras de açaizeiros, no espaçamento de 4,0 x 4,0 m, alternadas com treze fileiras de cacaueros, no espaçamento de 3,0 x 3,0 m, no sentido norte-sul (Figura 2). Entre as espécies consortes mantém-se a distância de 3,0 m, assim, as fileiras duplas de açaizeiros estarão distanciadas entre si em 42,0 m. A mandioca e a bananeira serão utilizadas como sombreamento provisório do cacauero adotando-se as mesmas recomendações agrônomicas apresentadas para a consorciação cacau, coco e taberebá.

O cultivo do açaizeiro visa a exploração de frutos *in natura* para produção da bebida calórica chamada "açaí" e elaboração de sucos, licores, cremes, sorvetes e picolés, de consumo muito popular na Amazônia. Seu mercado encontra-se também em franca expansão noutras regiões, especialmente nos estados de São Paulo e Rio de Janeiro (PRODUTOS, 1998a, Rogez, 2000).

O taberebazeiro será utilizado como sombreamento definitivo, estabelecido entre quatro plantas a partir da terceira fileira de cacaueros, adotando-se o espaçamento de 21,0 x 21,0 m. A densidade populacional deste sistema

é de 858 cacaueros/ha, 150 açaizeiros/ha e 20 taberebazeiros/ha.

Este sistema compreende atualmente uma área de 269,0 hectares e vem sendo recomendado tanto para áreas de várzeas inundáveis como de terra firme em razão da adaptação das espécies a esses agrossistemas. Sua adoção no Amazonas compreende predominantemente o município de Urucurituba. No caso de estabelecimento em várzeas inundáveis recomenda-se a utilização de sementes de cacau selecionadas na própria região em plantações ribeirinhas, haja vista a variedade híbrida de cacau não adaptar-se a essa condição ecológica.

### b) Consorciação de cacau, café e coco em renques

Constitui-se de três zonas de plantios: uma fileira simples de coqueiros, no espaçamento de 9,0 m entre plantas, seguida de fileiras triplas de cafeeiros (*Coffea arabica*), no espaçamento de 4,0 x 1,0 m, e de dez fileiras de cacaueros, no espaçamento de 3,0 x 2,5 m, no sentido norte-sul (Figura 3). Entre fileiras de coqueiros e de cafeeiros mantém-se a distância de 3,0 m; entre cafeeiros e cacaueros a distância de 2,0 m e entre estes últimos e as fileiras dos cafeeiros seguintes 3,0 m. Desta forma, as fileiras de coqueiros ficarão distanciadas entre si em 43,0 m, enquanto aquelas de cafeeiros em 35,0 m.

O sombreamento provisório dos cacaueros será formado conforme registrado para a consorciação cacau, coco e taberebá, enquanto o sombreamento definitivo será constituído pela espécie arbórea andirobeira (*Carapa guianensis*), no espaçamento de 10,0 x 12,0 m, estabelecida entre quatro plantas, a partir da terceira fileira de cacaueros.

Tradicionalmente, utiliza-se a andirobeira para exploração da madeira na construção de casas, forros e esquadrias, em razão de suas qualidades físico-químicas (densidade 0,70 kg/cm<sup>3</sup>, resistência a compressão 500 kg/cm<sup>2</sup> e à flexão 1.022 kg/cm<sup>2</sup>), contudo suas sementes são utilizadas para extração de óleo, conhecido na região como "azeite de andiroba", de uso comum na medicina doméstica para fricção sobre tecidos inflamados, tumores, distensão muscular, etc. Também, esse óleo vem sendo explorado pela indústria farmacêutica homeopática para diabetes e reumatismo, dentre outros usos. Estima-se que uma árvore pode produzir de 180 a 200 kg de amêndoas/ano, equivalentes a 7 litros de óleo/ano (PRODUTOS, 1998b).

Este sistema apresenta densidade populacional de 800 cacaueros/ha, 891 cafeeiros/ha, 33 coqueiros/ha e 40 andirobeiras/ha. Sua adoção no Amazonas ocorre predominantemente na calha do rio Madeira,

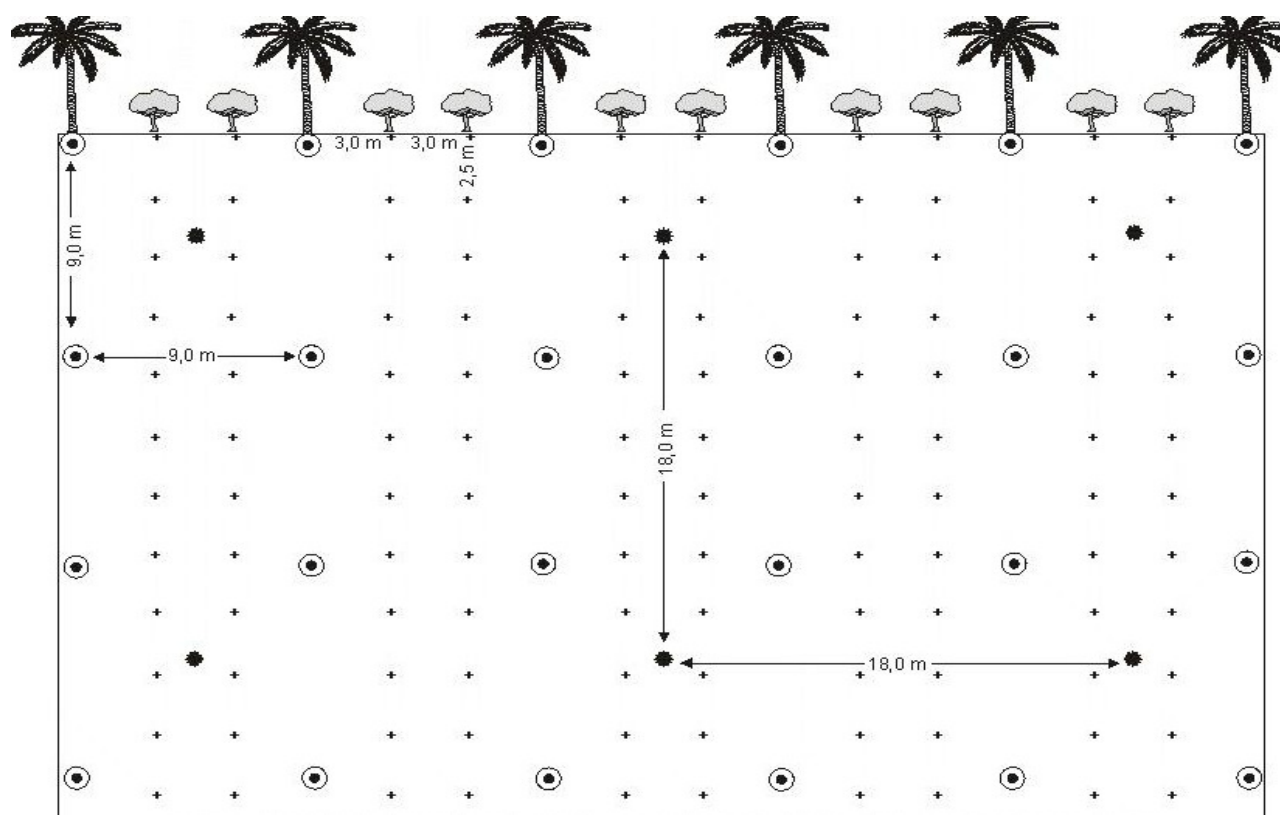


Figura 1. Croqui e planta baixa do sistema misto permanente ou consorciação cacau (+), coco (☉) e taperebá (●)

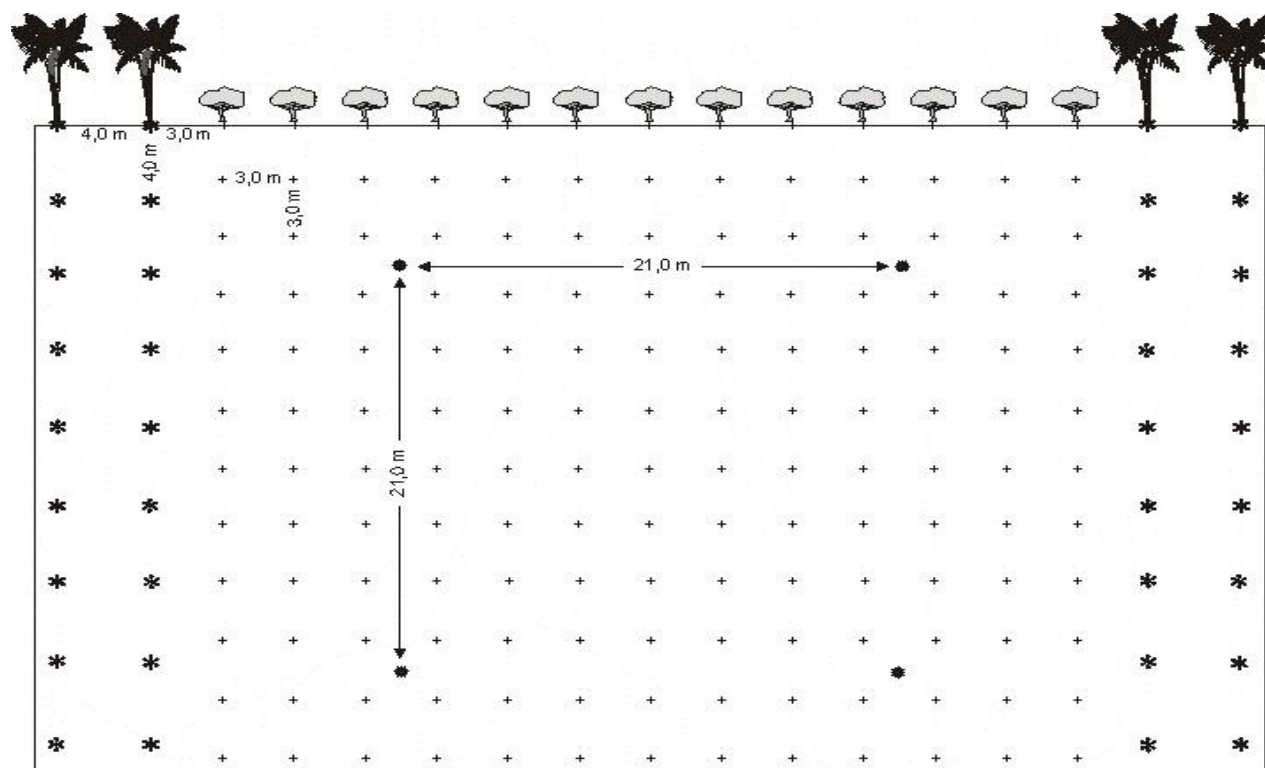


Figura 2. Croqui e planta baixa da consorciação cacau e açai: cacau (+), açai (\*) e taperebá (●)

compreendendo os municípios de Nova Olinda do Norte, Humaitá e Borba, em razão de a influência cultural exercida pela comunidade cafeeira do estado de Rondônia, quarto produtor de café do Brasil, e já totaliza 77,0 hectares.

### c) Consorciação de cacau, graviola e andiroba em renques

Compreende também três zonas de plantios conforme a seguir: duas fileiras de andirobeiras, no espaçamento de 5,0 m entre plantas e 4,0 m entre fileiras, desencontradas; fileiras triplas de gravioleiras (*Anona muricata*), no espaçamento de 5,0 x 5,0m e dez fileiras de cacaueiros, no espaçamento de 3,0 x 2,5 m, no sentido norte-sul (Figura 4). Entre as três espécies consortes será sempre mantida a distância de 3,0 m entre fileiras. Assim, as fileiras de andirobeiras ficarão distanciadas entre si em 50,0 m, enquanto aquelas de gravioleiras em 40,0 m.

A graviola é uma fruta tropical considerada de alto valor comercial pois apresenta características típicas para a industrialização: sua polpa não se oxida e mantém agradável aroma e rico sabor. Pode ser consumida como fruta fresca, porém é mais popularizada na forma de sorvete, suco e néctar. Conta com ótimo mercado consumidor e boas perspectivas para exportação (PRODUTOS, 1998c).

As mesmas recomendações técnicas definidas para o sombreamento provisório do cacaueiro na consorciação cacau, coco e taperebá serão utilizadas também para este sistema. O taperebazeiro será utilizado também para o sombreamento definitivo, no espaçamento de 15,0 x 20,0 m, estabelecido entre quatro cacaueiros, a partir da terceira fileira.

Este sistema apresenta densidade populacional de 800 cacaueiros/ha, 120 gravioleiras/ha, 20 taperebazeiros/ha e 78 andirobeiras/ha. Atualmente, compreende uma área no Amazonas de 94,0 hectares financiados, predominantemente no município de Itacoatiara.

### Produtividade estimada das espécies consortes

Para elaboração deste trabalho consideraram-se apenas os rendimentos proporcionados pelo cacaueiro e pelas espécies consortes: açazeiro, taberebazeiro, gravioleira, cafeeiro e coqueiro, desconsiderando aqueles dos cultivos de ciclo curto implantados nas entrelinhas, das espécies de sombra provisória (bananeira, mandioca) e das espécies florestais, ao final de dado ciclo de cultivo. Omitiu-se também a perspectiva de exploração do óleo de andiroba a partir de suas sementes.

Os níveis de produtividade apresentados a seguir (Tabela 1) baseiam-se em informações obtidas experimentalmente em bases físicas da CEPLAC e em áreas de produtores rurais, juntamente com observações de campo no interior do Amazonas e em outros estados e na literatura especializada (CEPLAC, 1977, FAO, 1986, PRODUTOS, 1998a e 1998c, Rogez, 2000). Consideraram-se também os níveis de produtividade consolidados nas planilhas eletrônicas do Banco da Amazônia S. A. - BASA para elaboração de projetos agrícolas. Obviamente, a produtividade potencial dessas espécies é superior a apresentada neste artigo, logo os níveis aqui estabelecidos são perfeitamente factíveis de ser obtidos quando adotam-se as tecnologias preconizadas para a região. Portanto, eles representam segurança para o produtor rural no momento de planejar rendimentos e/ou amortização de dívidas nos casos de financiamento bancário.

No caso do cacaueiro, embora existam evidências experimentais de níveis de produtividade superiores a 1.500 kg de cacau seco/ha/ano, quando o cultivo atinge sua maturidade fisiológica e utilizam-se determinados materiais genéticos (Mota, 1998), preferiu-se adotar o patamar de 1.200 kg/ha/ano como referencial para exploração em terra firme. Para o cultivo comercial em várzeas inundáveis estabeleceu-se patamar de produtividade de 800 kg/ha/ano como referencial para esse agrossistema.

Tabela 1- Níveis de produtividade estimados para as espécies consortes em diferentes sistemas agroflorestais.

Idade pós plantio (anos)	Cacau cacau seco/planta (kg)		Açaí frutos/planta (kg)	Taperebá frutos/planta (kg)	Coco nº cocos/planta	Café (em coco) kg/planta	Graviola frutos/planta (kg)
	Terra firme	Várzea					
3	0,18	0,13	30	-	5	1,00	6
4	0,36	0,26	45	30	15	1,25	10
5	0,72	0,53	60	60	30	2,00	15
6	1,08	0,72	60	80	60	2,00	20
7	1,08	0,72	60	100	70	2,00	30
8	1,08	0,72	60	100	80	2,00	30
9	1,08	0,72	60	100	90	2,00	30

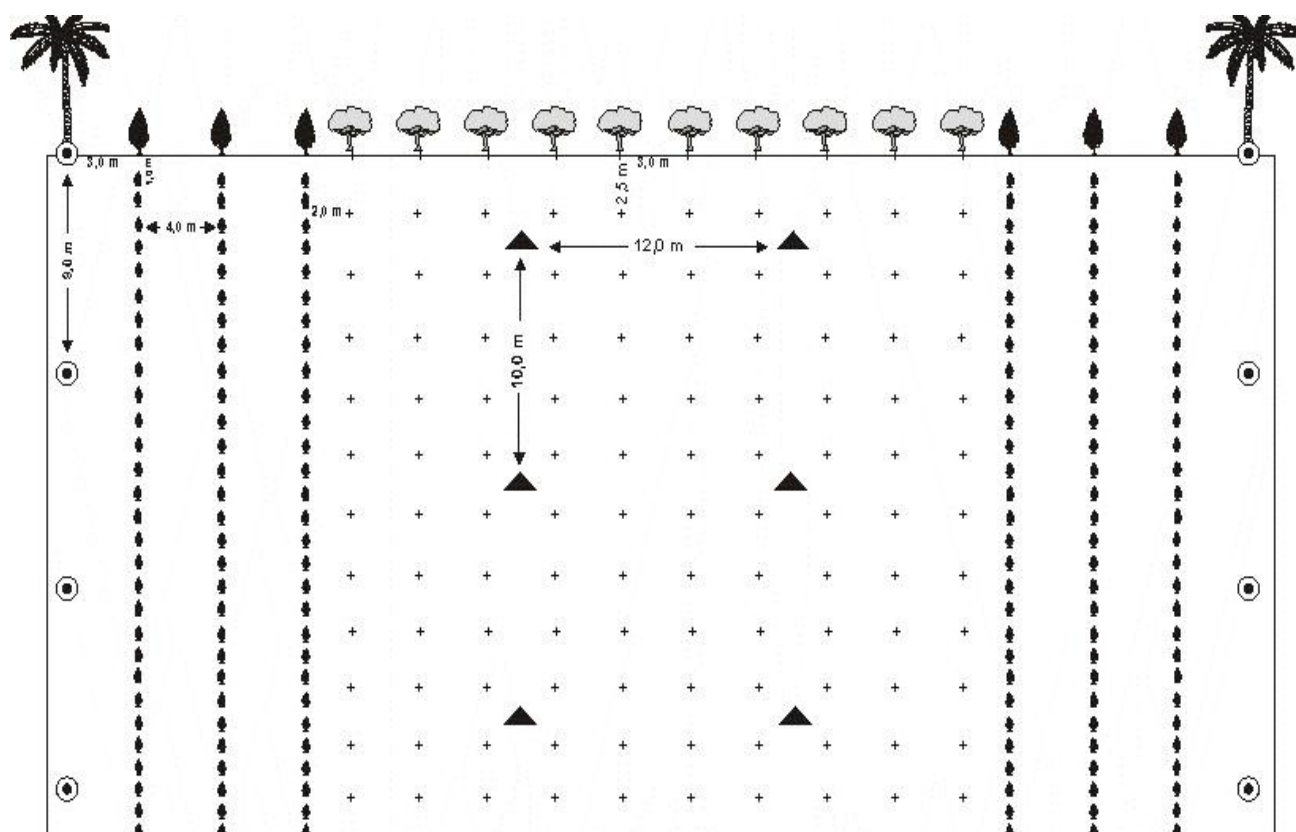


Figura 3. Croqui e planta baixa da consorciação cacau, café e coco em renques: cacau (+), café (●), coco (☉) e andiroba (▲)

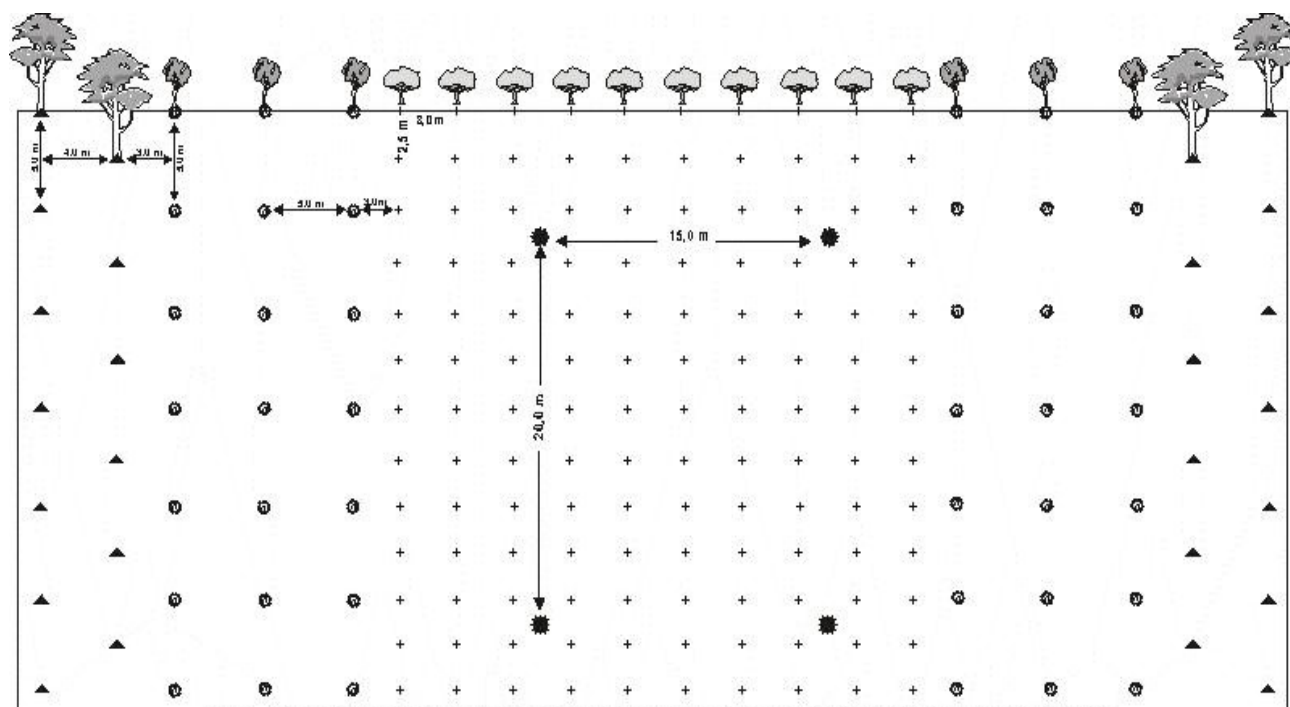


Figura 4. Croqui e planta baixa da consorciação de cacau, graviola e andiroba em renques: cacau (+), graviola (☉), andiroba (▲) e taperebá (☼)

## Considerações econômicas

Na literatura especializada são raras as informações disponíveis sobre os benefícios financeiros auferidos pela adoção de determinados SAF. Para tanto, há necessidade dos centros de pesquisas registrarem informações sobre coeficientes técnicos das práticas recomendadas, séries espaciais e temporais de preços de produtos e de insumos, dentre outros. Nesta ótica, pretende-se informar ao produtor rural, a comunidade técnica e as instituições bancárias que financiam este tipo de empreendimento sobre os benefícios financeiros decorrentes dessa atividade com os SAF aqui definidos, numa análise preliminar.

A Tabela 2 reúne informações sobre as variáveis margem bruta/ha/ano, custo de manutenção/ha/ano, margem líquida/ha/ano e margem líquida modular/ano estimadas com base nos SAF em pauta, no ano de estabilização da produção das espécies consortes (Tabela 1). Desta forma, as informações constantes sobre os SAF cacau x açaí e cacau x graviola x andiroba referem-se ao sétimo ano de campo, enquanto aquelas sobre a consorciação cacau x coco e cacau x coco x café referem-se ao nono ano do plantio.

A margem bruta/ha/ano foi estimada considerando-se os níveis de produtividades preconizados na Tabela 1, no ano de estabilização da produção, e os preços dos produtos das espécies consortes praticados em Itacoatiara, Amazonas, no mês de junho de 2003, conforme a seguir: R\$ 4,50/kg de cacau em amêndoas, R\$ 0,45/kg de café arábica em coco, R\$ 0,20/unidade de coco verde, R\$ 0,40/kg de frutos de açaí, R\$ 0,50/kg de frutos de taperebá e R\$ 1,00/kg de frutos de graviola. Em razão de a cidade de Itacoatiara localizar-se na calha do rio Amazonas, em região pericêntrica às zonas de cultivo de cacau, admitiu-se como representativa para a pesquisa em pauta.

Para calcular a estimativa do custo de manutenção/ha/ano considerou-se o manejo agrônomo convencional previsto para cada SAF no ano de estabilização da produção, incluindo despesas com aquisição de insumos agrícolas (fertilizantes químicos, fungicidas e inseticidas) e com mão-de-obra para roçagem, adubação, desbrota dos cacaueiros, poda, controle cultural da vassoura-de-bruxa, controle químico da ferrugem do café, combate às pragas, colheita e beneficiamento, dentre outras práticas, estabelecida em R\$ 10,00/jornada de 8,0 horas de trabalho. Desconsiderou-se o controle químico da vassoura-de-bruxa do cacaueiro pois, conforme Almeida (2001), plantações bem manejadas na Amazônia, onde o controle cultural da vassoura-de-bruxa é realizado todos os anos de forma sistemática, apresentam boas

condições fitossanitárias, dispensando, portanto, a aplicação de fungicidas.

A margem líquida/ha/ano foi estimada pela diferença entre margem bruta/ha/ano e custo de manutenção/ha/ano, enquanto a margem líquida modular/ano refere-se a margem líquida proporcionada por 2,0 ha de área de cultivo do cacaueiro em SAF, módulo esse utilizado predominantemente nos projetos financiados com recursos financeiros do PRODEX.

A análise da Tabela 2 evidencia uma amplitude de variação de R\$ 5.283,90 a R\$ 8.488,00 para a variável margem bruta/ha/ano, com valores mais elevados para os SAF cacau x graviola x andiroba e cacau x coco. Essa última situação decorre, obviamente, dos melhores preços praticados na região na comercialização dos produtos dessas espécies consortes.

A variável custo de manutenção/ha/ano evidenciou valores superiores e semelhantes para os SAF cacau x coco, cacau x café x coco e cacau x graviola x andiroba. O intercultivo de cacau e açaí representou o menor custo de manutenção em face das peculiaridades agrônomicas dessa exploração em várzeas amazônicas, a qual caracteriza-se pela não utilização de quaisquer insumos agrícolas, excetuando a aquisição de sacaria de anagem para o transporte de frutos. A fertilização dessas áreas é realizada anualmente, via natural, pelos sedimentos trazidos da cordilheira dos Andes, em suspensão nas águas durante as inundações do rio Amazonas.

A margem líquida/ha/ano e a margem líquida modular/ano representam a disponibilidade de recursos auferidos pelos SAF ao final de um ano de atividades, no momento de estabilização da produção das espécies consortes. A primeira variável considera a exploração de 1,0 ha e a segunda a exploração de um módulo de 2,0 ha. Observa-se que as consorciações cacau x graviola x andiroba e cacau x açaí apresentaram as maiores margens líquidas modulares/ano, que praticamente se equivalem e representam em torno de 1,2 vezes àquela do cacau x coco e de 2,2 vezes a do cacau x café x coco. Seus valores representam receitas líquidas mensais para o produtor rural de cerca de 4,4 salários mínimos, valor este (R\$ 240,00 ou US\$ 83,5) atualmente vigente no Brasil. A exploração do consórcio de cacau e coco possibilita uma receita de 3,7 salários mínimos/mês, enquanto o cacau x café x coco uma receita de apenas 2,0 salários em razão dos baixos preços do café nos mercados nacional e internacional.

Na Tabela 3 são apresentadas as estimativas percentuais de contribuição econômica das espécies utilizadas nos diferentes modelos de SAF na geração de receitas. Observa-se que, excetuando o modelo cacau x açaí, nos demais o cacaueiro constitui a espécie mais

Tabela 2 – Receitas geradas pelos SAF com o cacauieiro.

Modalidades de SAF	Margem bruta/ha/ano	Custo de manutenção/ha/ano	Margem líquida/ha/ano	Margem líquida modular/ano
Cacau x coco	7.704,80	2.380,82	5.323,98	10.647,96
Cacau x açaí	7.379,92	1.100,00	6.279,92	12.559,84
Cacau x café x coco	5.283,90	2.406,85	2.877,05	5.754,09
Cacau x graviola x andiroba	8.488,00	2.163,47	6.324,53	12.649,06

Tabela 3 – Percentagem de contribuição econômica das espécies consortes nos diferentes modelos de SAF.

Modalidades de SAF	Contribuição econômica das espécies consortes (%)					
	Cacau	Coco	Açaí	Café	Graviola	Taperebá
Cacau x coco	55,5	28,3	-	-	-	16,2
Cacau x açaí	37,7	-	48,8	-	-	13,5
Cacau x café x coco	73,6	11,2	-	15,2	-	-
Cacau x graviola x andiroba	45,8	-	-	-	42,4	11,8

importante em termos econômicos, considerando os coeficientes técnicos adotados e os preços praticados atualmente no mercado. No modelo cacau x café x coco esta contribuição é mais expressiva (73,6%), enquanto no intercultivo cacau x graviola x andiroba a participação da graviola praticamente se equivale a do cacau.

Como os modelos propostos apresentam sempre três fontes alternativas de receitas para a renda da propriedade rural, espera-se que nos momentos de baixos preços de um dado produto agrícola o produtor esteja melhor preparado para enfrentar as crises de mercado.

Adicionalmente, ao tomar a decisão de implantação de determinado modelo de intercultivo deve-se analisar também a questão de demanda de mão-de-obra no decurso do ano, para melhor programar as atividades agrícolas na propriedade, especialmente no período de frutificação. Nesta ótica, o intercultivo cacau x açaí apresenta demanda de mão-de-obra melhor distribuída ao longo do ano em razão das espécies consortes frutificarem em períodos diferentes, havendo apenas alguns meses com sobreposição de atividades: o taperebazeiro de janeiro a abril, o cacauieiro de março a agosto e o açaizeiro de agosto a dezembro. O intercultivo cacau x coco não deve apresentar também dificuldades para o produtor conciliar suas atividades em razão do coqueiro frutificar durante todo o ano. No intercultivo cacau x graviola x andiroba observa-se também alguns meses com sobreposição de colheitas: o taberebazeiro de janeiro a abril, o cacauieiro de março a agosto e a graviroleira de julho a setembro. Contudo, no modelo cacau x café x coco deve-se atentar que a colheita do café na região,

ocorre nos meses de maio a julho, período este coincidente com o pico de frutificação do cacauieiro na região, exigindo, portanto, mão-de-obra extra na propriedade, haja vista tal prática demandar pelo menos cerca de 60 jornadas para exploração do módulo de 2,0 ha.

Finalmente, há necessidade de submeter os SAF em foco a análise econômica mais detalhada, incluindo informações desde o preparo de área até a exploração de madeira das espécies sombreadoras, nos casos de plantio de essências florestais, especialmente analisando os fatores agrônômicos que contribuem para o aumento de custo de manutenção dos mesmos.

## Agradecimentos

Os autores desejam expressar sinceros agradecimentos ao Dr. Manfred Willy Müller, pesquisador da Estação Experimental "Sóstenes Miranda" - ESOMI, Santo Amaro da Purificação, Bahia, da CEPLAC/SUBES, pelas sugestões apresentadas na idealização de alguns dos SAF em pauta.

## Literatura Citada

ALMEIDA, C. M. V. C. de, et al. 1998. Parecer técnico sobre financiamento de cacau em intercultivo com outras espécies tropicais. Porto Velho, RO, CEPLAC/SUPOC. 7p. (datilografado)

- ALMEIDA, C. M. V. C. de; MÜLLER, M. W.; SENA-GOMES, A. R. 1999. Modelos de intercultivos de cacau (*Theobroma cacao*) e café (*Coffea canephora*) em sistemas zonais de plantios intercalados com teca (*Tectona grandis*) para Rondônia. Ouro Preto do Oeste, RO, CEPLAC/SUPOC. 11p. (datilografado).
- ALMEIDA, C. M. V. C. de, et al. 2002. Sistemas agroflorestais com o cacauero (*Theobroma cacao* L.) como alternativa sustentável ao desmatamento no estado de Rondônia, Brasil. *Agrotrópica (Brasil)* 14 (2) (no prelo).
- ALMEIDA, L. C. de. 2001. Principais doenças do cacauero e medidas de controle. In Silva Neto, P. J. da et al. Sistema de produção de cacau para a Amazônia brasileira. Belém, CEPLAC. pp.63-73.
- ALVIM, P. de T. 1969. Cacau na Amazônia. *Cacau Atualidades (Brasil)* 6 (4): 54-61.
- ALVIM, P. de T. 1989a. Tecnologias apropriadas para a agricultura nos trópicos úmidos. *Agrotrópica (Brasil)* 1(1): 5-26.
- ALVIM, R. 1989b. O cacauero (*Theobroma cacao* L.) em sistemas agrossilviculturais. *Agrotrópica (Brasil)* 1 (2): 89-103.
- BERGMAN, J. F. 1969. The distribution of cacao cultivation in pre-columbian America. *Annals Association American of Geographers* 59: 85-96.
- COMISSÃO EXECUTIVA DO PLANO DA LAVOURA CACAUEIRA. 1977. Diretrizes para Expansão da Cacaicultura Nacional 1976 - 1985. PROCACAU. Brasília, DF. 200p.
- COMISSÃO EXECUTIVA DO PLANO DA LAVOURA CACAUEIRA. 1979a. Estudos dendrológicos e fenológicos de essências florestais para sombreamento do cacauero. In Ilhéus, CEPLAC/CEPEC. Informe Técnico 1979. pp. 425-426.
- COMISSÃO EXECUTIVA DO PLANO DA LAVOURA CACAUEIRA. 1979b. Pesquisas na Amazônia. In Ilhéus, CEPLAC/CEPEC. Informe Técnico 1979. pp.387.
- DANTAS, A. C. V. L.; DANTAS, J. L. L. ; RAMOS, D. S. 2000. Cultivo da banana. Brasília, SENAR. 100p.: (Trabalhador na Fruticultura Semiperene).
- DIAS, A. C. da C. P. 1975. Relatório anual de atividades 1975. Manaus. CEPLAC/SEMA. 22 p.
- DIAS, A. C. da C. P. 1976. Relatório anual 1976. Manaus. CEPLAC/SETEA. 42p.
- FAO. 1986. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Forestry Paper 44/3. Rome, FAO. Forestry Department. 308p.
- FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2002. Levantamento sistemático da produção agrícola: pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil. Rio de Janeiro, IBGE, Vol. 14. Nº 01. p.1-76.
- LEÓN, J. (s.d.). Botanica del cacao, *Theobroma cacao* L. Ilhéus, CEPLAC/CEPEC. s.p.
- MONTAGNINI, F. et al. 1992. Sistemas agroforestais: principios y aplicaciones en los trópicos. 2ª. ed. rev. y aum. - San José (Costa Rica) Organización para Estudios Tropicales. 622p.
- MOTA, J. W. da S. e. 1998. Comportamento do cacauero clonal e seminal em sistemas de cultivos adensados. Viçosa. 10p. (datilografado)
- NASCIMENTO, J. C. 1971. Relatório anual - Ano 1971. Manaus. CEPLAC/SEMA. 28p.
- PEREIRA, M. C. 1999. Manejo da cultura da banana. Manaus, EMBRAPA/CPAA. 17p. (datilografado).
- PRODUTOS Potenciais da Amazônia. 1998a. Açaí - Opções de investimentos na Amazônia Legal. Produtos florestais não-madeireiros e piscicultura. Brasília, MMA/SUFRAMA/SEBRAE/GTA. 51p.
- PRODUTOS Potenciais da Amazônia. 1998b. Andiroba - Opções de investimentos na Amazônia Legal. Produtos florestais não-madeireiros e piscicultura. Brasília, MMA/SUFRAMA/SEBRAE/GTA. 37p.
- PRODUTOS Potenciais da Amazônia. 1998c. Graviola - Opções de investimentos na Amazônia Legal. Produtos florestais não-madeireiros e piscicultura. Brasília, MMA/SUFRAMA/SEBRAE/GTA. 49p.
- ROGEZ, H. 2000. Açaí: preparo, composição e melhoramento da conservação. Belém, EDUFPA. 313p.
- SANTOS, A. O. da S.; SILVA, I. C. 1982. Estudos dendrométricos e fenológicos de essências florestais para sombreamento definitivo do cacauero. In Ilhéus, CEPLAC/CEPEC. Informe Técnico 1980. pp.298.
- SANTOS, A. O. da S. e SILVA, I. C. 1985. Estudos dendrométricos e fenológicos de essências florestais para sombreamento definitivo do cacauero. In Ilhéus. CEPLAC. Informe de Pesquisas 1983. pp. 462-466.
- SANTOS, M. M. dos; SANTOS, A. O. da S.; NASCIMENTO, J. C. 1982. Competição de espaçamento no cacauero. In Ilhéus, CEPLAC/CEPEC. Informe Técnico 1980. pp. 282.

- SENA-GOMES, A. R. 1995. Agrofloresta e sistemas agroflorestais nos trópicos úmidos. Ouro Preto do Oeste, PNUD/PLANAFLORO. 36p (datilografado).
- SENA-GOMES, A. R., et al. 2000. Sistemas agroflorestais na recuperação de áreas degradadas em regiões tropicais úmidas. *In* Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais: Manejando a Biodiversidade e Compondo a Paisagem Rural, 3, Manaus. Anais. Manaus, Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos n° 7: 388-391).
- SILVA, I. C. 1982. Estudos dendrométricos e fenológicos de essências florestais para sombreamento definitivo do cacaueteiro. *In* Ilhéus. CEPLAC/CEPEC. Informe Técnico 1981. pp.269-270.
- SILVA, I. C; DIAS, A. C. da C. P. 1987. Intercultivo de pupunheira com cacaueteiro na Amazônia brasileira, resultados parciais. *Revista Theobroma* (Brasil) 17 (2): 93-100.
-

## NOTA CIENTÍFICA

### INCIDENCIA DE *Clastoptera laenata* FOWLER (HEMIPTERA: CERCOPIDAE) SOBRE ÁRBOLES DE CAPULÍN (*Muntingia calabura* L.) EN TABASCO, MÉXICO

*Saúl Sánchez Soto*

Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco. Apartado Postal 24, 86500. H. Cárdenas, Tabasco, México.

Con la finalidad de obtener información básica sobre “el salivazo del cacao” (*Clastoptera laenata* Fowler), se realizó el presente trabajo, cuyo objetivo fue el de determinar la incidencia de ninfas en árboles de capulín (*Muntingia calabura* L.). De octubre de 1999 a septiembre del 2000 se realizaron muestreos catorcenales en árboles de capulín localizados en el municipio de Cárdenas, Estado de Tabasco. Las ninfas de *C. laenata* se presentaron durante todo el período de estudio, registrándose la mayor incidencia durante los meses de octubre a diciembre de 1999, y de julio a septiembre del 2000. El análisis estadístico reveló correlación positiva entre la incidencia del insecto y la humedad relativa. Durante el tiempo de estudio se encontraron desde una hasta cinco ninfas por masa de espuma.

**Palabras clave:** Eleocarpaceae, Insecta, planta hospedera, salivazo del cacao.

**Incidence of *Clastoptera laenata* Fowler (Hemiptera: Cercopidae) on calabura trees (*Muntingia calabura* L.) in Tabasco, Mexico.** The incidence of nymphs of the “cocoa spittlebug” (*Clastoptera laenata* Fowler) on calabura trees (*Muntingia calabura* L.) was studied from October 1999 to September 2000 in the municipality of Cardenas, Tabasco. The nymphs of *C. laenata* were found during all this period, with the highest incidence from October to December 1999, and from July to September 2000. The statistical analysis showed positive correlation between the incidence of this insect and the relative humidity. During all this period were found from one to five nymphs per spittle mass.

**Key words:** Eleocarpaceae, Insecta, host plant, cocoa spittlebug.

## Introducción

*Clastoptera laenata* Fowler (Hemiptera: Cercopidae) constituye una de las principales plagas del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en México (Comisión Nacional del Cacao, 1980). Las ninfas se alimentan principalmente sobre los tejidos florales causando la muerte hasta del 75% de las flores atacadas (Mendoza, 1983). En el Estado de Tabasco se han realizado varios trabajos acerca de esta plaga, la cual es citada en la mayoría de ellos como *Clastoptera globosa* Fowler (Sánchez, 1995). Fuera de *Theobroma cacao*, el conocimiento que se tiene sobre este insecto en Tabasco sólo se refiere a su presencia en otras 35 especies de plantas hospederas, siendo una de ellas *Muntingia calabura* L. (Eleocarpaceae), conocida comúnmente como “capulín” (Sánchez y Sol, 1998). Las ninfas de *C. laenata* se establecen principalmente en las ramillas de esta planta y pocas veces sobre el pedicelo de flores y frutos.

Aunque *C. laenata* ha sido registrada como una especie abundante sobre *M. calabura* (Sánchez y Sol, 1998), se carece de información mas completa sobre su incidencia en esta hospedera. Considerando que actualmente no existe una técnica de laboratorio que facilite la obtención de material biológico en cualquier época, y que no siempre es posible estudiar este insecto en árboles de cacao fuera de la época de floración, fue realizado el presente trabajo cuyo objetivo fue el de conocer la incidencia de ninfas de *C. laenata* sobre plantas de *M. calabura* durante un año.

## Material y Métodos

A pesar de que *M. calabura* es una especie común en la entidad, esta planta ocurre naturalmente de manera dispersa. Por ello, al no contar con un esquema de plantación de un cultivo común, fueron seleccionadas cuatro plantas con características semejantes (aproximadamente 3 años de edad, 3 metros de altura y sin sombra), dispersas en una área de 0,5 ha en el municipio de Cárdenas, Tabasco. El trabajo se realizó mediante muestreos catorcenales, desde el 24 de octubre de 1999 hasta el 25 de septiembre del año 2000. Esto se basó en el número de masas de espuma presentes en 20 ramillas elegidas al azar por árbol, y en el número de ninfas presentes en cada masa de espuma. En este último caso se revisó un número variable de espumas dependiendo de su abundancia o escasez en los árboles, sumando como máximo 20

masas de espuma elegidas al azar por fecha de muestreo.

Durante el tiempo de trabajo los árboles se mantuvieron bajo cuidado evitándose acciones que pudieran alterar la incidencia natural del insecto, por ejemplo, poda de ramas o deriva de productos químicos en el área. Para verificar si la incidencia de este insecto está relacionada con la temperatura y/o humedad relativa, se realizó un análisis de correlación entre los datos de incidencia y los datos climatológicos registrados durante el tiempo de estudio. Para ello se utilizó el programa SAS versión 6.12 para Windows. Los datos climatológicos se obtuvieron de la estación meteorológica del Campus Tabasco, Colegio de Postgraduados, localizada aproximadamente a 16 km del área de trabajo.

## Resultados y Discusión

De acuerdo con la Figura 1, las ninfas de *C. laenata* estuvieron presentes sobre los árboles de *M. calabura* durante los 12 meses de estudio. Tanto el número de masas de espuma como el número de ninfas por espuma manifestaron una fluctuación similar durante el período considerado, es decir, que al incrementarse o disminuir el número de espumas por ramilla hubo un aumento o disminución del número de ninfas por masa de espuma, registrándose la mayor incidencia de octubre a diciembre de 1999 y de julio a septiembre del 2000.

En la Figura 1 también se observa, gráficamente, que de los dos factores climáticos considerados, temperatura y humedad relativa, esta última presentó una fluctuación algo similar a la incidencia del insecto. En efecto, el análisis estadístico indicó una correlación positiva únicamente con la humedad relativa:  $r = 0,7092$  ( $P = 0,01$ ) con relación al número de masas de espuma en 80 ramillas, y  $r = 0,5794$  ( $P = 0,05$ ) con relación al número de ninfas por masa de espuma.

Considerando que durante el período de menor incidencia (febrero–junio) el promedio mas bajo de humedad relativa fue de 91%, tal vez el desarrollo de ninfas resulte severamente afectado en períodos con condiciones de humedad inferiores a este valor. Entre tanto, estos resultados sugieren que las ninfas de esta especie requieren de alta humedad en el ambiente para subsistir y alcanzar altas densidades de población. Rodríguez (1980) estudió la incidencia de este insecto en árboles de cacao bajo diferentes porcentajes de sombra, encontrando significativamente mayor incidencia en árboles con 50 y 90% de sombra, cuyo microclima presenta mayor humedad relativa con relación al microclima de árboles con 0 y 25% de

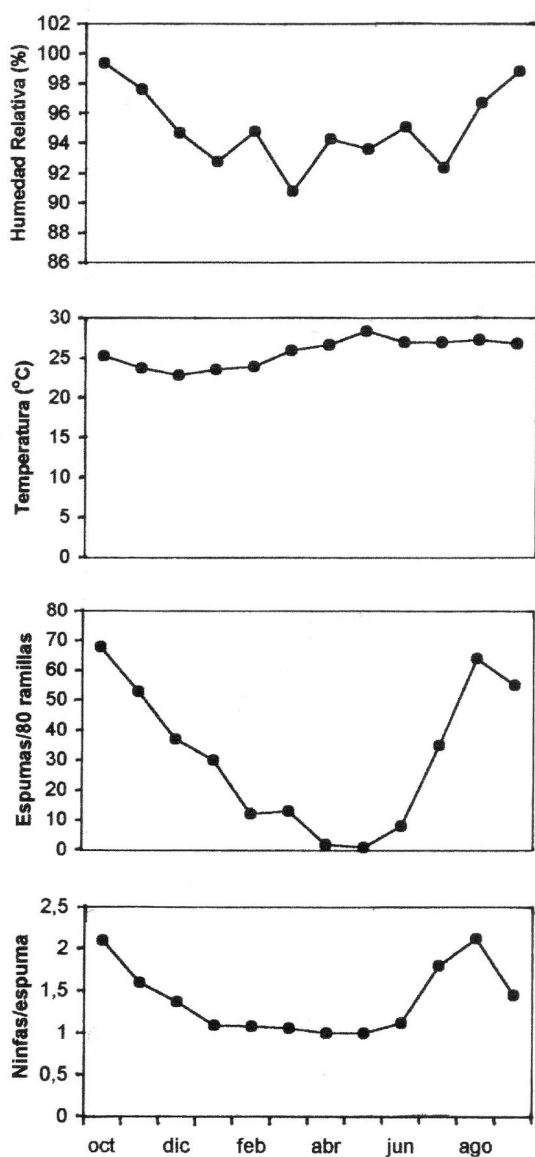


Figura 1- Incidencia de ninfas de *C. laenata* sobre árboles de *M. calabura*, temperatura y humedad relativa. Cárdenas, Tabasco, octubre de 1999 - septiembre de 2000.

sombra, donde la presencia del insecto fue menor. Así mismo, Flores (1976) registró los picos poblacionales más elevados durante la época de lluvias, en la cual existe alta humedad en el ambiente así como mayor cantidad de flores en los árboles de cacao.

En cuanto al número de ninfas por espuma, se encontraron desde una hasta cinco ninfas por masa de espuma (Tabla 1). De las 332 espumas analizadas durante todo el período de estudio, 229 (69%) presentaron una sola ninfa, de modo que, en general, la tendencia del insecto fue presentar mayor número de masas de espuma con menor cantidad de ninfas y viceversa. Esto es similar al resultado obtenido por Lozano (1979) al estudiar este insecto sobre árboles de cacao, donde dicho autor registró hasta nueve ninfas por masa de espuma.

Entre otros estudios que podrían ser realizados visualizando el control de esta plaga en plantaciones de cacao, podría estudiarse en plantas de capulín, la presencia e capacidad de parasitismo de la avispa *Carabunia myersi* Waterston (Hymenoptera: Encyrtidae), la cual fue constatada parasitando ninfas de *C. laenata* en árboles de cacao (Lozano, 1979). Existiría la posibilidad de manejar plantas de capulín para dar refugio e aumentar las poblaciones de este parasitoide en áreas cacaoteras.

## Literatura Citada

- COMISIÓN NACIONAL DEL CACAO. 1980. Principales plagas del cacao. México. 30p.
- FLORES F., J.D. 1976. Insectos asociados con el cultivo del cacaotero, fluctuación de las principales especies fitófagas y su combate químico en el Estado de Tabasco, México. Tesis de Maestría. Cárdenas, Colegio Superior de Agricultura Tropical. 137 p.

Tabla 1- Frecuencias del número de ninfas de *C. laenata* por masa de espuma en árboles de *M. calabura* (datos mensuales de octubre de 1999 a septiembre del 2000). Cárdenas, Tabasco.

Número de masas de espuma	Ninfas por masa de espuma												Total	%
	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep		
1	7	23	28	52	22	14	6	3	14	19	15	26	229	69
2	6	12	9	3	2	1	0	0	2	6	12	11	64	19,3
3	6	3	3	1	0	0	0	0	0	2	6	2	23	6,9
4	0	2	0	0	0	0	0	0	0	4	7	1	14	4,2
5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0,6
Total	20	40	40	56	24	15	6	3	16	32	40	40	332	100

- LOZANO G., J.H. 1979. Datos sobre la biología y los hábitos del salivazo del cacao *Clastoptera globosa* Fowler (Homoptera: Cercopidae) en Tabasco, Méx. Tesis de Licenciatura. Monterrey, Universidad Autónoma de Nuevo León. 104 p.
- MENDOZA C., M. 1983. Evaluación de los daños directos ocasionados por el salivazo *Clastoptera globosa*, en el cultivo de cacao en el Estado de Tabasco. In Resultados y avances del programa de investigación del cultivo de cacao en el Estado de Tabasco. Tapachula, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. pp. 7-20.
- RODRÍGUEZ, R. 1980. Plagas del cacao *Theobroma cacao* L. bajo diferentes sistemas de sombreamientos. Tesis de Licenciatura. Cárdenas, Colegio Superior de Agricultura Tropical. 39 p.
- SÁNCHEZ S., S. 1995. Dos plagas del cacao en el Estado de Tabasco, México (Insecta, Lepidoptera: Noctuidae, Hemiptera: Cercopidae). Agrotrópica (Brasil) 7 (3): 71-74.
- SÁNCHEZ S., S.; SOL S., A. 1998. Plantas hospederas de tres plagas del cacao en Tabasco, México. Agrotrópica (Brasil) 10(2): 119-122.



## NOTA CIENTÍFICA

### LEVANTAMIENTO PRELIMINAR DE HONGOS ENTOMOPHTHORALES (ZYGOMYCOTINA; ZYGOMYCETES), AGENTES DE CONTROL NATURAL DE INSECTOS AL SUR DE BAHIA, BRASIL\*

\*Parte del proyecto de investigación básica regional, financiado por la Universidad Estadual de Santa Cruz -UESC.

*Saúl Edgardo Méndez Sánchez<sup>1</sup>, Adriano Lage Freitas<sup>2</sup>, Cristiana Silva de Almeida<sup>3</sup>, Georgia Botelho Silva<sup>4</sup> y Livia Santos Lima<sup>5</sup>*

<sup>1</sup>UESC - DCAA, Universidade Estadual de Santa Cruz - Depto. de Ciências Agrárias e Ambientais, Km. 16 Rod. Ilhéus/Itabuna, 45650-000, Ilhéus - Bahia - Brasil, saul@uesc.br ; <sup>2</sup>Becario de Iniciación Científica - DCB, Programa PIBIC/ CNPq;

<sup>3</sup>Becaria de Iniciación Científica - DCB, Programa PROIIC/ UESC; <sup>4</sup>Becaria de Iniciación Científica - DCAA, Programa PROIIC/ UESC; <sup>5</sup>Becaria de Iniciación Científica - DCAA, Programa PROIIC/ UESC.

Durante un período de ocho meses, se obtuvieron un total de 128 muestras de campo, buscando correlacionar la distribución y la incidencia natural de los microorganismos Entomophthorales. Las técnicas y los procedimientos laborales iniciales, se resumen a dos procesos básicos de análisis del material biológico recogido en campo: un macro y otro microscópico. Gran parte de las muestras analizadas proporcionaron resultados muy animadores, probablemente el género *Batkoa* sp. infectando Coleópteros de la familia Lagriidae, especie aún no identificada, y *Conidiobolus* sp. infectando Dípteros Psychodidos *Telmatoscopus albipunctatus*. La presencia infectiva de los Entomophthorales mencionados, es muy importante para la base de datos que se está levantando en la región.

**Palabras clave:** distribución, caracterización, enzoótias, epizoótias.

**Preliminary survey of Entomophthoralean fungi (Zygomycotina; Zygomycetes), agents of natural biological control of insects in southern Bahia, Brazil.** During eight months, 128 samples were obtained from the field, looking for a correlation between the distribution and the natural incidence of entomophthorales microorganisms. The first techniques and laboratory procedures to be used were mainly the two processes of analysis of the biological material gathered on the field: a macro- and a microscopic. A range of analyzes provided results very encouraging: the probable genus *Batkoa* sp. which infects unidentified beetles of the Lagriidae family, and *Conidiobolus* sp. infecting the Psychodidae fly *Telmatoscopus albipunctatus*. The occurrence of these entomophthorales is a very important information for our systematic survey of the region.

**Key words:** distribution, characterization, enzootics, epizootics.

## Introducción

Los hongos Entomophthorales ejercen un papel importante en la regulación natural de poblaciones de insectos y ácaros fitófagos, dentro de un contexto agronomico y de biodiversidad vegetal. Son microorganismos entomopatogénicos, caracterizados, principalmente por la formación de unidades infectivas, más conocidas por conidias, recubiertas por una sustancia mucilaginosa y generalmente de descarga forzada (Eilenberg et al., 1986), entre otras, manifestando gran variabilidad de formas y estructuras entre géneros y familias, esto sin llevar en consideración la diversidad de especies existentes.

Los Entomophthorales se destacan por su interés práctico y diversidad ecológica, y son encontrados con relativa frecuencia, originando epizootias que reducen significativamente las poblaciones de insectos de casi todos los órdenes conocidos (David, 1967; Ferron, 1975), incluso artrópodos arácnidos- ácaros (McMurtry, 1970). Mismo siendo considerados excelentes microorganismos entomopatogénicos, poderíamos decir que en Brasil, como en otros países de América Latina, aún son exiguos los proyectos direccionados a investigaciones básicas o aplicadas con hongos Entomophthorales, talvés por su propia complejidad y por las dificultades encontradas en el aislamiento de algunas especies facultativas importantes. Los levantamientos preliminares en la región son de gran importancia para la obtención de datos básicos sobre la presencia de todos los probables géneros y especies existentes en determinados substratos, bien como para entender mejor la dinámica de las Entomophthoromicosis asociadas a las poblaciones de insectos en los más diversos agroecosistemas regionales, inclusive la floresta atlántica (Mata Atlântica - The Brazilian Atlantic Rain Forest). Entre otros, el desarrollo del proyecto objetiva también la caracterización, el reconocimiento morfológico y taxonomico de los probables géneros y especies, estudios enzoóticos y epizoóticos, y sus interacciones; principalmente sobre poblaciones de insectos fitófagos en cultivos de importancia agrícola, además de pasturas naturales y otros substratos no vegetales. Los estudios son concernientes a una investigación básica de gran valía y de carácter inédito al sur del estado de Bahia.

Durante un período de 8 meses, mayo a diciembre de 1998, fueron realizadas 4 prospecciones semanales al azar, completando un total de 128 muestras recogidas en áreas de bosque y pequeñas propiedades agrícolas, próximas al Campus de la Universidad Estadual de Santa Cruz. Las recogidas son provenientes de un trecho aproximado de 12 kilómetros lineares y 1 km. hacia dentro de las áreas prospectadas, lado izquierdo y derecho de la carretera

BR- 415, la cual interliga los Municipios de Ilhéus e Itabuna al sur del estado.

Los cadáveres de insectos con características asociadas a muerte por Entomophthoromicosis, fueron recogidos y acondicionados en placas de petri, previamente esterilizadas, al igual que las plantas hospederas donde los mismos permanecían adheridos (Keller, 1987) y luego transportados al laboratorio de entomología, donde fueron submetidos a dos procesos básicos de análisis: uno macroscópico y otro microscópico, restando para análisis posteriores el proceso biométrico de las principales estructuras detectadas, proceso de vital importancia para la caracterización del orden Entomophthorales. Todo el material biológico encontrado, fue analísado dentro de un período no superior a 72 horas, evitando así, comprometer las propiedades naturales de las muestras recogidas y la posible contaminación por otros microorganismos saprófitos invasores.

La metodología de las cámaras húmedas (Keller, 1993; y Papierok, 1989), puesta en práctica con el objetivo de promover la proyección de las conidias primarias y secundarias por algunos períodos de tiempo (a cada 30 minutos), completando aproximadamente entre 4 y 6 horas de exposición a la humedad y bajo temperaturas variables entre 25 y 30°C. Las conidias proyectadas, fueron teñidas con LPAO (lactofenol-aceto-orceína/proporciones 1:1 y 2:1), (Romeis, 1968 citado por Keller, 1987), para caracterizar la detección nuclear de las conidias típicas de los probables géneros *Batkoa* y *Conidiobolus*.

Todo el material biológico fue preparado en láminas porta-objeto y guardado en lamineros especiales para posteriores análisis, bien como parte de una colección didáctica y científica sobre los Entomophthorales autóctonos de la región en estudio (Sánchez, 1995).

Las prospecciones iniciadas en mayo de 1998, y concluidas parcialmente en diciembre del mismo año, proporcionaron en total 128 muestras de campo, en su mayoría provenientes de los alrededores de la Universidad Estadual de Santa Cruz, muestras estas, recogidas en diversos substratos, tales como: gramíneas silvestres, pastos naturales, malezas y árboles frutales: acerola (*Malpighia glabra* L.), yambo (*Syzygium malaccense* L.), papaya (*Carica papaya* L.) y cacao (*Theobroma cacao* L.).

De las muestras recogidas, 54% presentaron insectos característicamente infectados por hongos del orden Entomophthorales.

El resultado parcial de los primeros análisis, demuestra la presencia de los probables patógenos citados, mismo aún sin una evaluación estadística sobre el grado de infección y el control ejercido sobre las

poblaciones de insectos. Este levantamiento inicial proporciona datos importantes para el trabajo que se pretende desarrollar en la región, con el objetivo primordial de establecer el control microbiano de insectos através de hongos entomopatógenicos, como método alternativo al control químico y dentro de un contexto de manejo integrado de plagas (MIP), de vital importancia para conocer el potencial faunístico de las especies de mayor ocurrencia en la región, sus posibles formas de actuación y la dinámica de las enfermedades provocadas, donde prácticamente se desconoce el potencial viral que presentan como agentes de control natural.

En principio, poblaciones de un pequeño coleóptero lagriidae (Figura 1a) de coloración metálica bronceada, de aproximadamente 10-15 mm de largo, especie aún no identificada, y dípteros psychodidae, *Telmatoscopus albipunctatus*, fueron encontrados durante casi todo el período prospectado, principalmente entre los meses de julio a diciembre; ambas familias entomophthoromicosadas probablemente por *Batkoa* sp. (Figura 1b) y *Conidiobolus* sp. respectivamente. Sánchez y Lima (2000), citan *Telmatoscopus albipunctatus* (Figura 2a) como siendo infectados por *Entomophaga* sp., en el barrio Salobrinho, próximo al campus de la Universidad, pero según análisis de caracterización más detallados, la probabilidad de ocurrencia más correcta tal vez sea la del patógeno cosmopolita *Conidiobolus* sp. (Figura 2b), y no *Entomophaga* sp. como fue citado anteriormente por Sánchez y Lima, (2000).



Figura 1a - Coleoptera Lagriidae encontrado sobre gramínea silvestre. Insecto adulto, característicamente entomophthoromicosado probablemente por *Batkoa* sp., en cada segmento abdominal y en la cavidad torácica.

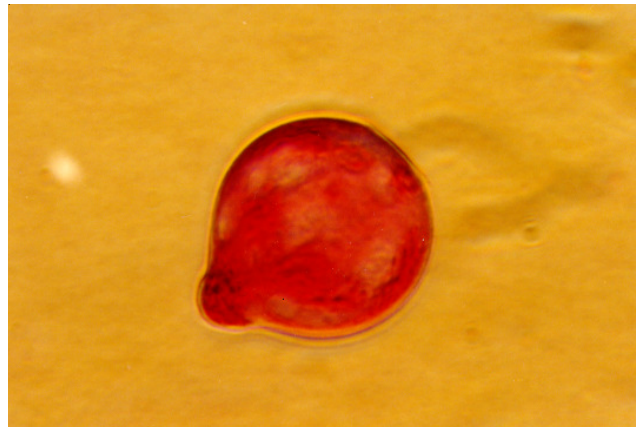


Figura 1b - Probablemente *Batkoa* sp., Conidia primaria globosa, unitunicada, con papila bastante desarrollada. (Mic. Óptico 40x / contraste de fase).



Figura 2a - Díptera *Telmatoscopus albipunctatus* encontrado sobre árbol frutal yambo. Insecto adulto totalmente entomophthoromicosado, probablemente por *Conidiobolus* sp.

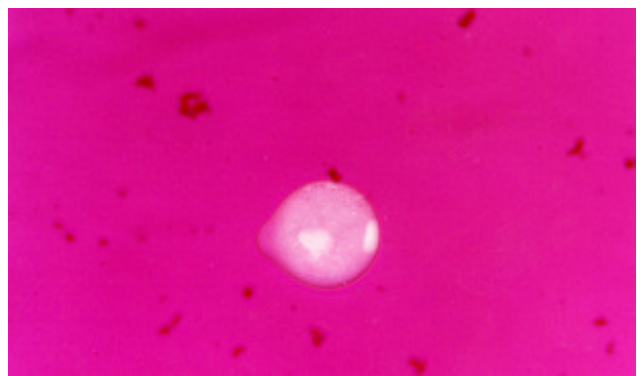


Figura 2b - Probablemente *Conidiobolus* sp., Conidia primaria unitunicada, bastante periforme, con papila un poco prominente. (Mic. Óptico 40x).

Es de hacer notar, que existe en las áreas prospectadas, una fuerte presencia ejercida por los probables géneros de Entomophthorales mencionados. Como prueba de ello, y apesar de los pocos levantamientos realizados, un gran número de insectos estaba infectado. Las condiciones climáticas en la región son propicias para el desarrollo de epizoótias, lo que trataremos de comprobar más adelante, a medida que el proyecto vaya siendo desarrollado, bien como determinar la relación patógeno-hospedero que existe entre las diversas poblaciones de insectos infectados y los Entomophthorales encontrados. Los resultados preliminares nos llevan a concluir que probablemente exista un número significativo de hongos entomophthorales, los cuales presentan un radio de acción bastante amplio sobre diversos ordenes de insectos.

### Agradecimientos

Dra. Renée Albagli Nogueira (Rectora), Pró-Rectoría de Investigación y Pós-Graduación-PROPP, y al Departamento de Ciencias Agrárias y Ambientales-DCAA de la Universidad Estadual de Santa Cruz - UESC, por el apoyo para el desarrollo del proyecto. A los profesores investigadores, M.Sc. Luis Alberto Matos (Gerente de Laboratorios-PROGRAD) por su gentil colaboración para con las actividades de laboratório, y al Dr. Jacques Humbert Charles Delabie (CEPLAC/CEPEC), por la corrección del abstract. A Cecília Carvalho Méndez, Saul Edgardo Méndez Sánchez Filho y Erick Carvalho Méndez, por sus constantes inquietudes y comentarios sobre mis investigaciones científicas y mis más preciados anhelos de superación.

### Literatura Citada

DAVID, W. A. L. 1967. The physiology of the insect integument in relation to the invasion of pathogens. In: Beament, J.W.L. and Treherne, J.E. eds. *Insect and Physiology*. Edinburgh. pp.17-35.

EILENBERG, J.; BRESCIANI, J.; LATGÉ, J. P. 1986. Ultrastructurals studies of primary spores formation and discharge in the genus *Entomophthora*. *Journal Invertebrate Pathology* 48: 318-324.

FERRON, P. 1975. Les champignons entomopathogenes: evolution des recherches au cours des dix dernieres anneés. *Srop. WPRS. Bulletin* 3:3-54.

KELLER, S. 1987. Arthropod-pathogenic Entomophthorales of Switzerland. I *Conidiobolus*, *Entomophaga* and *Entomophthora*. *Sydowia* 40: 122 - 167.

KELLER, S. 1993. Working with arthropod-pathogenic Entomophthorales. Working Group "Insect Pathogens and Insect Parasitic Nematodes" Zurich, IOBC/WPRS. Anexo 2.

McMURTRY, J.A.; HUFFAKER, C.B.; VRIE, M. Van de. 1970. Ecology of tetranychid mites and their natural enemies: a review. I - tetranychid enemies: their biological characters and the impact of spray practices. *Hilgardia* 40 (11): 331- 390.

PAPIEROK, B. 1989. On the occurrence of Entomophthorales (Zygomycetes) in Finland. I. Species attacking aphids (Homoptera, Aphididae). *Annals Entomologici Fennici* 55: 63-69.

SÁNCHEZ, S. E. M. 1995. Reconocimiento, caracterización e incidencia natural de hongos entomopatógenos del orden Entomophthorales (Zygomycotina; Zygomycetes) en Andalucía. Tesis Doctoral. Córdoba (España), Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agronomos y de Montes. 204 p.

SÁNCHEZ, S. E. M.; LIMA, L. S. 2000. Díptera Psychodidae *Telmatoscopus albipunctatus* (Williston, 1893) infectados por *Entomophaga* sp. no Bairro Salobrinho, eixo Ilhéus-Itabuna ao sul da Bahia. In: Seminário de Iniciação Científica/ Iniciação Científica na Formação Acadêmica. 6º, Livro de Resumos. Ilhéus, Bahia. Ilhéus, UESC. 134 p.



## NOTA CIENTÍFICA

### OCORRÊNCIA DE CANCRO NO MOGNO AFRICANO NA BAHIA

*Manfred Willy Müller<sup>1</sup>, José Luiz Bezerra<sup>2</sup>, Stela Dalva Midlej Silva<sup>2</sup> e Olívia Cordeiro de Almeida<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>CEPLAC/CEPEC/ Estação Experimental Sosthenes de Miranda, mwmuller@ufba.br

<sup>2</sup>CEPLAC/CEPEC/Seção de Fitopatologia, bezerra@cepec.gov.br

Neste trabalho, registra-se a ocorrência de um cancro no mogno africano (*Khaya ivorensis* A. Chev.) na Estação Experimental Sosthenes de Miranda, unidade experimental do Centro de Pesquisas do Cacau, localizada no município de São Sebastião do Passé, região do Recôncavo da Bahia. Os testes de patogenicidade foram iniciados com inoculações em casa-de-vegetação e em plantas com quatro anos de idade, sob condições de campo.

**Palavras-chave:** *Khaya ivorensis*, Recôncavo baiano, fitopatologia, broca-das-meliáceas

**Canker of African mahogany in Bahia.** This work reports the occurrence of a canker in the African mahogany (*Khaya ivorensis* A. Chev.) in Sosthenes de Miranda Experimental Station of the Cacao Research Center – CEPLAC/CEPEC, municipality of São Sebastião do Passé, Recôncavo region of Bahia. Patogenicity tests were initiated through the inoculation on seedlings in greenhouse and on four years old plants, under field conditions.

**Key words:** *Khaya ivorensis*, Recôncavo region of Bahia, phytopathology, Meliaceae borer

A família Meliaceae é composta, principalmente, de árvores tropicais que produzem madeira de alto valor comercial. As espécies desta família encontram-se distribuídas nas regiões tropicais e sub-tropicais das Américas, África e Ásia, sendo os principais gêneros *Cedrela*, *Toona*, *Khaya*, *Swietenia* e *Azadirachta*. O mogno (*Swietenia macrophylla* King.), também chamado vulgarmente de aguano e araputanga, é reconhecido como a mais valiosa e cobiçada espécie madeireira dos trópicos americanos, porém, infelizmente, sua exploração tem sido feita – particularmente na Amazônia brasileira – apenas por métodos extrativistas e predatórios (Kageyama, 1996; Rodan et al., 1992). No Brasil, assim como nos demais países da América tropical, as tentativas de se cultivar mogno para fins comerciais, têm dado resultados totalmente negativos, em virtude da até então inevitável incidência da *Hypsipyla grandella* (Zeller), conhecida como a “broca-das-meliáceas”, que destrói as gemas apicais da planta, provocando o aparecimento de ramificações laterais e a perda do valor comercial da madeira (Mayhew e Newton, 1999). Isto ocorre não somente com o mogno, mas também com as demais espécies de meliáceas nativas, indicando que estas plantas têm uma estreita correlação com espécies de *Hypsipyla*, o que poderia caracterizar uma evolução paralela, fazendo com que as espécies deste gênero tenham restrições para se estabelecerem como plantios comerciais, no local de sua ocorrência natural. Um bom exemplo disto é o êxito da *S. macrophylla* e *Cedrela odorata* na África e Ásia (Nikles et al., 1977), as quais são resistentes à *Hypsipyla robusta*, porém fora de sua ocorrência natural; por sua vez a *Toona ciliata*, *K. ivorensis* e *K. senegalensis* são consideradas imunes à *H. grandella* no Brasil, contudo susceptíveis à *H. robusta* na África (Gripjma, 1970). Para viabilizar os plantios comerciais, tendo em vista a dificuldade e/ou a ineficácia do controle químico, biológico ou silvicultural da *Hypsipyla*, uma das alternativas é a utilização de meliáceas exóticas por serem altamente resistentes ou imunes à referida praga (Poltronieri et al., 2000). No Estado do Pará, devido à facilidade de produção de mudas aliada ao alto valor comercial no mercado internacional, as espécies exóticas preferidas pelas reflorestadoras são *K. ivorensis*, *K. anthotheca*, *K. grandifolia* e *K. senegalensis* (Falesi e Baena, 1999). Na Estação Experimental Sosthenes de Miranda (ESOMI), unidade de pesquisa da CEPLAC localizada no Recôncavo baiano, as espécies *K. ivorensis* e *K. senegalensis* foram introduzidas com o objetivo de se realizar experimentos de indução de resistência à *H. grandella*, através da enxertia do mogno sobre porta enxerto de *Khaya*. As primeiras mudas de *K. ivorensis*,

formadas a partir de sementes oriundas do CPATU/ Embrapa, foram plantadas (seis filas de seis plantas no compasso de 2x2m) no arboreto da ESOMI em junho/95. Mais tarde, em junho/98, outros 34 exemplares da espécie foram plantados no sistema de alameda, como um componente florestal do experimento de SAF e, em junho de 1999, tendo em vista a grande demanda das sementes da espécie no mercado, foi instalado um bloco com 96 plantas, no espaçamento de 6x6m, com o objetivo de serem utilizadas como matrizes para produção de sementes.

Nas plantas do arboreto, três anos após o plantio, passou-se a observar erupções no córtex, sendo no início lesões circulares, salientes (Figura 1a) evoluindo, posteriormente, até formar grandes áreas tumorosas, dilaceradas, com aspecto de cancro (Figuras 1b e 1c). Inicialmente as lesões comprometiam os vasos do floema somente em pontos localizados, dificultando, conseqüentemente, a distribuição de fotoassimilados para algumas partes da planta, principalmente para as raízes, retardando desta forma o crescimento vegetativo. Sete anos após o plantio, as plantas apresentam lesões generalizadas no córtex, atingindo todo o perímetro do caule, chegando a promover brotações de gemas basais localizadas abaixo das lesões, um sintoma nítido de anelamento da planta (Figura 2).

Para confirmar a associação da doença com algum patógeno, foram coletadas amostras do tecido afetado para posterior isolamento dos fungos em meio de cultura. Os fungos isolados até agora, deste material, na Bahia foram os seguintes: *Pestalotiopsis* sp. (fitopatógeno fraco, oportunista), *Nigrospora* sp. (fitopatógeno fraco, oportunista), *Verticillium* sp. (gênero com espécies patogênicas e saprófitas), *Fusarium* cf. *solani* (fitopatógeno), *Lasioidiplodia theobromae* (fitopatógeno), *Fusarium* sp. (fitopatógeno?), *Curvularia* sp. (fitopatógeno?), *Phialophora* sp. (fitopatógeno?), *Geotrichum* sp. (saprófita), *Trichoderma* sp. (saprófita, antagonista de outros fungos), *Colletotrichum* sp. (fitopatógeno) e *Phomopsis* sp. (fitopatógeno).

Um teste de patogenicidade realizado com o isolado de *F. solani*, em casa-de-vegetação, apresentou resultado positivo no sentido de que as mudas inoculadas por meio de ferimento no caule desenvolveram lesões necróticas (Figura 3), porém os sintomas não foram iguais aos observados no campo por infecção natural. É provável que esta diferença esteja relacionada ao fato das inoculações terem sido feitas em mudas, enquanto que a infecção natural ocorre em plantas com mais de um ano de campo. Outros testes de inoculação em viveiro e no campo com isolados dos outros fungos falharam em reproduzir os sintomas da doença.



Figura 1. Aspectos da lesão no córtex do mogno africano (*Khaya ivorensis*) evidenciando a evolução da doença na fase inicial (A), fase intermediária (B) e fase avançada (C). CEPLAC/ESOMI.



Figura 2. Aspecto da doença, na fase final, antes da indução da brotação das gemas basais (A) e mais tarde quando as lesões já conseguem atingir todo o perímetro do caule provocando um anelamento e induzindo a brotação de gemas basais (B). CEPLAC/ESOMI.



Figura 3. Inoculação de isolados de *Fusarium solani* através de ferimento no caule em mudas de mogno africano (*Khaya ivorensis*) desenvolvendo lesões necróticas. Planta testemunha no centro. CEPLAC/CEPEC.

No momento, realizam-se novas inoculações em plantas com 4 anos de idade, sob condições de campo, com os patógenos isolados do material coletado.

### Literatura Citada

- KAGEYAMA, P.Y. 1996. Informe para la FAO –Roma sobre recursos genéticos de la especie de la familia Meliaceae en los neotrópicos: prioridades para acción coordinada. Piracicaba, ESALQ.
- RODAN, B.D. et al. 1992. Mahogany conservation: status and policy initiatives. *Environmental Conservation* 19 (4): 331-338.
- NICLES, D.G.; BURLEY, J., BARNES, R.D. 1977. Progress and problems of genetic improvement of tropical Forest trees. Proceedings of a joint workshop, IUFRO.
- GRIJPMA, P. 1970. Immunity of *Toona ciliata* M. Roem. Var. *australis* (F.v.M.) C.DC. and *Khaya ivorensis* A. Chev. to attacks of *Hypsipyla grandella* Zeller. Turrialba (Costa Rica) 20(1): 85-93.
- FALESI, I.C.; BAENA, A.R.C. 1999. Mogno africano *Khaya ivorensis* A. Chev. em sistema silvipastoril com leguminosa e revestimento natural do solo. Belém, Embrapa Amazônia Oriental, Documentos 41. 52p.
- MAYHEW, J.E.; NEWTON, A.C. 1998. The Silviculture of mahogany. London: CABI Publishing. 226p.
- POLTRONIERI, L. S. et al. 2000. Identificação de Doenças em Mogno-africano no Estado do Pará. Belém, Embrapa Amazônia Oriental, Circular Técnica, 18. 13p.