

AGROTROPICA

Volume 11, número 3, setembro a dezembro de 1999

**CENTRO DE PESQUISAS DO CACAU
BRASIL**



MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E
DO ABASTECIMENTO
CEPLAC - Comissão Executiva do
Plano da Lavoura Cacaueira

AGROTRÓPICA. Publicação quadrimestral do
Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC) da
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 bibliográ-
ficas:** Maria Christina de C. Faria e Jurema
Correia Santos.

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

Capa: Selenê Cristina Badaró

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.

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

Tiragem: 650 exemplares

AGROTRÓPICA

V.11

Setembro - dezembro 1999

N.3

CONTEÚDO

ARTIGOS

- 103** Perfil tecnológico e social do cacaucultor. **S. D. P. Trevizan e H.G. de Moraes.**
- 111** Eficiência da nutrição mineral em plantas de cacau infectadas com *Crinipellis pernicioso* (em inglês). **L.H.I. Nakayama, E.E. Bach e A. E. Boaretto.**
- 117** Eficiência do manejo integrado na redução da murcha de phytonomas em coqueiro anão amarelo. **D. R. N. Warwick, J. I. L. Moura e M. de L. da S. Leal.**
- 121** Produção de sementes de variedades híbridas de cacau em Rondônia, Brasil. **C. M. V. C. de Almeida e F. Antônio Neto.**
- 133** Conteúdo de Cadmio em amêndoas de cacau e nos solos de "Ocumare de la Costa," Venezuela (em inglês). **A. C. Durán e M. Adams.**
- 141** Estimativas de parâmetros genéticos na variedade de milho BR – 5011 sertanejo no nordeste brasileiro. **H.W.L. de Carvalho, M. de L. da S. Leal, M. X. dos Santos e P.C.L. de Carvalho.**
- 147** Condutância estomática, potencial hídrico foliar e emissão de folhas e inflorescências em três genótipos de coqueiro anão. **E. E. M. Passos, C. H. B. A. Prado e M. de L. da S. Leal.**
- 153** Adaptabilidade e estabilidade de variedades e híbridos de milho no Estado da Bahia. **B. C. L. de Carvalho, H. W. L. de Carvalho, M. de L. da S. Leal, M. X. dos Santos, H. da S. Marques, I. O. Silva, G. V. Sampaio e V. V. Dourado.**
- 163** Estimativas de parâmetros genéticos em seringueira (*Hevea* spp). I. Capacidade geral de combinação em plantas jovens (em inglês). **U. V. Lopes, J. R. B. Marques e W. R. Monteiro.**
- 169** Associação simbiótica de bactérias diazotróficas e fungos micorrízicos arbusculares em mudas de dendezeiro (*Elaeis Guineensis* Jaquim.). **A. R. V. de Carvalho, E. M. R. da Silva, V. L. D. Baldani e J. Dobreiner.**
- 177** Vassoura-de-bruxa em cupuaçuzeiro no Sul da Bahia. **J. R. M. Lopes, E.D. M. N. Luz e J. L. Bezerra.**

NOTA CIENTÍFICA

- 183** Situação atual do cupuaçuzeiro no Sul da Bahia. **J. R. M. Lopes, E. D. M. N. Luz e J. L. Bezerra.**



**MINISTRY OF AGRICULTURE AND
PROVISION**

**CEPLAC - Executive Commission of
the Cacao Agriculture Plan**

AGROTRÓPICA. Published every four months by the Cacao Research Center (CEPEC) of 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 C. Faria and Jurema Correia Santos.

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

Cover: Selenê Cristina Badaró

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.

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.11

September - December 1999

N.3

CONTENTS

ARTICLES

- 103** Technological and social profile of the cacao grower (in Portuguese). **S. D. P. Trevizan and H.G. de Moraes.**
- 111** Efficiency of mineral nutrition on cacao plant infected with *Crinipellis pernicioso*. **L. H. I. Nakayama, E. E. Bach and A. E. Boaretto.**
- 117** Efficiency of integrated management in reducing *Phytophthora* wilt in yellow dwarf coconuts (*Cocos nucifera* L.) (in Portuguese). **D. R. N. Warwick, J. I. L. Moura and M. de L. da S. Leal.**
- 121** Cocoa hybrid seed production in the state of Rondônia, Brazil (in Portuguese). **C. M. V. C. de Almeida and F. Antônio Neto.**
- 133** Cadmium content in cocoa almonds and soils from Ocumare de la Costa, Venezuela. **A. C. Durán and M. Adams.**
- 141** Estimates of genetic parameters in the BR 5011- Sertanejo maize variety for Northeastern Brazil (in Portuguese). **H.W.L. de Carvalho, M. de L. da S. Leal, M. X. dos Santos and P.C.L. de Carvalho.**
- 147** Stomatal conductance, leaf water potential and foliar inflorescence emission in three dwarf coconut genotypes (in Portuguese). **E. E. M. Passos, C. H. B. A. Prado and M. de L. da S. Leal.**
- 153** Adaptability and stability of corn hybrids and varieties in Bahia State (in Portuguese). **B. C. L. de Carvalho, H. W. L. de Carvalho, M. de L. da S. Leal, M. X. dos Santos, H. da S. Marques, I. O. Silva, G. V. Sampaio and V. V. Dourado.**
- 163** Estimates of genetic parameters in rubber tree (*Hevea* spp). I. General combining ability in juvenile seedlings. **U. V. Lopes, J. R. B. Marques and W. R. Monteiro.**
- 169** Symbiotic association between diazotrophic bacteria and arbuscular mycorrhizal fungi in oil palm (*Elaeis Guineensis* Jacq.) (in Portuguese). **A. R. V. de Carvalho, E. M. R. da Silva, V. L. D. Baldani and J. Dobereiner.**
- 177** Witches' broom disease of cupuassu in the South of Bahia (in Portuguese). **J. R. M. Lopes, E. D. M. N. Luz and J. L. Bezerra.**

SCIENTIFIC NOTE

- 183** Present situation of cupuassu plantations in the south of Bahia (in Portuguese). **J. R. M. Lopes, E. D. M. N. Luz and J. L. Bezerra.**

PERFIL TECNOLÓGICO E SOCIAL DO CACAUCULTOR

Salvador D. P. Trevizan¹ e Hélio G. de Moraes¹

¹CEPLAC/CEPEC/Seção de Socioeconomia, Caixa Postal 07, 45600-970, Ilhéus, Bahia, Brasil. E-mail: salvador@uesc.br

Uma adequada tipologia do produtor rural pode ser um eficiente instrumento na definição de políticas de crédito, pesquisa e extensão rural. Em vista disso, este trabalho representa uma tentativa em tipificar o cacauicultor baiano, em termos de tecnologia utilizada para o cultivo do cacau. Procura-se identificar um perfil a partir de condicionantes socioeconômicos, tais como, posse da terra, acesso ao crédito, participação no mercado de trabalho, escolaridade e residência do produtor, e localização da fazenda. Trata-se da descrição de um possível perfil de cacauicultor, no final dos anos 90, quando esse tipo de produtor enfrenta, talvez, a mais prolongada e mais impactante crise da história do cacau. Os dados utilizados fazem parte de um projeto de avaliação longitudinal (1991-2000) de impactos socioeconômicos e ambientais associados à atual crise do cacau, embora o tópico analisado concentre-se em observações de campo efetuadas em 1997 e 1998, numa amostra de 75 fazendas selecionadas de forma estratificada de acordo com o tamanho da fazenda, e distribuídas em três sub-regiões da área central do cacau no Sul da Bahia. Os dados revelam que as práticas utilizadas para o cultivo do cacau vem passando por um processo de mudança. Algumas delas estão desaparecendo, algumas estão surgindo, enquanto outras permanecem. Observa-se baixa consistência no uso de uma prática e outra, dificultando, em parte, a definição clara de perfis tecnológicos. Porém, é possível reconhecer uma tipologia de adotadores de práticas tecnológicas recomendadas, onde o acesso ao crédito apresenta-se como a variável que mais está associada a tais práticas.

Palavras-chave: Produtor de cacau, tipologia, tecnologia agrícola

Technological and social profile of the cacao grower. The identification of a typology of farm producers can be an important tool for political decision and institutional action regarding agricultural production. A tentative description of a typical cacao grower, in terms of technology applied to cacao production, in the state of Bahia, Brazil, was addressed. It is an effort in order to identify technological profiles related to socioeconomic characteristics of farm owners, such as farm size, access to credit, involvement to the labor market, schooling and residence place of the farmer, and site of his farm. This is a description of a possible cocoa farmer profile at the end of the 90s, period in which such an agricultural producer faces the longest and strongest crisis of the cocoa history. Data from a project for a longitudinal study (1991-2000), regarding socioeconomics and environmental impacts related to the cocoa crisis were used, but the analysis topic foccuses on field data collected in 1997 and 1998, on a stratified sample of 75 cocoa farms, according to the farm size, and proportionally selected from three sub-regions of the central cocoa region in South Bahia. Data show that farmers are moving to a different pattern of technology for cacao production. Some techniques are disappearing, some are coming up, and others are standing. A weak consistency, in terms of inputs and practices for farming, does not allow a clear definition of technological profiles for cacao growers. However, it is possible to recognize a typology of farmers in terms of certain practices, and a strong association between such a practices and credit access.

Key-words: Cacao farmer, typology, agricultural technology

Introdução

A identificação do perfil do produtor rural quanto ao seu nível tecnológico no cultivo do produto permite estimar função de custos mais aproximada da realidade efetivamente praticada no campo. No que se refere ao cultivo do cacau na Bahia, os custos de produção têm sido sistematicamente estimados, desde os anos 70, para diferentes níveis tecnológicos, pressupondo-se que nem todos os produtores adotam iguais níveis, não obstante as recomendações da CEPLAC-Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira-(Mandarino e Santos, 1979; Smith et al., 1980; Gramacho et al. 1992). Admite-se, entretanto, a predominância de produtores adotando um nível tecnológico intermediário, situando-se entre os que se limitam a práticas consideradas tradicionais como poda, desbrota, roçagem das ervas daninhas, colheita e beneficiamento (Smith et al., 1980; Ferreira, 1989; Andrade Filho, 1990), e aqueles que adotam também “insumos modernos”, tais como o uso de produtos químicos para controle de doenças, combate às pragas, adubação, e uso de sementes melhoradas (Matos, 1976, p. 30).

Assim, o nível tecnológico típico, supostamente praticado no cultivo do cacau, e que se denominou de “tecnologia atual” (Smith et al., 1980; Ferreira, 1989), corresponderia a práticas de combate a pragas (93% da área), combate a doenças (40% da área), adubação (45% da área) e uso de calcário (6% da área), além das práticas tradicionais.

Aquele nível tecnológico supostamente adotado era, na verdade, uma visão bastante otimista; isto é, superestimado, por derivar-se de coeficientes técnicos e de recomendações para o cultivo do cacau, descritos de forma detalhada em trabalhos como os de Cox (1966), Bahamonde (1973) e de Alencar e Mello (1974), e não do uso efetivo das referidas práticas.

As primeiras estatísticas sobre uso efetivo de práticas agrícolas no cultivo de cacau encontra-se em Matos (1976), nas publicações do Diagnóstico Sócio-econômico da Região Cacaueira (Tabela 1). Tais dados revelam que ninguém executava integralmente o pacote recomendado; que baixos percentuais utilizava parte das práticas e que, em 30% das unidades patronais e 63% das unidades familiares, não se adotava nenhuma das referidas práticas. A tecnologia, entendida como o conjunto de práticas utilizadas para o processo produtivo, caracterizava-se, então, por uma dominância das práticas de adubação e de controle de pragas entomológicas.

Posteriormente, uma avaliação do Procacau- Programa oficial de recuperação dos cacauais- (Tafani et al., 1984) indicou que, em 1980, quinto ano de funcionamento daquele Programa, o combate a pragas era feito em aproximadamente 81% da área de cacau, o controle de

Tabela 1. Uso de insumos modernos no cultivo do cacau, por tipo de unidade produtiva, nos anos setenta - Bahia.

Insumos Modernos	Unid. Produtiva Familiar		Unid. Produtiva Patronal	
	Unid. amostradas	%	Unid. amostradas	%
Nenhuma prática	145	63,05	109	30,44
Controle de doenças	-	-	4	1,12
Combate a pragas	49	21,30	76	21,22
Doenças e pragas	-	-	3	0,84
Adubação	14	6,09	22	6,15
Doenças e adubação	-	-	-	-
Pragas e adubação	19	8,26	114	31,84
Doenças, pragas e adubação	1	0,43	22	6,15
Sementes melhoradas	2	0,87	1	0,28
Doenças e sementes melhoradas	-	-	-	-
Pragas e sementes melhoradas	-	-	1	0,28
Pragas, adubação e sementes melhoradas	-	-	6	1,68
Doenças, pragas, adubação e sementes melhoradas	-	-	-	-
TOTAL	230	100	358	100

doenças em 26%, adubação em 39%, poda em 20% e raleamento de sombra em 8%. Esses percentuais de uso de práticas recomendadas podem ser considerados, em parte, frustrantes, em se tratando de um período tido como o auge da cacaucultura baiana, levando-se em conta principalmente preços, e divisas geradas pelo cacau. Assim, associando-se os níveis de produtividade verificados no passado, com os níveis de tecnologia empregados, tem-se a impressão de que ou o uso daqueles insumos era altamente concentrado em alguns produtores, como sugere a Tabela 1, ou que a relação entre os níveis de produtividade têm pouco a ver com determinados níveis tecnológicos.

Com a crise de preços do produto, iniciada nos anos 80, era esperado que os cacaucultores reduzissem o uso de “insumos modernos”. Virgens Filho et al. (1993) mostra que, de fato, num período de dez anos (1979/81-1989/91), as práticas decaíram em 81,4% no combate às pragas, 80,2% no controle de doenças, 84,7% na adubação, em termos de área cultivada.

Nos anos 80, registra-se uma queda de 38% na produtividade média no cultivo do cacau na Bahia (Cazorla et al., 1995), devido a fatores climáticos, doenças e à baixa resistência das plantações, precariamente nutridas.

Os efeitos da doença da vassoura-de-bruxa, provocada pelo fungo *Crinipellis pernicioso*, têm contribuído para

alterar a função de custos de produção de cacau, devido aos acréscimos de mão-de-obra demandada e das aplicações de fungicida necessárias para controle da doença (Almeida et al. 1998).

Se no passado, os supostos níveis tecnológicos recomendados para o cultivo do cacau têm estado distantes do efetivamente praticado, e que já não eram elevados, depois de todas as transformações produzidas na cacauicultura brasileira, especialmente na Bahia, devidas à crise do sistema cacau, perdeu-se de vista quem faz o que no cultivo desse produto. Algumas mudanças tecnológicas no referido sistema já têm sido observadas. Em relatório de pesquisa (Trevizan, 1997), registrou-se que atividades de pós-colheita estariam sendo alteradas. A prática da fermentação em coxos, por exemplo, quase que não existe mais, principalmente nas regiões mais afetadas pela vassoura-de-bruxa. Devido à significativa redução da produção, em geral, as amêndoas são agora transportadas da roça para a secagem imediata nas barcaças, sem passar pelo processo de fermentação e revolvimento em coxos, prática até então recomendada para garantia da boa qualidade das amendoas.

Desta forma, mesmo que a produtividade seja baixa, não se sabe a que custo se produz e, portanto, não se sabe o que o produtor vem ganhando ou deixando de ganhar com o nível de tecnologia efetivamente praticado.

Nesta análise, pretende-se caracterizar o produtor de cacau na Bahia, em termos do seu perfil tecnológico e social nos dias atuais, considerando-se o uso das práticas utilizadas para o cultivo do cacau, incluindo-se nesse conjunto o sistema de gerenciamento da unidade produtiva (direta ou indireta), assim como características sócio-econômicas do produtor, tais como a escolaridade, a posse de terras, o exercício de outra profissão, a residência e local da fazenda observada, as quais poderiam estar definindo níveis de adoção tecnológica.

Tradicionalmente, a expectativa é de que o tamanho (ha) da unidade produtiva e o acesso ao crédito estejam positivamente relacionados ao volume de práticas modernas aplicadas ao processo produtivo. O nível de escolaridade do produtor pode significar maior acesso à informação e maior desembaraço junto às instituições de assistência técnica e de crédito, habilidades que poderiam levar a crer que maior escolaridade do produtor pudesse estar positivamente relacionada à utilização de práticas mais sofisticadas no processo produtivo, como é o caso da gestão racional que, conforme Weber (1969), caracteriza-se pela prática da contabilidade. Gasparetto e D'Alencar (1988) registraram que, no Sul da Bahia, elevado percentual de produtores tem curso superior (40%), o que lhes permitem maior articulação com o mercado de trabalho e lhes oferecem alternativas de renda fora da agricultura. Esta situação, por sua vez, viabilizaria manter o uso mais intensivo de capital na

produção agrícola. Entretanto, o exercício de outras profissões com atividades urbanas, pode ter relação negativa com o nível de práticas agrícolas tecnicamente recomendadas. Tal relação ocorreria num período de crise da economia cacauífera em que o cultivo do cacau fosse menos relevante do que as atividades urbanas na composição da renda do produtor. Assim, a situação de crise pode contribuir para incrementar o absenteísmo do proprietário aos problemas da fazenda, quando esta passa a atrair recursos de fora para manter-se em produção.

A forma como o produtor de cacau se insere no mercado de trabalho determinaria, em condições adversas para a cacauicultura, perfis específicos de produtor. Em tais circunstâncias, a expectativa é de que o cacauicultor que desempenhe profissões urbanas (profissões liberais, por exemplo), em função da menor rentabilidade do cacau, tenderia a reduzir seus investimentos na utilização de insumos para o processo produtivo.

Trata-se, pois, de uma investigação com o objetivo de definir quem é socialmente, o cacauicultor, tendo em vista os níveis tecnológicos utilizados no processo produtivo. É um trabalho de caráter descritivo e pragmático, embora baseado em pressupostos teóricos, no intuito de contribuir para aproximar funções de custo de produção à realidade praticada, além de subsidiar programas de crédito e de extensão agrícola junto aos cacauicultores.

Material e Métodos

Os dados considerados nesta análise fazem parte de um projeto de acompanhamento longitudinal, num período de dez anos (1991-2000), de avaliação dos impactos sociais, econômicos e ambientais associados à crise do cacau. Entretanto, para este estudo, tomam-se como referência básica os dados de 1997 e 1998.

A tomada dos dados de campo foi efetuada através de entrevistas desenvolvidas em 75 fazendas de cacau, amostra essa definida, não pelo critério quantitativo, mas de forma experimental, pelo critério da saturação da novidade do fenômeno ou, no dizer de Thiollent (1988, p. 61), pela exaustividade. Considerou-se a amostra satisfatória, seja na quantidade de fazendas amostradas, seja na distribuição espacial das mesmas. Delineada para avaliar mudanças nas unidades de produção em função da vassoura-de-bruxa (*Crinipellis perniciososa*) que se tornaria o vetor principal das mudanças estruturais geradas pela crise do cacau, a mostra inicial se restringia ao núcleo Camacan-Arataca, área mais atingida pela referida doença. Ali foram selecionadas, de forma estratificada pela área, fazendas afetadas pela doença.

Posteriormente, face ao questionamento de como estariam ocorrendo as mudanças em outras áreas, decidiu-

se expandir a amostra. Foram gerados, assim dois outros núcleos, Ilhéus-Uruçuca-Lomanto Junior, no centro, também fortemente atacado pela doença, e Ipiatã-Ubatã, ao norte, área de transição, onde a doença vinha atuando de forma mais branda. Considerou-se, após a primeira tomada de dados que, nesse terceiro núcleo, uma sub-amostra de 15 fazendas seria satisfatória para se identificar processos de mudanças, ficando a amostra geral assim distribuída: 29 para Camacã-Arataka, 31 para Ilhéus-Uruçuca-L. Junior e 15 para Ipiatã-Ubatã (Figura 1). A seleção se deu de forma sistemática, a partir do mapeamento de fazendas utilizadas para tomada de dados para previsão de safra de cacau pela CEPLAC. Em cada sub-região, obedeceu-se o critério da espacialidade geográfica. Uma vez mapeadas e enumeradas as fazendas, seguiu-se uma distribuição obedecendo a proporcionalidade do universo de fazendas de cacau em cada sub-região, até atingir a amostra desejada.

Estratificada pela área da fazenda visitada, houve concentração da amostra nos menores estratos (< 100 ha, 44%; 100 a 200 ha, 39%; e 300 ha, 17%), uma distribuição semelhante ao universo de fazendas de cacau na região.

A tomada de dados foi feita através de entrevista dirigida ao administrador ou ao gerente da fazenda e complementada pelo proprietário. Nos casos em que o proprietário era encontrado na unidade de produção, por ocasião da visita, a entrevista era direcionada a ele, e as informações eram complementadas pelo gerente ou administrador da unidade.

Utilizou-se da técnica de tabelas de contingência para identificar possível associação entre o uso de uma prática

e outra, assim como para identificar possível associação entre o uso de determinadas práticas com o nível de escolaridade, com o tamanho da fazenda, envolvimento com o mercado de trabalho, através do exercício ou não de atividades profissionais no setor urbano, residência do proprietário, localização da fazenda e acesso ao crédito agrícola, indicado pelo acesso do produtor a pelo menos uma das etapas de crédito referente ao programa de recuperação dos cacauais e controle da vassoura-de-bruxa, iniciado em 1995.

Resultados

Como foi indicado no item introdutório, a tecnologia utilizada no cultivo do cacau na Bahia, na década de 70, caracterizava-se pelo domínio das práticas de adubação e controle de pragas entomológicas; hoje, no final dos anos 90, caracteriza-se por práticas destinadas ao controle de doenças. A pesquisa revela que, em 1997, em 76% das fazendas praticava-se a remoção de vassouras e em 52% realizavam-se outras práticas, como a aplicação de fungicida (cobre), também para controle de doenças. A adubação e calagem eram praticadas em aproximadamente 31% e 9% das fazendas, respectivamente, enquanto que o controle de pragas entomológicas era feito em apenas 11% das fazendas pesquisadas (Tabela 2).

Não se observou expressiva consistência entre o uso de uma prática e outra. Isto é, o uso de uma prática não implica na adoção significativa de outras. Assim, por exemplo, das fazendas amostradas nas quais se pratica a remoção de vassouras, apenas em 35% delas utiliza-se a pulverização com fungicida, em 39% faz-se adubação química, em 42% faz-se controle manual de ervas daninhas, em 14% faz-se controle de pragas entomológicas e em 12% faz-se calagem. A consistência apresenta-se mais forte com relação à adubação. Das fazendas onde se faz adubação química, em quase todas elas (96%) faz-se também remoção de vassouras; em 65% faz-se controle de doenças com fungicida, etc. Entretanto, em apenas 30% das fazendas amostradas observou-se o uso de adubação química.

Em 1997, observaram-se indícios de que novas práticas estariam surgindo no cultivo do cacau, como o uso de sementes de variedades de cacau mais resistentes à vassoura-de-bruxa, e a enxertia ou clonagem em cacauzeiros velhos, com variedades tolerantes à doença. Dados preliminares coletados no ano seguinte indicam que a enxertia pode tornar-se a característica tecnológica dominante no cultivo do cacau na Bahia para os próximos anos, a depender do sucesso dessa prática no controle da referida doença, da produtividade das novas variedades e do acesso ao crédito agrícola.

Observando por estrato de área, algumas práticas se



Figura 1. Estado da Bahia com a área central do cacau.

Quadro 2. Matriz de frequência de práticas recomendadas, utilizadas para o cultivo do cacau no Sul da Bahia, 1997-1998.

Contr. pragas entomológicas	Controle de pragas entomol.		Controle de doenças		Controle de ervas		Adubação química		Calagem		Remoção de vassouras		Enxertia		Trein. para enxertia	
	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não
Sim	-	-														
Não	-	-														
C. doenças																
Sim	4	32	-	-												
Não	4	35	-	-												
C. ervas																
Sim	6	21	16	10	-	-										
Não	2	46	19	30	-	-										
Ad. química																
Sim	6	17	16	7	9	14	-	-								
Não	2	50	19	33	17	35	-	-								
Calagem																
Sim	1	6	6	1	2	5	7	-	-	-						
Não	7	61	29	39	24	44	16	52	-	-						
Rem. de vassouras																
Sim	8	49	35	22	25	32	22	35	7	50	-	-				
Não	-	18	-	18	1	17	1	17	-	18	-	-				
Enxertia																
Sim	4	14	8	10	5	13	9	9	4	14	15	3	-	-		
Não	4	53	27	30	21	36	14	43	3	54	42	15	-	-		
Treina. para enxertia																
Sim	7	21	17	11	12	16	18	10	6	22	27	1	47	6	-	-
Não	1	46	18	29	14	33	5	42	1	46	30	17	10	12	-	-

identificam mais com uma ou outra categoria de produtor. A adubação química e controle de doenças (pulverização) predominam nas médias e grandes propriedades, embora a segunda prática seja frequente também em pequenas unidades. A remoção de vassouras e controle manual de ervas daninhas ocorrem de forma semelhante em todos os estratos. Já o combate a pragas entomológicas e calagem têm seu uso reduzido a quase zero nos dois extremos de área.

A tentativa de identificar associação entre o uso de práticas agrícolas recomendadas, com os vários indicadores sociais (Tabela 3), levou a resultados sugestivos. Em primeiro lugar, observou-se que a estrutura fundiária da região, baseada na posse de terra do conjunto de propriedades de um mesmo produtor, é bem diferente da estratificação baseada na área de uma unidade. Uma estimativa do conjunto de fazendas de cada proprietário pesquisado revelou que apenas 19% dos proprietários têm posse de terra inferior a 100 ha, 45% pertencem a categoria de 100 a 300 ha, e 36% têm igual ou mais de 300 ha. A soma das áreas pertencentes ao mesmo proprietário revela uma estrutura fundiária inversa daquela que nos dá a

análise a partir de unidades tomadas isoladamente.

Identificou-se, na amostra, um pequeno grupo (17%) de proprietários que tiveram acesso ao crédito; desses, 85% realizam práticas de renovação e outras práticas recomendadas. Nenhum dos que receberam crédito encontram-se entre os que não utilizam qualquer prática tecnológica recomendada. Um teste de Qui-quadrado confirma que existe associação significativa (χ^2 0,001, com 2 g.l.< 14,55), entre acesso ao crédito e uso de práticas recomendadas (Tabela 4). Além dessa relação com o crédito, observou-se uma tendência de maior uso das práticas e de maior acesso ao crédito, quanto maior for a posse de terra do proprietário. Entretanto, os que não fazem qualquer prática não se encontram entre os que possuem menos terra, mas na categoria de médios proprietários, possuindo 100 a 200 ha.

Observa-se uma associação espacial entre uso de práticas de renovação e acesso ao crédito (Tabela 3). Há uma relação positiva no uso de práticas de renovação de cacauais entre os que tiveram acesso ao crédito, à medida em que as fazendas se localizem do norte para o sul da

Tabela 3. Perfil Socioeconômico dos produtores segundo o acesso ao crédito e uso de práticas agrícolas para o cultivo do cacau no Sul da Bahia, 1997-1998.

Variáveis Socioeconômicas	Tiveram Acesso ao Crédito	Fazem Práticas de Renovação dos Cacauais e outras (1)		Fazem Só Práticas (2) Tradicionais Recomendadas		Não Fazem (3) Qualquer Prática	Total (1+2+3)
		Com crédito	Sem crédito	Com Crédito	Sem crédito		
Acesso ao crédito:							
Sim	13	11	2	0	13		
Não	62	18	22	22	62		
Escolaridade:							
Inferior ao 2º Grau	1	1	2		4	4	11
Segundo Grau	3	2	5	1	7	4	19
Superior ao 2º Grau	8	8	9		10	8	35
Sem informação	1	0	2	1	1	6	10
Tipo de administrador:							
Da família do proprietário	2	2	1		4	4	11
Empregado/Administrador	5	4	11	1	9	16	41
Gerente	6	5	6	1	8	2	22
Outro (Meeiro)	0	0	0		1	0	1
Posse de terras (ha):							
< 50	0	0	1		2	4	7
50 – 100	0	0	0		6	1	7
100 – 200	1	1	2		5	10	18
200 – 300	5	4	4	1	3	4	16
³300	7	6	11	1	6	3	27
Possui rendimentos não agrícolas:							
Sim	9	8	9	1	13	17	48
Não	4	3	9	1	9	5	27
Visitas do proprietário à fazenda:							
Diária ou mora na fazenda	3	3	2		8	2	15
Semanal	2	2	4		1	4	11
Quinzenal	0	0	3		2	4	9
Mensal ou menos	8	6	9	2	11	12	40
Localização da fazenda:							
Camacã-Arataca	6	6	3		7	13	29
Ilhéus-Uruçuca-L. Junior	6	4	7	2	10	8	31
Ipiaú-Ubatã	1	1	8		5	1	15
Residência do Proprietário:							
Na fazenda	1	1	0		3	1	5
No mesmo município da fazenda	1	1	6		6	5	18
Em município vizinha ao da fazenda	0	0	0		0	0	0
No eixo Ilhéus-Itabuna	8	7	5	1	4	7	24
Em Salvador	3	2	7	1	9	6	25
Em outro município da Bahia	0	0	0		0	1	1
Em outro estado (S. Paulo e Rio)	0	0	0		0	2	2

Tabela 4. Associação entre o acesso ao crédito e o uso de práticas recomendadas para o cultivo do cacau, no sul da Bahia - 1997/1998.

Aceso ao Crédito	Uso de Práticas Recomendadas			Total
	Renovação e Outras práticas	Só outras práticas	Nenhuma prática	
Sim	11	2	0	13
Não	18	22	22	62
Total	29	24	22	75

c².001 com 2 g.l. < 14,55

região, ao mesmo tempo em que o uso dessas práticas, sem acesso ao crédito, é maior à medida em que se vai do sul ao norte. Isto é, no sul, os proprietários estão dispostos a práticas de renovação, na condição da existência de crédito, enquanto que, no núcleo do norte, os proprietários estão dispostos a essas práticas, independentemente do crédito. O mesmo quadro também revela que as propriedades onde só se realizam práticas tradicionais recomendadas se concentram no núcleo central (Ilhéus-Uruçuca-L. Junior); no núcleo do sul (Camacan-Arataca) se concentram as propriedades onde não se faz nenhuma das práticas recomendadas.

Considerando-se o nível de escolaridade do proprietário, confirma-se o elevado nível de formação dos cacauicultores: em 72% das fazendas amostradas, os proprietários concluíram o 2º Grau e, destes, 65% concluíram curso superior. Testes de associação entre duas variáveis (Qui-quadrado) para cada prática mostram, entretanto, não haver qualquer associação entre ter ou não curso superior e a adoção de práticas agrícolas.

Tradicionalmente, os cacauicultores da Bahia são conhecidos pela pluriatividade que desenvolvem. Isto é, além de produtores de cacau, a pesquisa confirma que parcela significativa deles tem outras atividades no setor urbano e, conseqüentemente, têm outras fontes de renda (52%). Esta situação, entretanto, não permite caracterizá-los como produtores de tempo parcial (*part time farmers*). Na verdade, desenvolvem em tempo integral outras atividades. São comerciantes, profissionais liberais (médicos, advogados, engenheiros agrônomos), funcionários públicos, professores, aposentados e técnicos de nível médio que, em final de semana ou eventualmente, voltam sua atenção à fazenda. Quando o proprietário não reside na fazenda, a administração é indireta, através de um gerente, profissional de nível superior ou médio, residindo fora da fazenda ou cidade vizinha, no caso de grandes empresas; um técnico agrícola que reside na fazenda, nas de porte médio; ou, na maioria das vezes - 55% - por meio de um empregado, também chamado de “administrador” ou até de “fiscal” (pessoa de confiança que supervisiona a fazenda e a quem o proprietário ou o gerente repassa ordens). O empregado, uma categoria social dominante, típica e tradicional no gerenciamento da unidade produtiva de cacau na Bahia, sempre mora na fazenda. Este modelo de administração indireta fez com que, no passado, os cacauicultores da Bahia fossem qualificados de absenteístas. Entretanto, não se observou relação entre formas de administração da fazenda com a adoção de práticas tecnológicas, mas sim com o acesso ao crédito. Este tende a ser maior quando as unidades produtivas são administradas por um gerente, e menor quando administradas por membro da família.

Os dados também não revelam qualquer associação entre o fato do proprietário ter outra fonte de renda e a adoção das práticas agrícolas consideradas. Da mesma forma, não se observou associação entre o nível de escolaridade e o fato de terem ou não outra fonte de renda.

Verificou-se alguma associação entre nível de escolaridade e a posse de terra, no caso dos pequenos e médios proprietários (até 200 ha). Entre estes, diminui o nível de escolaridade quanto menor for a área de terra possuída. Já nas faixas de médio para grande, não há associação entre as duas variáveis. Os dados observados se aproximam dos dados esperados (Tabela 5).

Tabela 5. Frequência de produtores de cacau segundo o nível de escolaridade e o tamanho de suas fazendas, na Bahia, 1997.

Área Fazenda (ha)	Nível de Escolaridade do Proprietário			Total
	Inferior ao 2º Grau	2º Grau Completo	Sem Informação	
< 50	7	5	3	15
50 - 100	1	17	2	20
100-200	2	18	3	23
200-300	1	3	2	6
300-500	0	7	0	7
≥ 500	0	4	0	4
Total	11	54	10	75

Tais resultados não confirmam a expectativa de uma relação negativa entre a adoção de práticas “modernas” e o maior envolvimento do produtor com o mercado de trabalho, isto é, com a ocupação de outras atividades que não seja a produção agrícola. Igualmente, não se confirma a expectativa de que o elevado nível de escolaridade pudesse contribuir para explicar o absenteísmo do cacauicultor.

Voltando ao modelo tradicional de gerenciamento da unidade produtiva, as quatro categorias indicadas acima (proprietário, gerente, técnico de nível médio e empregado) são personagens que subsistem no sistema de gerenciamento com mão-de-obra assalariada, dominante no sistema de produção de cacau da região. Outros sistemas de administração têm surgido, como o arista, onde um trabalhador assume a responsabilidade pelas tarefas executadas numa determinada área, o de parceria, geralmente do tipo meeiro, com divisão em 50% tanto da produção quanto do custo dos insumos, além de uma taxa cobrada ao parceirista sobre o capital investido (plantio de cacau), e por “contrato”. Esses três sistemas são ainda numericamente inexpressivos (Tabela 6), comparando-se com o sistema de assalariamento tradicional da mão-de-obra. O primeiro surgiu no início da crise do cacau e já não desperta interesse dos produtores. O sistema por contrato não é mais do que uma forma de contrato temporário, já antigo no setor urbano. O sistema de

Tabela 6. Frequência de fazendas amostradas, segundo o tipo de mão-de-obra utilizada, na Região do cacau na Bahia 1997.

Tipo de Mão-de-Obra	Total
Familiar	1
Assalariada	62
Arista	1
Parceria	1
Por contrato e assalariada	2
Parceria e assalariada	3
Familiar e assalariada	5
Total de fazendas amostradas	75

parceria, forma tradicionalmente conhecida no Brasil rural, vem despertando crescente interesse entre os cacauicultores, como alternativa de manter-se no mercado de acumulação de capital e de geração de emprego. Exceto esse último, os demais sistemas mencionados não passam de diferenciadas formas de assalariamento.

Conclusão

A mudança de práticas tecnológicas para o cultivo do cacau é um dos impactos que se evidenciam no final dos anos 90, no Sul da Bahia, em função da ação da vassoura-de-bruxa. Práticas tradicionalmente recomendadas estão sendo abandonadas, outras novas estão surgindo, enquanto algumas se mantêm.

A baixa consistência no uso de uma prática e outra reduz a eficácia de se trabalhar com “pacotes tecnológicos”, seja na expectativa de produtividade, rentabilidade e cálculo de custos de produção, seja na definição de política de crédito. Sabe-se agora que um número expressivo de produtores não faz qualquer prática recomendada, que poucos fazem enxertia ou controle de pragas entomológicas; que a maioria faz remoção de vassouras, e que não muitos fazem alguma adubação química. Mas a informação de que esta última prática pode ser um referencial por representar uma associação significativa com outras, e de que há uma tipologia de adotadores que pode ser categorizada em três tipos - os que fazem práticas de renovação dos cacauais através da enxertia, os que fazem apenas práticas tradicionalmente recomendadas e os que não utilizam qualquer dessas práticas - sugere a possibilidade de se trabalhar eficazmente, em termos comparativos, entre os três tipos indicados, entre os que utilizam e os que não utilizam prática de adubação, entre os que renovam pela enxertia e os que não renovam, seja para a estimativa de custos de produção e de rentabilidade; seja para a assistência técnica e política de crédito.

A associação significativa entre acesso ao crédito e uso de práticas recomendadas, e o inexpressivo percentual de produtores que teve acesso ao crédito, indicam que a recuperação e sustentabilidade da cacauicultura, atualmente, depende essencialmente de soluções de natureza política. Uma vez oferecidas algumas alternativas tecnológicas de recuperação dos cacauais, é preciso ter em mente que a aplicabilidade da tecnologia nunca se dá indistintamente de certas características do produtor. Se isto não for considerado, a tecnologia gerada se torna sem efeito.

A relação espacial na disposição dos produtores em adotar práticas tecnológicas recomendadas, independentemente do crédito, é algo, pelo menos instigante, cuja explicação foge ao alcance deste trabalho, mas que mereceria alguma atenção. Esta constatação teria

que, no mínimo, ser considerada, tanto na assistência técnica, quanto na política de crédito ao produtor. Em ambos aspectos, a expectativa é de que as ações teriam resultados mais significativos na sustentabilidade do sistema produtivo.

Literatura Citada

- ALMEIDA, L.C.C., COSTA, A. Z. M. e NIELLA, G.R. 1998. Efeito do número de remoções e intervalo de aplicação de cobre no controle da vassoura-de-bruxa do Cacauzeiro II. Ilhéus, CEPLAC/CEPEC.
- ALENCAR, M. H. e MELLO, J. A. P. 1974. Custos de produção de cacau em diversas subzonas da região Cacaueira no Sul da Bahia, ano agrícola de 1974. 4p.
- ANDRADE FILHO, E. N. 1990. Análise econômica das práticas agrícolas usadas na produção de cacau. Ilhéus, CEPLAC/CEPEC. 13p.
- BAHAMONDE, J. P. 1973. Manual sobre a cultura de cacau na Bahia. Ilhéus, BA., CEPLAC/ Departamento de Crédito e Incentivos. 26p.
- CAZORLA, I.M., SANTOS FILHO, C. P. dos e GASPARETTO, A. 1995. Cocoa harvest shortfalls in Bahia, Brazil: Long and short factors. *In*: Ruf, F. and Siswoputranto, P. S. Cocoa cycles; the economics of cocoa supply. Cambridge, Woodhead Publishing. pp. 75-87.
- COX, R. R. 1966. Analisis preliminar de los costos de producción de cacao en Bahia en el año agrícola 1965/66. Ilhéus, CEPLAC/CEPEC. 14p.
- FERREIRA, H. I. S. 1989. Custos de produção de cacau: comportamento dos padrões em setembro de 1987. Ilhéus, CEPLAC/CEPEC. Boletim Técnico nº 162. 48 p.
- GASPARETTO, A. e D'ALENCAR, R. 1988. Relatório preliminar de dados do cadastro anual relativo ao acompanhamento da mão-de-obra na lavoura cacaueira da Bahia: propriedade e propriedade cacaueira. Ilhéus, CEPLAC/CEPEC/ 11p. (Mimeografado).
- GRAMACHO, I. da C. P. et al. 1992. Cultivo e beneficiamento do cacau na Bahia. Ilhéus, CEPLAC. 124 p.
- MANDARINO, E.P. e SANTOS, U. 1979. Cultivo do cacauzeiro para a Bahia e Espírito Santo, 2 ed. Ilhéus, CEPLAC/ DEPEX. 44p.
- MATOS, L. C. V. 1976. Processo produtivo do setor agropecuário. Ilhéus, CEPLAC/IICA. Diagnóstico Sócio-econômico da Região Cacaueira, v 13. 124p.
- SMITH, G.F. et al. 1980. Alternativas para reduzir o custo de produção de Cacau. Ilhéus, CEPLAC/CEPEC. 18p.
- TAFANI, R.R., DORASWAMY, G. e SAUER, A. H. 1984. Procacau, Criação de Empregos e Fixação de Mão-de-obra na Cacauicultura Brasileira. Ilhéus, CEPLAC. Estudos Econômicos nº 3. 32p.
- THIOLLENT, M. 1988. Metodologia da Pesquisa-Ação. São Paulo, Cortez. 108 p.
- TREVIZAN, S. D. P. 1997. Relatório Técnico de Pesquisa. Ilhéus, CEPLAC/CEPEC. 4p.
- WEBER, M. 1969. Economía y sociedad. México, Fondo de Cultura Económica. v1.
- VIRGENS FILHO, A .C. et al. 1993. A CEPLAC e a Crise da Lavoura Cacaueira. Ilhéus, CEPLAC/CEPEC. 30p. ●

EFFICIENCY OF MINERAL NUTRITION ON CACAO PLANT INFECTED WITH *Crinipellis pernicioso*

*Luiza Hitomi Igarashi Nakayama*¹, *Erna Elisabeth Bach*² and *Antônio Eneidi Boaretto*³

¹CEPLAC/SUPOR/SEPES, Caixa Postal 1801, 66635-110, Icoaraci, Belém, Brasil. E-mail: <luiza@nautilus.com.br>.

²Chemical Department/UNICASTELO. Rua Carolina Fonseca, 584, Itaquera, 08230-030, São Paulo-SP, Brasil.

³Centro de Energia Nuclear na Agricultura/USP, Caixa Postal 9, 13416-800, Piracicaba, São Paulo, Brasil.

The role of equilibrated mineral nutrition in reducing harm done to plants has become a promising perspective in the integrated control of disease. Mineral nutrients developed a number of important functions in plant metabolism, influencing growth and production as well as playing a part in defense mechanisms, acting as inhibitors, activators, and regulators of metabolism. It was therefore sought to evaluate certain protective biochemical factors and quantify levels of carbohydrates, proteins and phenols present during the growth phase of healthy and inoculated plants. The experiment was conducted in a greenhouse and the progenies were: ICS6 x SCA6 and Catongo respectively resistant and susceptible to witches' broom. The plants were cultivated in vases with silica and the treatments utilized was the diagnosis due to lacking. The experimental design was completely random with 7 main treatments: complete (with macro and micro nutrients) and diagnosis by lacking from the following nutrients:-N; -P; -K; -Ca; -Mg and -S. Group of plants were inoculated with *Crinipellis pernicioso* and the other utilized als control. Leaves and stems were submitted to extraction for analyses from proteins, phenols, sugars and chlorophyll. The results demonstrated that infection can be alterate differently the concentration of sugars, phenols, proteins and chlorophyll in each treatment and can be associated with the resistance.

Key words: *Theobroma cacao*, witches' broom, nutrients

Eficiência da nutrição mineral em plantas de cacau infectadas com *Crinipellis pernicioso*. Os nutrientes minerais em quantidades equilibradas exercem importantes funções na planta promovendo um controle de doenças. Os minerais desenvolvem importantes funções no metabolismo vegetal influenciando o crescimento e a produção das plantas bem como participar dos mecanismos de defesa atuando como inibidores, ativadores ou reguladores do metabolismo. Dessa forma, o objetivo do trabalho foi analisar os componentes bioquímicos quantificando os níveis de carboidratos, proteínas e fenóis presentes durante a fase de crescimento das plantas sadias e inoculadas com *C. pernicioso*. O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação com as progênies ICS6 x SCA6 e Catongo, sendo respectivamente resistente e suscetível a vassoura de bruxa. As plantas foram cultivadas em vasos contendo sílica e utilizados os tratamentos baseados na diagnose por subtração. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado envolvendo 7 tratamentos sendo: completo (com macro e micro nutrientes) e os outros por subtração dos macronutrientes :-N; -P; -K; -Ca; -Mg e -S. Um grupo das plantas foram inoculadas com *Crinipellis pernicioso* e o outro grupo utilizado como controle. As folhas e caules após determinado período foram submetidas a extração e análise de proteínas, fenóis, açúcares e clorofila. Os resultados demonstraram que a infecção altera as concentrações de proteínas, fenóis, açúcares e clorofila, para cada tratamento, podendo ser associado com a resistência das plantas.

Palavras-chave: *Theobroma cacao*, vassoura-de-bruxa, nutrientes

Introduction

One of the diseases that affect the cacao plant (*Theobroma cacao L.*) is known as witches' broom, caused by the fungus *Crinipellis pernicioso*. Its widespread occurrence in the cacao-producing region of Southern Bahia (Pereira et al., 1989) and is no doubt an obvious threat to the future of this area, considering that cultivation of cacao is the principal economic activity here.

Witches' broom significantly limits the production of cacao, not only by provoking large losses of fruits and limiting the occurrence of flowering, but also by causing severe harm to the plant itself, largely compromising potential productivity (Anderbrhan et al., 1983; Rudgard, 1989; Bastos, 1990). In the Brazilian Amazon, this sickness has caused losses estimated at up to 70% in commercial production (Bastos, 1990).

Lack of knowledge concerning aspects of the biology of *Crinipellis pernicioso* and the epidemiology of this disease make it difficult to develop new alternatives in chemical and biological control, principally those that deal with evaluation and selection of pathogen-resistant varieties.

The role of equilibrated mineral nutrition in reducing harm done to plants has become a promising perspective in the integrated control of disease (Agrios, 1980; Huber et al., 1985). But for cacao plants nor macronutrients (nitrogen, phosphorus, potassium and calcium) were analysed without micronutrients (Huber, 1989; Marschner, 1986).

The objective of this research was to examine whether the contents of carbohydrates, proteins, phenols, metabolism for chlorophyll were produced during the growth phase of healthy and inoculated cacao plants, after nutrition, and the relations to the resistance.

Material and Methods

Plant and fungus

The cacao progenies plants used in this study were ISC6 x SCA6 and Catongo, which was considered resistant and susceptible, respectively, to witches' broom. Eight plants of each progenies and for each seven treatments were grown in clay pots using coarse silica sand as a substrate. The seven treatments were complete (including macro and micronutrients), and systemic subtraction of macronutrients: -N, -P, -K, -Ca, -Mg, and -S. The nutrient solution used were from solution N°1 of Hoagland and Arnon (1950), diluted to half the original concentration, and modified as followed for micronutrientes: H_3BO_3 (0.2 mg/mL); $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ (2.5 mg/mL); $HMoO_4$ (0.6 mg/mL); $MnCl_2 \cdot 4H_2O$ (5.0 mg/mL); $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ (3.4 mg/mL) and Fe-EDTA (5.0 mg/mL). This solution was

changed weekly. The experiment setup was entirely randomized and student T tests were applied to the data. The experiment was twice replicated because one group of two plants was the control and the other was inoculated.

An isolate of *Crinipellis pernicioso* (Stahel) (Singer), obtained from CEPLAC/CEPEC, was grown on agar-water (0.25%) for released basidiospores from basidiocarps following the methodology described by Anderbrhan (1986). After 77 days from the treatments, one group of plants was inoculated in terminal or new bud, depositing 30 ml of a suspension from basidiospores (approximately 330 basidiospores).

Sampling, extraction and quantification

After 98 days from the inoculation, the second and third leaves and stem tissue, from control and inoculated plants for all treatments, were collected and submitted to two method for sugars and proteins extractions and also for chlorophyll contents.

For sugars extraction, was used 2g of leaf and stem tissue boiled in 20 ml of 80% ethanol for five minutes. The material was homogenized for two minutes and re-extracted in the same ethanol for five additional minutes. The liquid was filtered and the filtrates evaporated and resolubility in distilled water. The extracts were submitted to the Somogyi-Nelson method for determined free glucose and fructose concentration (Nelson, 1940; Somogyi, 1952) and, for determination of sucrose and glucose present in the sucrose (reducing sugars) were used the Somogyi method (Somogyi, 1945; 1952). The same extracts were submitted to the Swain and Hillis method (1959) for determined the concentration of phenols present.

For proteins, 2 g of leaf was triturated in presence of 20ml of phosphate buffer 0,1M pH 6.5 + 0.25% ascorbic acid. After 30 minutes in refrigerator, the extracts were clarified by centrifugation at 20.000g, 4°C for 10 minutes. The supernatants were used for proteins assays. Protein content was determined according to the method of Lowry et al. (1951) using bovine serum albumin as a standard.

For chlorophyll content one gram of leaf tissue were triturated with five milliliters acetone:water (80:20), filtered between cheecloth and adjusted to 10ml the volume. The samples was transferred to a cuvette and the OD value at 652 was read in a Pye Unicam spectrophotometer against acetone blank. Chlorophyll content was calculated following the equation used by Arnon (1949) and the reduction from the controls. For all data were applied student t-test and the samples were made three replicates.

Results

The sugars that are quantify in progenies Catongo and ICS6 x SCA6, are fructose and glucose free, sucrose and glucose present in sucrose.

It could be verified in infected stem compared as healthy Catongo stem, that sucrose increased with the complete treatment and with omission of N, P, K, or Mg, and with the glucose present in sucrose observed that concentration increased in treatments omitting P or Mg. However, fructose free increased in the complet treatment and omitting N, P or K instead that glucose free decreased in all treatments (Figure 1).

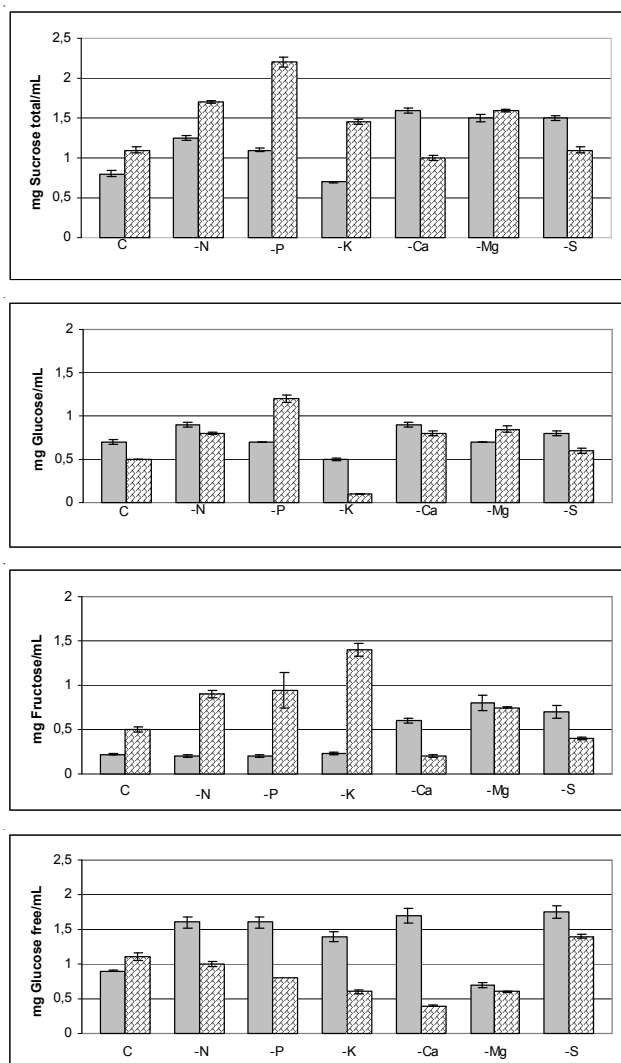


Figure 1 - Total levels of glucose, sucrose and reducing sugars found in the stem extracts of Catongo plants growing in complete nutrition solutions and with absence of nutrients. Bars represent mean +/- std.error. [hatched box] Infected plants [solid box] Healthy plants

With the progenie ICS6 x SCA6 the inoculated stem compared as healthy stem presented that glucose decreased in all treatment instead that sucrose increased in treatment omitting P, K, Ca, and Mg. The concentration of free glucose in infected stem on lacking in N, P or K tended to be greater than in the complete treatment, while omission of Ca, Mg, or S gave rise to a glucose level almost 40% less than that of the complete treatment. However, for fructose free, the concentration decreased in treatments omitting N and S (Figure 2).

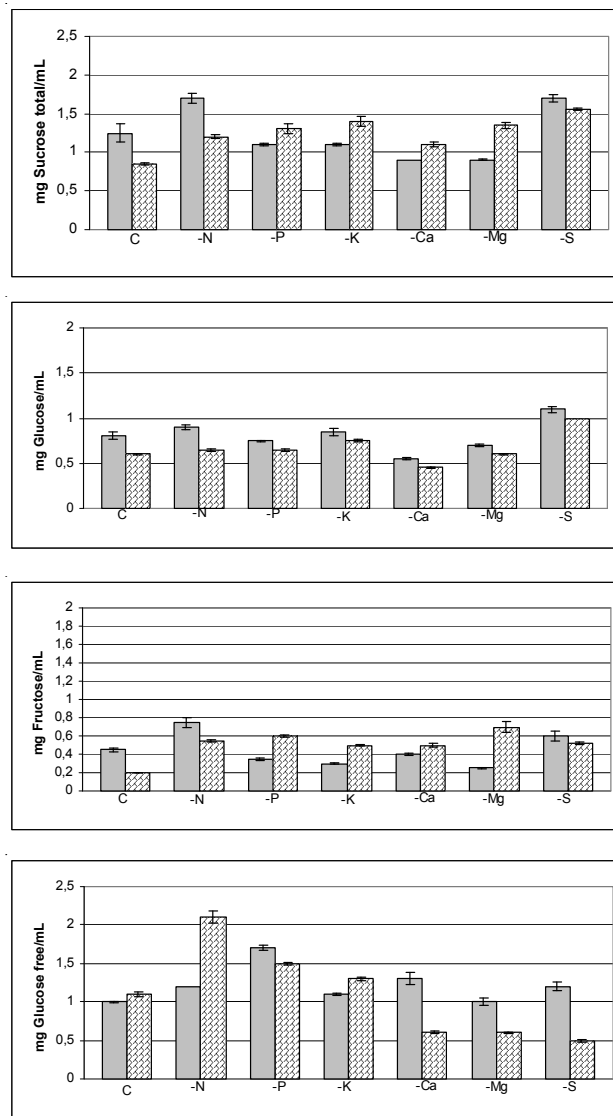


Figure 2 - Total levels of glucose, sucrose and reducing sugars found in the stem extracts of ICS6 x SCA6 progeny plants growing in complete nutrition solutions and with absence of nutrients. Bars represent mean +/- std.error. [hatched box] Infected plants [solid box] Healthy plants

For the Catongo progenies, protein analysis were made from leaves and stem. For all treatments, in infected leaves, the concentration of proteins was decreased (Table 1). In Catongo infected stems observed a greater concentration of proteins in treatments lacking K when compared als healthy stems. For leaves the concentration was greater in treatment lacking Ca. The progenie ICS6 x SCA6, in the infectect leaves the protein concentration was greater in treatment omitting N. In infected stems the concentration of proteins increased in treatment lacking Mg and S. For others treatments observed decreased in the concentration of proteins (Table 1).

Quantities of phenols in extracts of Catongo leaves indicated that levels in infected plants are generally lower than for healthy plants, with exception of the treatment

omitting Mg (statistically significantly different als healthy). In infected stems the concentration of phenols increased in all treatments exception in treatment lacking K (Table 2).

For the progenie ICS6 x SCA6, the total of phenols in leaves was greater in infected plants compared with the healthy plants in the treatments complete, omitting N, P and Ca. However, with the omitting Mg and S, the level of phenols in leaves was minor in infected plants. In infected stems, the concentration of phenols was greater in treatments complete and lacking of P, K (Table 2).

Chlorophyll contents in leaves presented greater reduction in Catongo plants treated with lacking P, K, Mg and S. In resistant plants the reduction was observed only in complete treatment (Table 3).

Table 1 - Concentration of protein in the leaves and stem extracts of the Catongo and ISC6 x SCA6 progenies (equivalent mg bovine albumin serum/g fresh leaf and stem). (C= completely nutrient; -N, -P, -K, -Ca, -Mg, -S= completely nutrient minus N, P, K, Ca, Mg and S).

Extracts from Treatment	Protein content in mg/g fresh leaf and stem													
	C		-N		-P		-K		-Ca		-Mg		-S	
	H*	I*	H	I	H	I	H	I	H	I	H	I	H	I
Leaves														
Catongo	1,50a**	1,11b	1,76a	1,29b	1,38a	1,26b	1,29a	0,97b	0,84a	1,52b	1,82a	0,40b	1,44a	1,38b
ISC6 x SCA6	1,17a	0,65b	1,82a	2,06b	1,50a	0,93b	0,91a	1,12a	2,74a	1,46b	2,48a	1,85b	2,47a	1,44b
Stem														
Catongo	2,24a	1,45b	1,53a	0,95b	1,74a	1,38b	1,99a	3,80b	0,93a	1,51b	2,52a	1,63b	2,62a	2,37b
ISC6 x SCA6	2,12a	1,56b	2,93a	2,22b	1,92a	0,89b	1,76a	0,81b	3,42a	2,60b	1,88a	2,56b	1,44a	2,04b

H* = Healthy, I* = Infected

**Values followed by different letters in horizontal lines, for each treatment, are significantly different according T-Test, (P=0,05). Values are means of three replicates with similar results.

Table 2 - Concentration of phenols in the leaves and stem extracts of the Catongo and ISC6 x SCA6 progenies (equivalent mg clorogenic acid / g fresh leaf and stem). (C= completely nutrient; -N, -P, -K, -Ca, -Mg, -S = completely nutrient minus N,P,K,Ca,Mg and S).

Extracts	Phenols content in mg/g fresh leaf and stem													
	C		-N		-P		-K		-Ca		-Mg		-S	
	H*	I*	H	I	H	I	H	I	H	I	H	I	H	I
Leaves														
Catongo	1,4**a	1,0b	2,3a	1,9b	0,9a	1,0a	1,36	1,0b	1,9a	1,5b	1,4a	2,0b	1,0a	0,87a
ISC6 x SCA6	1,4a	1,6b	1,2a	1,8b	1,1a	1,7b	1,40	1,3	1,8a	2,2b	1,8a	1,0b	1,4a	0,5b
Stem														
Catongo	0,75a	0,84a	0,45a	0,82b	0,90a	1,50b	0,80	0,45b	1,10a	0,87a	0,80a	1,40b	0,70a	2,90b
ISC6 x SCA6	1,12a	1,49b	1,48a	1,20b	1,70a	1,80a	0,80	1,20b	0,91a	0,96a	1,0a	1,10a	1,20a	0,80b

H* = Healthy, I* = Infected

**Values followed by different letters in horizontal lines, for each treatment, are significantly different according T-Test, (P=0,05). Values are means of three replicates with similar results.

Table 3 - Concentration of chlorophyll in the leaves extracts of the Catongo and ISC6 x SCA6 progenies (equivalent mg chlorophyll/g fresh leaf). (C= completely nutrient; -N, -P, -K, -Ca, -Mg, -S= completely nutrient minus N, P, K, Ca, Mg and S).

Extracts	Chlorophyll content in mg/g fresh leaf.													
	C		-N		-P		-K		-Ca		-Mg		-S	
	H*	I*	H	I	H	I	H	I	H	I	H	I	H	I
Leaves														
Catongo	1,91**a	1,26b	1,27a	1,02b	1,73a	0,51b	2,29a	1,21b	1,48a	2,52b	1,30a	0,45b	3,05a	0,21b
% Reduction from healthy/infected plants	33		19		70		47		-		64		93	
Stem														
ISC6 x SCA6	2,10a	1,30b	1,51a	1,44a	2,02a	2,04a	1,46a	2,04b	1,08a	0,99a	2,21a	2,07a	2,71a	2,73a
% Reduction from healthy/infected plants	38		4		-		-		0,51		6		-	

H* = Healthy , I* = Infected

**Values followed by different letters in horizontal lines, for each treatment, are significantly different according T-Test, (P=0,05). Values are means of three replicates with similar results.

Discussion

The data obtained indicated that cocoa plants (ISC6 x SCA6) treated with complete nutrient increasing sucrose, glucose present in sucrose, glucose free and fructose free, in healthy plants. In contrast, with the varietie Catongo, infected plants presented more level of sucrose, fructose free and glucose free. For glucose present in sucrose healthy plants presented high concentration als infected plants. These results suggest that sucrose can be potentially converted to hexoses for later utilization by the pathogen and its occur more in Catongo infected plants. For resistant progenies the amounts of carbohydrates can be affect the morphological constitution of the host-parasite interface or the production of preformed fungistatic substances in relations to the inhibition of fungi development in the stems from infected resistant plants (Horsfall and Dimond, 1957; Hwang et al., 1983; Goodman et al., 1967).

The cacao plants are also treated with nutrients lacking N, P, K, Ca, Mg or S and observed the resistance. Wright and Connochie (1990) described that some nutrients are relatively “immobile” (Ca, S) in plants, while others are more “mobile” (N, P, K, Mg). In general, the authors said that the symptoms caused by diseases and deficiencies of an immobile” nutrients will occur on the upper or younger leaves. In leaves extracts from cocoa susceptible-infected plants lacking Ca and S we observed decreased of sugars level. In contrast, in resistant cacao leaves, lacking Ca, the concentration of glucose free and glucose present in sucrose, was decreased in infected

plants and, sucrose and fructose free were increased. For resistant plants lacking S, the concentration of sugars was greater in healthy plants than infected plants. The alterations in concentration of sugars can be correlated with resistance. The cacao diseases attacks stem and younger leaves and the results can be explained that nutrients are not translocated and sugar are desequilibrated in lacking nutrients for example Ca or S.

When there is a deficiency of a mobile nutrient, the nutrients move out the older leaves to younger part of the plant and symptoms usually occur in the lower or older leaves of the plant, but these can may be not the cause in cacao (Wright and Connochie, 1990). In treatments lacking N, P, K and Mg we can observed disease in susceptible plants and weak in the resistant plants . In cacao susceptible plants lacking N, was observed in infected plants, a increased of sucrose and fructose free, on the wrond side, the resistant plants presented a increased of sugars in healthy plants. For resistant and susceptible plants lacking P and K, the infected plants presented more sucrose and fructose free als glucose free. For susceptible cocoa plants lacking Mg the sucrose concentration was greater in infected plants and fructose free was greater in healthy plants. In the resistant plants both sucrose and fructose free increased in infected plants. The results can be confirm a alteration of sugars but in relation of complete nutrient was no difference. Hwang et al. (1983) said that the relationship between nutrition and pathogenesis is still unclear because the low levels of carbohydrates in resistant infected

leaves may also provide an energy source for nutrient utilization by the fungi and was the same in susceptible plants with the increase of carbohydrates.

In view of the concentration of proteins observed in leaves from cacao susceptible plants, it seems a reduction in infected plants except with lacking Ca. For cacao resistant plants observed for treatment with completely nutrients, treatments lacking P, Ca, Mg and S, the same that occurred in susceptible plants. In the treatment lack N it seems unlikely that are relationships between the protein metabolism and retardation of the fungi infection. These data suggest that a defensive metabolic response to pathogen attack occurred in host tissue, indicating the formation of proteins related to the development of pathogenesis. No consistent results were observed in stems from resistant and susceptible cocoa plants.

In particular, the amounts of phenolic compounds in cacao stems resistant and susceptible plants were relatively low when compared with both cultivars from cacao leaves. For stems from resistant plants in treatment lacking P and K, observed reduction of phenols but, for susceptible plants, a reduction in the concentration was observed in treatment lacking K. In contrast the phenols increased in susceptible stem plants. In leaves extracts from infected resistant plants occurred a increased in the concentration of phenols only in treatments lacking N, P, Ca but, in susceptible plants the concentration was increased in infected plants in treatment lacking Mg. The results observed with the complete nutrition gave a correlation with the resistance. Preformed antifungal substances, such as phenolics, may contribute to the expression of resistance of cocoa plants alike observed in leaves that occurred increased phenolics in leaves from resistant plants and not in the susceptible plants.

The treatments with complete nutrition in resistant and susceptible cocoa plants induced a reduction of chlorophyll in 33-38% from healthy and infected plants. In treatments lacking P, K, Mg and S for susceptible plants observed reduction from 47-93% of chlorophyll. In contrast resistant cocoa plants with treatments lacking N, Ca and Mg a reduction from 0,5 at 6% was observed. Ferri (1979) said that deficiency in Mg and P in plants is associated with many biochemical reactions that are necessary for plant life and reproduction but has a key role in the photosynthesis. The results obtained with cacao plants suggest that treatment lacking P, K, Mg and S in susceptible plants may play an important role in the development of fungi and correlated with the lack of metabolism of chlorophyll.

In conclusion, the results presented here provide evidence that the contents of macronutrients such as N, P, K, Ca, S and Mg were important in stems and leaves from cacao plants for expressing or induction resistance.

Literature Cited

- AGRIOS, G. M. 1980. Environmental effects on infections plant disease development. *In: Plant pathology*. 3 ed. London, Academic Press. pp. 147-155.
- ANDERBRHAN, T. 1986. Biologia do *Crinipellis pernicioso* (Stahel) Singer. Uma metodologia simples e eficaz para a padronização do inoculo de *C. pernicioso*. *In Belém CEPLAC/DEPEA. Informe Técnico* 1986. pp. 43-44.
- ANDERBRHAN, T., ALMEIDA, L.C. de e FONSECA, S.E.A. 1983. Doenças do cacauero. Belém, CEPLAC/DEPEA/COPEA. 91p.
- ARNON, D. I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts and polyphenoloxidases in *Beta vulgaris*. *Plant Physiology* 24:1-15.
- BASTOS, C.N. 1990. Epifitologia, hospedeiros e controle da vassoura-de-bruxa (*Crinipellis pernicioso* (Stahel) Singer). Ilhéus, CEPLAC/CEPEC. *Boletim Técnico* nº168. 21p.
- FERRI, M.G. 1979. *Fisiologia Vegetal*. São Paulo, EDUSP. 349p.
- GOODMAN, R.N., KIRÁLY, Z. and ZAITLIN, M. 1967. The biochemistry and physiology of infections plant disease. 354p.
- HOAGLAND, D. R. and ARNON, D. I. 1950. The water culture method for growing plants without soil. *California Agricultural Experimental Station Circular*. 34p.
- HORSFALL, J.G. and DIMOND, A. E. 1957. Interactions of tissue sugar, growth substances and disease susceptibility. *Pflanzen Pflanzenschutz* 64:415-421.
- HUBER, D. M. 1989. The role of nutrition in the take-all disease of wheat and other small grains. *In: Soil borne plant pathogens: Management of disease with macro and microelements*. St. Paul, APS Press. 217p.
- HUBER, D.M. and ARNY, D.C. 1985. Interactions of potassium with disease. *In: Munson, R.D. Madison. Potassium in Agriculture*. American Society of Agronomy Madison, 485-488p.
- HWANG, B. K., IBENTHAL, W. D. and HEITEFUSS, R. 1983. Age, rate of growth, carbohydrate and aminoacid contents of spring barley plants in relation to their resistance to powdery mildew (*Erisiphe graminis* f.sp. *hordei*). *Physiology Plant Pathology* 22:1-14.
- LOWRY, O.H. et al. 1951. Protein measurement with the folin phenol reagent. *Journal of Biological Chemistry* 193:265-275.
- MARSCHNER, H. 1986. *Mineral nutrition of higher plants*. London, Academic Press. 674p.
- NELSON, N. 1940. A photometric adaptation of the Somogyi method for the determination of glucose. *Journal of Biological Chemistry* 153: 375-380.
- PEREIRA, J.L. et al. 1989. Primeira ocorrência de vassoura-de-bruxa na principal região produtora de cacau do Brasil. *Agrotropica (Brasil)* 1(1): 79-81.
- RUDGARD, S.A. 1989. Detailed description of symptoms of witches' broom disease of cocoa caused by *Crinipellis pernicioso*. *Special issue. Cocoa Growers' Bulletin* nº 41. 27p.
- SOMOGYI, M. 1945. A new reagent for the determination of sugars. *Journal of Biological Chemistry*. Baltimore, 160: 61-68.
- SOMOGYI, M. 1952. Notes on sugar determination. *Journal of Biological Chemistry* 195: 19-23.
- SWAIN, R. and HILLIS, W. E. 1959. The phenolic constituents of *Prunus domestica*. I. The qualitative analysis of phenolic constituents. *Journal of Science of Food and Agriculture* 10: 63-68.
- WRIGHT, T. J. and CONNOCHIE, R. G. 1990. The complete crop diagnostician. *Better Crops*. 32p.

EFICIÊNCIA DO MANEJO INTEGRADO NA REDUÇÃO DA MURCHA DE PHYTOMONAS EM COQUEIRO ANÃO AMARELO

*Dulce R. N. Warwick¹, José Inácio L. Moura² e Maria de
Lourdes da S. Leal¹*

¹EMBRAPA/CPATC, Caixa Postal 44, 49001-970, Aracaju, Sergipe, Brasil.

²CEPLAC/ESMAI, 45900-000, Una, Bahia, Brasil.

A murcha de *Phytomonas* é uma doença letal ao coqueiro, sendo transmitida por insetos da família Pentatomidae. Com o objetivo de verificar o efeito do controle integrado na incidência da doença, foi instalado um experimento em Una, Bahia, região onde a doença ocorre naturalmente. Um grupo de 820 plantas recebeu uma roçagem mecânica, coroamento, limpeza de folhas senescentes, erradicação das plantas doentes, coleta manual de *Lincus lobuliger* nos coqueiros cortados e pulverização com monocrotofós, enquanto que o outro grupo serviu como testemunha. O coqueiro foi considerado infectado por *Phytomonas*, quando apresentava sintomas de amarelecimento das folhas no sentido ascendente com secamento das inflorescências, o diagnóstico foi complementado com observações do tecido ao microscópio. As observações foram realizadas mensalmente de junho/96 a julho/97. Ao final dos 14 meses, no tratamento onde foram utilizados métodos de controle químico e cultural do vetor foram computadas 11 plantas mortas equivalentes a uma perda de 1,3% enquanto que o grupo testemunha teve uma perda de 39 plantas, ou seja 4,7%. O resultado do teste de Qui-quadrado ($\chi^2_{0,05} = 16,17$) leva a conclusão de que os tratamentos foram efetivamente diferentes.

Palavras-chave: *Cocos nucifera*, *Lincus lobuliger*, monocrotofós, Pentatomidae

Efficiency of integrated management in reducing *Phytomonas* wilt in yellow dwarf coconuts (*Cocos nucifera* L). *Phytomonas* wilt is a lethal disease of coconuts transmitted by insects of the Pentatomidae family. In order to verify the effect of integrated control on the incidence of the disease, one experiment was installed in Una, Bahia, a region where the disease occurs naturally. A group of 820 plants had the surrounding weeds slashed, regular circle weeding, cleaning of old coconut leaves, removal of infected plants, gathering of *Lincus lobuliger* Bred in the cut coconuts and monocrotophos spraying, while another group with the same number plants remained untreated. The coconut was considered infected by *Phytomonas* when showing leaf yellowing in an ascending way and browning of the inflorescence. The diagnosis was completed by microscope examination of infected tissues. The observations were made monthly from June/96 to July/97. At the end of 14 months, the number of dead plants in the treated group was 11 (1.3%), while the untreated group lost 39 plants (4.7%). The Chi square test results ($\chi^2_{0,05} = 16.17$) lead to the conclusion that the treatments were different.

Key words: *Cocos nucifera*, *Lincus lobuliger*, monocrotophos, Pentatomidae

Introdução

A murcha de *Phytomonas*, causada por um protozoário de floema, é uma doença fatal a palmeiras, principalmente ao coqueiro (*Cocos nucifera* L.) e ao dendezeiro (*Elaeis oleifera* L.). No Suriname é conhecida como “Hartrot” e vem impossibilitando o desenvolvimento da cultura do coqueiro apesar das condições climáticas bastante favoráveis ao cultivo (Maas, 1971). A doença também ocorre em Cuba, Venezuela, Peru, Equador e na Colômbia, onde recebe a denominação de Marchitez Sorpressiva (Dollet *et al.* 1979; Martinez-Lopez *et al.* 1980). Na Ilha de Trinidad é conhecida como “Cedros wilt”, denominação que se deve a destruição de 15.000 coqueiros, em apenas 3 anos na região de Cedros (Waters, 1978). Sua ocorrência também já foi registrada na Costa Rica e na Guiana Francesa (Louise *et al.*, 1986).

No Brasil, essa doença foi primeiramente descrita na Bahia em 1982, quando as amostras de plantas com sintomas, apresentavam protozoários flagelados (Bezerra e Figueiredo, 1982). Além da Bahia, foram detectados focos da doença em Alagoas, Sergipe, Pernambuco e Paraíba (Warwick, 1989). Na Região Amazônica é a principal causa da morte de coqueiros em plantios industriais (Renard, 1989).

A doença é causada pelo protozoário *Phytomonas* sp., da família Trypanosomatidae. Esses patógenos são fusóides e filiformes, medindo 25,0 a 30,7 mm x 2,3 mm a 2,3 mm, afilados posteriormente, terminando em um flagelo de aproximadamente 7 mm de comprimento, alguns apresentam-se retorcidos e tem mobilidade constante (Dollet *et al.*, 1979). Estudos realizados por Guerrini *et al.* (1992) onde foi comparado o padrão enzimático de 31 amostras de *Phytomonas* sp, sugerem pelos níveis de polimorfismo encontrados que o patógeno de coqueiro e dendezeiro seja diferente do patógeno das outras plantas testadas, entre elas espécies da família Euphorbiaceae. Uma espécie aceita como possível reservatório para o patógeno é a palmeira inajá, *Attalea maripa* (Aubl.) Mart., mas existem outras palmeiras nativas que precisam ser testadas (Van Slobbe, 1978).

A disseminação da doença é feita por percevejos da família Pentatomidae. Na Bahia foi detectado o *Lincus lobuliger* Bred, enquanto no Pará foi registrado como vetor o *Ochlerus* sp. O período infeccioso é de 4 a 8 meses e a murcha ocorre principalmente em plantas em início de produção. Em geral, os primeiros casos são detectados na bordadura do plantio, disseminando-se rapidamente e ocasionando a morte de muitas plantas. Não foram detectadas variedades resistentes e os métodos de controle baseiam-se principalmente na erradicação de plantas infectadas e na pulverização com inseticidas (Renard, 1989).

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos do controle integrado na incidência da murcha de *Phytomonas*, com a finalidade de indicar um método de controle em regiões onde a doença ocorre com alta intensidade.

Materiais e Métodos

O ensaio foi conduzido na estação experimental Lemos Maia, na CEPLAC, Una, Bahia, em um plantio de coqueiro anão-amarelo-da-malásia, instalado no campo em 1982, com um espaçamento 7,5 x 7,5 m, em triângulo. A região apresenta pluviosidade acima de 2000 mm anuais, onde a murcha de *Phytomonas* ocorre de maneira epidêmica. O local é cercado por matas nativas onde se verifica o desenvolvimento de várias espécies de palmeiras que podem servir de reservatório para o patógeno e para o inseto vetor. O plantio de 8 hectares com 1.640 plantas foi dividido em duas parcelas denominadas com tratamento e controle: na parcela com tratamento foram realizados roçagem mecânica mensal, coroamento das plantas, corte e retirada de folhas senescentes, erradicação das plantas com sintomas, coleta manual de ninfas e adultos de *Lincus lobuliger* nos coqueiros cortados e pulverização com monocrotofós (40 ml/20 litros de água) a cada 3 meses. Na parcela controle: as plantas testemunhas não receberam nenhum tratamento químico ou cultural.

O trabalho teve início em junho de 1996, sendo que o número de plantas mortas foi registrado mensalmente, durante o período de 14 meses. O diagnóstico baseou-se na sintomatologia e na observação de amostras das inflorescências das plantas mortas, ao microscópio ótico, aumento de 400 vezes.

A comparação entre os dois tratamentos foi realizada através do teste de Qui-quadrado, pelo qual se testou a independência entre os tratamentos aplicados e os resultados obtidos em número de plantas sadias e mortas.

Resultados e Discussão

O coqueiro foi considerado infectado por *Phytomonas*, quando apresentava sintomas de amarelecimento das folhas no sentido ascendente com secamento das inflorescências, apodrecimento do meristema central, queda gradual dos frutos e finalmente morte da planta. Os flagelados foram facilmente detectados nos tecidos das inflorescências, quando gotas de seiva extraídas com a ajuda de um alicate foram levadas ao microscópio. O número de plantas mortas e plantas sadias dos dois tratamentos, foi registrado mensalmente e encontra-se na tabela 1.

Tabela 1 - Controle da marcha de *Phytomonas* em coqueiro por métodos culturais e químicos (tratamento = roçagem mecânica mensal, coroamento de plantas, corte e retirada de folhas senescentes, erradicação de plantas com sintomas, coleta de ninfas e adultos de *Lincus lobuliger* nos coqueiros cortados e aplicação a cada três meses de monocrotofós) comparados a parcela não tratada, avaliada pelo número de plantas mortas no município de Una, BA, de junho de 1996 a julho de 1997.

Data das observações	Com tratamento		Sem tratamento	
	Plantas sadias	Plantas com sintomas	Plantas sadias	Plantas com sintomas
Jun/96	818	2	816	4
Jul/96	818	0	811	5
Ago/96	818	0	808	3
Set/96	816	2	805	3
Out/96	815	1	804	1
Nov/96	814	1	801	3
Dez/96	814	0	801	0
Jan/97	814	0	800	1
Fev/97	814	0	798	2
Mar/97	814	0	795	3
Abr/97	813	1	793	2
Mai/97	811	2	790	3
Jun/97	809	2	785	5
Jul/97	809	0	781	4
Total	809	11	781	39

Observou-se que nos meses de junho e julho ocorreu um número maior de mortes, justamente na época de maior precipitação, enquanto que nos meses de verão o número de plantas mortas na parcela tratada foi zero. Ao final de 14 meses, o número de plantas mortas na parcela tratada foi de 11 plantas, equivalentes a uma perda de 1,3% enquanto que na parcela testemunha houve uma perda de 39 plantas, ou seja 4,7%. O resultado do teste de Qui-quadrado ($\chi^2_{0,05} = 16,17$) levou a rejeição da hipótese de independência entre os tratamentos culturais aplicados e os resultados obtidos, de onde se conclui que a maior mortalidade das plantas na parcela testemunha foi consequência da ausência de métodos culturais e químicos de controle.

Um aspecto a ser avaliado são os resíduos de monocrotofós nos frutos de coqueiro após a aplicação de inseticidas sistêmicos, aspecto já enfocado por Moura e Resende (1985) quando testaram a eficiência do monocrotofós no controle do *L. lobuliger*. Os trabalhos realizados por Rao e Murphy (1985) determinaram o período de carência de até 95 dias, para aplicação via sistema radicular. Aconselha-se cautela quando se utiliza a pulverização com monocrotofós já que não foi determinado o período de carência quando o produto é aplicado via pulverização.

Em regiões muito úmidas, a inspeção fitossanitária dos locais próximos da mata deve ser feita com maior rigor e esse método de controle pode ficar restrito aos focos da doença, evitando-se uma pulverização generalizada do coqueiral. O combate à marcha de *Phytomonas* necessita de dois tipos de intervenções sistemáticas, contribuindo ambas para a redução do inseto vetor, única maneira de disseminação do patógeno, quais sejam, combate das populações dos percevejos com inseticida e limpeza da vegetação rasteira que abriga locais para a multiplicação. Somente um manejo adequado permitirá uma exploração racional da cultura nas regiões onde a doença é epidêmica.

Literatura Citada

- BEZERRA, J. L. e FIGUEIREDO, J. M. de. 1982. Ocorrência de *Phytomonas staheli* Mc Ghee e Mc Ghee em coqueiro (*Cocos nucifera* L.) no Estado da Bahia, Brasil. *Fitopatologia Brasileira* 7:139-143.
- DOLLET, M., et al. 1979. Current IRHO research on coconut and oil palm wilts in South America associated with intraphloemic flagellate protozoa (*Phytomonas*). *Oléagineux* 34: 449-452.
- GUERRINI, F., et al. 1992. An isoenzyme analyses of the genus *Phytomonas*: Genetic, taxonomic and epidemiologic significance. *Journal of Protozoology* 36:516-521.
- LOUISE, C., DOLLET, M. et MARIAU, D. 1986. Recherche sur le hartrot du cocotier, maladie à *Phytomonas* (Trypanosomatidae) e sur son vecteur *Lincus sp* (Pentatomidae) en Guyane. *Oléagineux* 41: 437-440.
- MAAS, P.W. 1971. A coconut abnormality of unknown etiology in Surinam. *FAO Plant Protection Bulletin* 19: 80-85.
- MARTINEZ-LOPEZ, G., JIMENEZ, O. and MENA-TASCON, E. 1979. Flagellated protozoans in coconut palms in the South-west of Colombia. *Proceedings 4th International Council on Lethal Yellowing*. University of Florida Agricultural Reporter 80:1-17.
- MOURA, J.I.L. e RESENDE, M.L.V. 1985. Eficiência de monocrotofós aplicado via raiz no controle de *Lincus lobuliger* Bred. em coqueiro. *Anais da Sociedade Entomológica Brasileira* 24:1-6.
- RAO, B.N. and MURPHY, U.S.R.V. 1985. Residues of monocrotophos in coconut water and copra when administered through root. *Indian Council Journal* 16: 7-9.

- RENARD, J.L. 1989. Le Hartrot du cocotier: caractérisation et moyens de lutte. *Oléagineux* 44: 475-484.
- VAN SLOBBE, W. O., PARTHASARATHY, M.V. and HESEN, J. A. J. 1978. Hartrot fatal wilt palms. II. Oil palm (*Elaeis guineensis*) and other palms. *Principes* 22: 15-25.
- WARWICK, D. R. N. 1989. As principais doenças do coqueiro no Brasil. Embrapa/CNPCO (Aracaju) 26 p.
- WATERS, H. 1978. Wilt disease of coconuts in Trinidad. Proceedings 3rd International Council on Lethal Yellowing, 1977. University of Florida Agricultural Research Reporter 78: 1-33 (Abstract).

PRODUÇÃO DE SEMENTES DE VARIEDADES HÍBRIDAS DE CACAU EM RONDÔNIA, BRASIL

Caio Márcio Vasconcellos Cordeiro de Almeida¹ e Francisco Antônio Neto²

¹CEPLAC/SUPOC/SERPE. Av. Gov. Jorge Teixeira, 86. Bairro Nova Porto Velho. 78906-100. Porto Velho, Rondônia, Brasil.

²CEPLAC/SUPOC/SERPE/Estação Experimental Ouro Preto (ESTEX-OP), Km 325 da BR 364. 78950-000, Ouro Preto do Oeste, Rondônia, Brasil.

As sementes melhoradas constituem a matéria-prima fundamental para o sucesso financeiro de qualquer cultivo empreendido com fins comerciais. O propósito do presente trabalho é reunir as principais informações referentes a produção em larga escala de sementes de variedades híbridas de cacau em Ouro Preto do Oeste, no estado de Rondônia, Brasil. Em vinte anos de implementação do programa de produção de sementes de cacau no estado a CEPLAC/Rondônia produziu cerca de 151,1 milhões de unidades e distribuiu 71,4 milhões, das quais 58,1% produzidas por polinização manual, contemplando especialmente os pequenos produtores rurais em áreas de reforma agrária, auxiliando no processo de fixação do homem à terra. No geral, o programa de polinização manual tem revelado uma eficácia de 51%. Têm-se obtido taxas de fertilização de flores em torno de 75%, rendimentos individuais de até 940 polinizações/jornada e rendimentos médios de cerca de 300 a 350 polinizações/jornada no decurso do programa de polinização manual. São reunidas também informações sobre as combinações híbridas eleitas para constituir as variedades de cacau, as vantagens e desvantagens dos modelos de implantação dos campos de produção de sementes, a técnica e os cuidados utilizados para a execução da polinização manual e a ocorrência de vassoura-de-bruxa nos campos de produção.

Palavras-chave: *Theobroma cacao*, polinização manual

Cocoa Hybrid Seed Production in the State of Rondônia, Brazil. Cacao propagation in Brazil has been carried out with seeds since the beginning of cocoa crop cultivation. The present study provides information on large-scale production of cacao hybrid seeds in Ouro Preto do Oeste, state of Rondônia. During the past twenty years, the Brazilian Cocoa Agency, CEPLAC/Rondônia, has produced approximately 151,1 million cocoa seeds. About 71,4 million of these seeds, 58,1 % being hand pollinated, were distributed for small holders, mainly in areas of agrarian reform, aiding in the fixation of man in rural regions. The program of manual pollination for seed production showed an effectiveness of 51%. For example, for each group of 100 flowers manually pollinated, about 51 reached maturity with healthy pods. One field worker was able to hand pollinate about 940 flowers per day but the average was around 300 to 350 pollinations. The present article also discusses the hybrid combinations selected for the production of cacao varieties, the advantage and the disadvantage of systems used to establish the cacao seeds production fields, the technique and the cares used for manual pollination and the occurrence of witches' broom in the seed production fields.

Key words: *Theobroma cacao*, hybrid varieties, pollination

Introdução

As sementes melhoradas constituem a matéria-prima fundamental para o sucesso financeiro de qualquer cultivo empreendido com fins comerciais. Elas representam o principal insumo agrícola para a implementação de uma agricultura moderna de alta produtividade e elevada qualidade de seus produtos.

No Brasil, a expansão da cultura do cacau nos séculos XVIII, XIX e metade do século XX, no Sul da Bahia, principal região produtora do país, deveu-se a utilização maciça de sementes não melhoradas, que chegou a ocupar uma área estimada em cerca de 450 mil hectares. Posteriormente, na década de 50, numa tentativa de modernizar a cacauicultura sulbaiana, a Estação Experimental de Jussari, em Jussari, Bahia, criada pelo Ministério da Agricultura, iniciou um programa de expansão do cultivo, embora incipiente, utilizando estacas enraizadas de clones selecionados (Alvim e Rosário, 1972). O plantio de sementes de variedades melhoradas na Bahia ocorreu somente a partir dos anos 60 com a criação do Centro de Pesquisas do Cacau - CEPEC, pela Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira - CEPLAC, que orientou a implantação de cerca de 356 mil hectares até início dos anos 90 (Menezes e Carmo-Neto, 1993).

No final da década de 80, com a chegada da vassoura-de-bruxa (*Crinipellis pernicioso*) na Bahia, a posterior constatação dos custos elevados de controle dessa enfermidade naquelas condições e a situação decadente em que se transformou a economia cacaueira, evidenciou-se de forma incontestante a necessidade de utilização de variedades resistentes como uma estratégia de especial relevância para a recuperação da economia regional. Nesse contexto, a CEPLAC iniciou um programa intensivo de distribuição de sementes e de gemas de variedades selecionadas e recomendadas pelo CEPEC, com o objetivo de recuperar e modernizar a agricultura cacaueira sulbaiana.

As bases modernas para implantação da cacauicultura na Amazônia brasileira foram calcadas na utilização de variedades híbridas, produzidas em larga escala, inicialmente no CEPEC, sobretudo na década de 70, e, posteriormente, na Amazônia, especialmente nas bases físicas da CEPLAC em Medicilândia, Pará e em Ouro Preto do Oeste, Rondônia. Até o presente momento tal expansão propiciou o estabelecimento de cerca de 106 mil hectares de cacaueiros, sobretudo nos estados do Pará e Rondônia, detentores de 75% do total implantado (Mendes, 1998).

O presente trabalho reúne as principais informações referentes a produção em larga escala de sementes de variedades híbridas de cacau no estado de Rondônia, Brasil, especialmente a seleção das combinações híbridas

recomendadas, as tecnologias utilizadas, a quantidade de sementes planejada, produzida e distribuída aos produtores rurais e a ocorrência de vassoura-de-bruxa nos campos de produção.

Materiais e Métodos

Os primeiros campos para produção de sementes híbridas de cacau em Rondônia foram estabelecidos em 1973, na Estação Experimental Ouro Preto-ESTEX-OP, 10°44'30"S e 62°13'30"W, localizada no município de Ouro Preto do Oeste, à cerca de 340 km de Porto Velho. Utilizaram-se materiais genéticos importados do tipo Alto Amazônico, por apresentarem características de interesse agrônomo (SCA 6, SCA 12 e IMC 67) e os clones BE 10 e MA 11 coletados pela CEPLAC na Amazônia brasileira. Foram instalados cinco campos em áreas isoladas, por aproximadamente 50,0 m de barreira vegetal constituída de mata primária, para evitar contaminação com pólen estranho, em que cada campo ocupava 1,0 hectare, e onde utilizou-se, prioritariamente, do mecanismo de polinização natural aproveitando o sistema de incompatibilidade sexual existente na espécie. Estabeleceu-se um padrão de distribuição de uma fileira do genitor paterno, então, de compatibilidade desconhecida e três fileiras do genitor materno, auto-incompatível (1:3), no espaçamento de 3,0 x 3,0 m, com o objetivo de produzir as seguintes progênies híbridas: IMC 67 x MA 11, IMC 67 x BE 10, SCA 12 x BE 10, SCA 12 x MA 11 e SCA 6 x MA 11.

Posteriormente, para atender as demandas geradas pelo programa Diretrizes para Expansão da Cacauicultura Nacional - PROCACAU, em Rondônia (CEPLAC, 1977), ampliaram-se os campos de produção de sementes da ESTEX-OP com a instalação de 36,3 hectares de novas áreas para produzir variedades híbridas com a seguinte composição:

- a) materiais genéticos importados: IMC 67, POUND 7, POUND 12, PA 150, SCA 6, ICS 1 e ICS 6;
- b) materiais genéticos selecionados e avaliados na Bahia: SIC 328, SIC 329, SIC 801, SIC 813, SIC 831, SIC 864, SIAL 169 e SIAL 325;
- c) materiais genéticos coletados na Amazônia brasileira: BE 8, BE 9, BE 10, MA 11, MA 12, MA 14, MA 15 e CA 5.

A implantação dos primeiros genitores ocorreu a partir de dezembro de 1976, no espaçamento de 3,0 x 3,0 m. Foram planejados cruzamentos conforme a seguir:

- **Campo 1:** IMC 67 x BE 8, IMC 67 x BE 9, IMC 67 x SIC 813 e IMC 67 x SIAL 169;
- **Campo 2:** POUND 7 x BE 10, POUND 7 x MA 12, POUND 7 x MA 15 e POUND 7 x SIC 864;

- **Campo 3:** PA 150 x SIC 328, PA 150 x SIAL 325, PA 150 x CA 5 e PA 150 x MA 11;
- **Campo 4:** POUND 12 x SIC 329, POUND 12 x SIC 831, POUND 12 x SIAL505 e POUND 12 x MA 14;
- **Campo 5:** SCA 6 x ICS 1, SCA6 x ICS 6, SCA 6 x SIC 801 e SCA 6 x BE 9.

IMC 67	x	BE 10
PA 121	x	MA 13
BE 10	x	MA 11
PA 195	x	SIAL 325
BE 10	x	MA 15
MA 13	x	MOCORONGO 1

Esses novos campos de produção de sementes foram planejados também para utilizar-se prioritariamente a polinização natural aproveitando o sistema de incompatibilidade já mencionado, adotando-se o padrão de interescalonamento de uma fileira do genitor paterno, de compatibilidade desconhecida, e duas fileiras do genitor materno, auto-incompatível (1:2). A fim de assegurar a identidade genética das combinações híbridas planejadas, foram implantadas cinco fileiras de cacauzeiros como bordaduras laterais e transversais em cada campo, utilizando-se os próprios genitores paternos. Admitiu-se a hipótese de que tal barreira vegetal serviria para remover qualquer grão de pólen estranho àquele campo, do corpo da mosquinha *Forcipomyia*, principal agente polinizador do cacauzeiro (Winder e Silva, 1972), evitando-se, assim, a realização de cruzamentos não planejados. Desta forma, foi adotado o seguinte modelo de implantação para cada campo:

M M B M M A M M B M M A M M D M M C M M D M M C M M
M M B M M A M M B M M A M M D M M C M M D M M C M M
M M B M M A M M B M M A M M D M M C M M D M M C M M
M M B M M A M M B M M A M M D M M C M M D M M C M M
M M B M M A M M B M M A M M D M M C M M D M M C M M

em que A, B, C e D representam os genitores paternos e M o genitor materno.

No início da década de 90, em virtude de resultados de pesquisa evidenciando a existência de combinações híbridas com desempenho agrônomo mais apropriado para as condições ecológicas das regiões de cultivo de cacau na Amazônia, planejou-se o estabelecimento de novos campos para produzir os seguintes híbridos biconais:

SCA 6	x	ICS 1
PA 150	x	MA 11
SCA 6	x	ICS 6
PA 150	x	MA 15
SCA 6	x	MOCORONGO 1
PA 150	x	BE 7
SCA 6	x	CAS 2
PA 150	x	BE 10
SCA 6	x	CAS 3
PA 150	x	SIC 328
IMC 67	x	BE 8
PA 150	x	SIAL 325

Optou-se pela implantação de blocos monoclonais, cada um constituído de 144 plantas, formando um quadrado, e pela utilização prioritária da polinização manual. Foram preparados 6,9 hectares, cujas implantações ocorreram a partir de janeiro de 1995, adotando-se sempre o espaçamento de 3,0m x 3,0 m.

Os tratos culturais preconizados para a cultura do cacau na Amazônia (Garcia et al., 1985) foram adotados nesse período, destacando-se: poda dos cacauzeiros, remoção de vassoura-de-bruxa e adubação química.

Resultados e Discussão

Planejamento dos campos de produção de sementes híbridas de cacau

Os primeiros campos para produção em larga escala de sementes de cacau em Ouro Preto do Oeste, Rondônia, tinham como meta prover de sementes melhoradas o incipiente programa de expansão da cacauicultura regional, programa esse respaldado na ocorrência de solos de média e alta fertilidade natural, clima apropriado ao cultivo, estrutura agrária favorável, além da presença de agricultores desejosos na exploração do cultivo (Álvares-Afonso, 1986).

Ante a inexistência de dados experimentais obtidos na Amazônia brasileira que respaldassem a instalação desses campos de produção, buscaram-se informações sobre a experimentação com cacau desenvolvida noutros países (Bartley e Cope, 1957; Montserin e Verteuil, 1957; Soria, 1960; Bartley, 1969; Enriquez, 1969 e Soria e Esquivel, 1969) e no Sul da Bahia (Mariano, Garcia e Vello, 1969; Vello, Garcia e Magalhães, 1972; Vello et al., 1971), que evidenciavam os genitores SCA 6, SCA 12 e IMC 67 como fonte promissora de genes para o melhoramento da espécie *Theobroma cacao*, sobretudo para potencializar a precocidade, a produtividade e a tolerância de seus descendentes à vassoura-de-bruxa, enfermidade endêmica na região Amazônica. Os clones BE 10 e MA 11, coletados, respectivamente, nas proximidades das cidades de Belém, no Pará e Manaus, no Amazonas, embora não devidamente conhecidos como genitores, participavam dos cruzamentos, supõe-se, por apresentarem características aparentemente vantajosas observadas no ato da coleta, tais como: frutos de tamanho

médio a grande, sementes médias e ausência ou pouca ocorrência de ramos vegetativos infectados pelo *C. pernicioso* (Vello e Medeiros, 1965), como também para favorecer a adaptabilidade de suas progênies às condições de cultivo, haja vista seu processo evolutivo ter ocorrido em condições ecológicas regionais. Adicionalmente, sabia-se que os híbridos mais precoces e produtivos eram obtidos de cruzamentos entre clones de diferentes origens genéticas. Desta forma, visava-se produzir variedades híbridas que reunissem tolerância à vassoura-de-bruxa, maior precocidade e produtividade, além de boa adaptabilidade às condições ecológicas de cultivo em Rondonia.

Esses campos nunca foram utilizados na produção de sementes melhoradas através da polinização natural, em virtude da presença de plantas duvidosas nas parcelas, conforme observação de Bartley (1977). Contudo, aproximadamente 14,5% (3,47 milhões) das sementes produzidas no período de 1980 a 1982 foram provenientes de polinização manual realizada em plantas previamente identificadas.

Em 1975, com a decisão político-institucional de se implementar o PROCACAU (CEPLAC, 1977), o governo brasileiro assumiu o compromisso de expandir a fronteira agrícola do cacau na Amazônia, em bases modernas. Para tanto, pretendia-se produzir na Amazônia sementes de variedades melhoradas para o programa de expansão que previa estabelecer, no período de 1976-1985, pólos cacauzeiros em regiões geograficamente distintas (implantação de 100 mil hectares em Rondônia, 50 mil no Pará, 10 mil no Amazonas, além da participação minoritária dos estados do Acre, Mato Grosso e Maranhão) e, em decorrência, com suas peculiaridades edafoclimáticas, de nível tecnológico e de organização social do agricultor, dentre outras condições. Portanto, tais variedades híbridas deveriam reunir em seu patrimônio genético potencialidades para as características agronômicas já mencionadas, além de estabilidade produtiva frente às variações ambientais dos pólos cacauzeiros da Amazônia, haja vista que planejava-se distribuir também para outros estados as sementes produzidas em Rondônia.

A dificuldade inicial residia ainda na inexistência de informações sobre o comportamento dessas variedades híbridas propostas, nos diversos agrossistemas que se pretendia cultivar o cacauzeiro. O programa de pesquisa e experimentação na Amazônia brasileira encontrava-se ainda em fase embrionária, não embasado suficientemente para indicar com segurança as variedades híbridas a serem produzidas. Contudo, a expansão da cacauicultura na Amazônia exigia soluções imediatas, especialmente a adaptação de tecnologias geradas noutras regiões cacauzeiras. Neste contexto, o programa de produção de sementes, com as primeiras variedades híbridas, tinha um caráter

provisório, até que a pesquisa regional dispusesse de informações técnico-científicas suficientes para embasar a expansão da cacauicultura em bases mais sólidas.

Desta forma, parte do planejamento do campo de produção de 36,3 hectares pautou-se em resultados experimentais obtidos até então pelo CEPEC (CEPLAC, 1973; Vello et al., 1974; Vello e Garcia, 1975 e 1976; Vello et al., 1975) e em informações de outros centros de pesquisas de cacau (Soria e Esquivel, 1969 e 1970; Zamora, Reyes e Reyes, 1972; Soria, 1977) sobre a capacidade combinatória de alguns clones disponíveis no Brasil. Também, resultados preliminares de pesquisas gerados na Amazônia evidenciavam a potencialidade de alguns clones (Carletto e Costa, 1977) coletados nas expedições botânicas realizadas em 1965 e 1967 (Vello e Medeiros, 1965; Vello e Rocha, 1967). Contudo, alguns híbridos propostos eram então completamente desconhecidos, conforme observação de Bartley (1977), especialmente quanto ao desempenho agrônomico em agrossistemas amazônicos.

Esse conhecimento do desempenho agrônomico das variedades híbridas somente tornou-se possível no decurso da década de 80, à medida que se reuniam informações de interesse ou quando a maioria dos ensaios de campo apresentava entre oito e dez anos de implantação e os materiais em avaliação expressavam plena maturidade fisiológica, revelando, portanto, suas potencialidades genéticas. Em 1982, por exemplo, após quatro anos de experimentação na ESTEX-OP, observou-se que o híbrido IMC 67 x SIAL 169 apresentava muitas plantas tombadas em virtude de debilidade do sistema radicular, fato que o excluiu do programa de polinização manual. Posteriormente, foram excluídos também os cruzamentos com os clones SIC 801, SIC 813, SIC 831 e SIC 864, todos oriundos do cultivar CATONGO, em razão de elevada suscetibilidade à vassoura-de-bruxa desses genitores. Desta forma, a composição final das variedades híbridas distribuídas aos agricultores foi sendo alterada gradativamente à medida que o programa de melhoramento era enriquecido com informações sobre a performance dos materiais genéticos em avaliação.

Finalmente, todo o planejamento do campo de produção de 6,9 hectares baseou-se em resultados experimentais obtidos na Amazônia brasileira (Machado, Ahnert e Bartley, 1991; Machado et al., 1992; Francisco Neto et al., 1995), considerando especialmente os principais componentes de produção em cacau, a tolerância à vassoura-de-bruxa e a adaptabilidade às condições de cultivo, sobretudo na ESTEX-OP e na Estação Experimental Paulo Dias Morelli, localizada no município de Medicilândia, Pará, bases físicas essas situadas nos principais pólos cacauzeiros da Amazônia.

A adoção do padrão de implantação de uma fileira do

genitor paterno e duas ou mais fileiras do genitor materno, auto-incompatível, juntamente com o plantio de cinco fileiras de genitores paternos como bordadura, baseou-se na adaptação de tecnologias desenvolvidas noutros países (Bartley, 1957; Edwards, 1969) e no sul da Bahia (Vello, 1972) que evidenciavam a factibilidade de se produzir sementes híbridas de cacau através desse sistema. A condição de compatibilidade da maioria dos genitores paternos selecionados somente tornou-se conhecida posteriormente, quando já se encontravam estabelecidos em campo (Castro e Bartley, 1982; Bartley e Yamada, 1982; Lopes e Carletto, 1995).

A experiência em Rondônia tem mostrado as seguintes desvantagens na adoção desses campos de produção de sementes: a) dificuldade em se corrigir as relações de competitividade entre clones com diferentes hábitos de crescimento, havendo tendência dos mais vigorosos dominarem completamente os menos vigorosos; maiores custos de implantação e de manutenção, juntamente com o desperdício no uso da terra ao se estabelecer genitores paternos como bordadura. Cerca de 12,3% (4.972 plantas) da área do campo de 36,3 hectares são ocupados com plantas-bordadura que nunca foram utilizadas no programa de polinização manual, nos cruzamentos recíprocos, em razão da grande disponibilidade desses genitores entre as fileiras dos genitores maternos. Além disso, nessas circunstâncias e considerando a produção de sementes baseada unicamente na polinização natural, os genitores maternos, cujos frutos produzidos serão utilizados para distribuição aos cacauicultores, ocupam apenas 58,4% da área total cultivada.

A proposta de implantação de campos de produção de sementes em blocos monoclonais com polinização controlada busca reunir diversas vantagens agro-econômicas e de natureza estratégica, destacando-se: a) estabelecimento de uma política de produção de variedades híbridas com melhor desempenho agrônomo em razão de um maior controle na participação dos híbridos efetivamente planejados, via polinização manual, bem como no maior equilíbrio da composição dessa mistura de híbridos; b) estabelecimento de um programa de produção de sementes mais flexível em termos práticos, por facilitar futuramente a substituição de blocos monoclonais quando comprovada a baixa performance de determinados híbridos (formação de blocos móveis); c) facilidade no manejo cultural por permitir o plantio de grupos de clones com hábitos de crescimento semelhantes; d) melhor uso das áreas disponíveis por permitir a formação de blocos monoclonais isolados, sem necessidade de obedecer a um plano rígido de plantio e e) disponibilizar as sementes melhoradas, prioritariamente via polinização controlada, em época mais apropriada

ao programa de implantação do cultivo do cacau.

A estratégia de distribuir variedades híbridas constituídas por uma mescla de cruzamentos objetiva, prioritariamente, reduzir os riscos de disseminação de pragas e doenças na lavoura, especialmente da vassoura-de-bruxa, através da heterogeneidade genética dos elementos constituintes da população e propiciar um balanço equilibrado de polinização cruzada às novas plantações, em virtude da possibilidade de ocorrerem efeitos restritivos da incompatibilidade sobre a produtividade do cacauzeiro, pela participação de genitores auto-incompatíveis na produção das sementes melhoradas. Adicionalmente, os custos de formação da lavoura são bastante reduzidos ao se utilizar a via seminal. Entretanto, sabe-se que a heterogeneidade genética entre os indivíduos componentes da mistura de híbridos promove grande competitividade e até mesmo morte de plantas, podendo, portanto, reduzir o nível de produtividade desejada.

Tecnologias utilizadas para produção de sementes de variedades híbridas de cacau

i) Práticas culturais empregadas e manejo dos campos de produção de sementes

Geralmente, após o término de um ciclo produtivo do cacauzeiro no campo de produção de sementes, via polinização manual, realizam-se as seguintes práticas culturais objetivando a preparação das plantas, em termos agrônômicos, para o ciclo produtivo seguinte: a) poda fitossanitária com rebaixamento de copa, se necessário, incluindo remoção de vassoura-de-bruxa das ramas, frutos e almofadas florais infectadas; b) aplicação de fertilizantes químicos e c) descarte dos frutos de polinização natural.

Nessas circunstâncias, a época adotada para realização da poda fitossanitária é inapropriada (dezembro a fevereiro) em termos biológicos, haja vista o cacauzeiro encontrar-se em pleno período de floração e com maior ocorrência de vassouras em fase de produção de basidiocarpos (Andebrhan, 1983), o que significa que muitos tecidos meristemáticos do cacauzeiro já foram infectados pelo *C. pernicioso*. As pesquisas em Rondônia têm evidenciado que a poda fitossanitária deve ser realizada em agosto/setembro, com uma segunda remoção de tecidos infectados em novembro/dezembro (Andebrhan, 1983). Deve-se realizar também a adubação no início do inverno amazônico que acontece em setembro/outubro. Desta forma, a impossibilidade no cumprimento desse calendário agrícola no manejo dos campos de produção de sementes tem contribuído para aumentar as perdas de frutos por ocorrência de vassoura-de-bruxa e, seguramente, para reduzir a produtividade das plantas.

Outra dificuldade no manejo dos campos de produção diz respeito ao estabelecimento de competição por água, nutrientes e luz solar entre plantas de hábitos de crescimento diferentes. Essa situação torna-se muito evidente no campo de 36,3 ha, plantado obedecendo o padrão de uma fileira do genitor paterno e duas fileiras do genitor materno. De modo geral, observa-se maior vigor dos genitores femininos, auto-incompatíveis (AI), em relação aos genitores masculinos, predominantemente autocompatíveis (AC), existindo, contudo, uma transição gradual nos níveis de competitividade. Essa situação exige manejos diferenciados por clones estabelecidos, de difícil implementação num programa de produção de sementes em larga escala e com limitação de recursos humanos e financeiros. No Campo 1, por exemplo, o IMC 67 (AI) domina os demais genitores paternos, sendo a competitividade mais aguçada sobre os clones SIC 813 (AC) e BE 8 (AC). No Campo 2, o POUND 7 (AI) estabelece forte competição com seus vizinhos, especialmente com o BE 10 (AC) e o SIC 864 (AC), que apresenta grande número de plantas mortas. Exceção é observada em relação ao MA 12 (AI) que exibe vigor superior ao próprio POUND 7. No Campo 3 é evidente a superioridade em vigor do PA 150 (AI), sobretudo em relação ao SIC 328 (AC), SIAL 325 (AC) e CA 5 (AI). No Campo 4, o padrão de competitividade entre clones assemelha-se ao observado no Campo 2, pois o POUND 12 (AI) é mais vigoroso em relação ao SIAL 505 (AC), SIC 831 (AC) e SIC 329 (AC) e perde em competitividade para o MA 14 (AI). No Campo 5, observa-se a semelhança em vigor entre o SCA 6 (AI) e o ICS 6 (AC) e a inferioridade em crescimento do SIC 801 (AC). A segunda metade desse Campo (SCA 6 x ICS 1 e SCA 6 x BE 9) teve problemas de manutenção e foi abandonada.

Em síntese, os materiais genéticos dos grupos ‘Amazônico’ (séries BE e MA, e o CA 5) e ‘Comum’ (séries SIC e SIAL) utilizados como genitores masculinos, apresentaram-se menos vigorosos em relação aos seus respectivos clones-mãe, com exceção de MA 12 e MA 14, ambos auto-incompatíveis, que foram superiores em vigor aos clones POUND 7 e POUND 12, respectivamente. Os clones oriundos do cultivar CATONGO (SIC 801, SIC 813, SIC 831 e SIC 864) comportaram-se como os menos vigorosos e os mais prejudicados nas relações de competitividade estabelecidas.

ii) *Técnica, cuidados e rendimentos da polinização manual*

Embora nas décadas de 70 e 80 se dispusessem em Rondônia de campos planejados para produzir sementes híbridas de cacau por polinização livre, necessitou-se utilizar prioritariamente a polinização manual para aumentar a oferta de sementes híbridas e disponibilizá-

las em época mais apropriada para distribuição aos produtores rurais (agosto-novembro). Cerca de 70% da produção de cacau por polinização livre, em Rondônia, concentram-se nos meses de abril a julho, período este em que o produtor rural não encontra-se receptível ao recebimento de sementes melhoradas em razão da necessidade de gastos adicionais com irrigação no viveiro. Também, o produtor não dispõe ainda da aprovação de seu cadastro bancário, o qual o credencia a ter acesso ao crédito agrícola. Adicionalmente, a polinização manual realizada de março a maio possibilita também maior oferta de sementes sadias para distribuição aos produtores em razão da menor ocorrência de pressão do inóculo do *C. pernicioso*, em relação ao período da polinização natural.

Desde o final da década de 70, com a crescente demanda por sementes de cacau, tornou-se evidente a impossibilidade de se produzir sementes melhoradas em larga escala utilizando-se o processo convencional de proteção das flores polinizadas manualmente, conforme descrito por Carletto (1946) e Ruinard (1963). Esse processo, embora proporcione segurança quanto a identidade genética dos cruzamentos realizados, torna-se impraticável na implementação de um programa de produção em larga escala, em razão do baixo rendimento e dos elevados custos financeiros motivados pelas dificuldades operacionais. Como exemplo, a experiência em Rondônia tem revelado que para uma meta de distribuição de cerca de 6,0 milhões de sementes híbridas/ano, haveria a necessidade de se proteger, diariamente, cerca de 5.800 botões florais no decurso do período de polinização manual (março a maio), considerando médias de 58 dias efetivos de polinização, 75,0% de taxa de fertilização das flores trabalhadas manualmente, 15,0% de ocorrência de frutos pecos na fase inicial de crescimento, 20,0% de perdas de frutos por ocorrência de vassoura-de-bruxa e 35 sementes normais/fruto sadio. Em síntese, cada grupo de 100 flores polinizadas manualmente em Rondônia resulta, geralmente, em cerca de 51 frutos maduros e sadios para distribuição ao produtor.

Em razão desses fatos e admitindo-se a hipótese de que a taxa de cruzamentos indesejáveis é baixa (Vello, Magalhães e Nascimento, 1972) e que a ocorrência de autofecundação em clones auto-incompatíveis (Glendinning, 1960) não deve comprometer o desempenho futuro da variedade híbrida planejada, optou-se pelo processo de polinização manual utilizando-se flores recém abertas dos genitores masculinos e femininos (sem nenhum aparato protetor), identificadas pela coloração branco pérola ou amarelo-pálido de suas anteras e por permanecerem presas nas almofadas florais após leve toque de dedos, e que, nas quais, provavelmente, o principal agente polinizador do cacauzeiro não tenha ainda

visitado. Nessas condições, a polinização manual é realizada conforme a seguir: a) retiram-se os estaminóides das flores dos genitores femininos (flores-mãe) para facilitar o acesso ao pistilo; b) retiram-se também as peças florais (cógula) que recobrem as anteras das flores dos genitores masculinos (flores-pai) para melhor exposição das mesmas; c) realiza-se leve fricção das anteras das flores-pai sobre a superfície estigmática e ao longo do estilete das flores-mãe para ocorrer a deposição de massas de grãos de pólen e, posteriormente, a fertilização dos óvulos. Após essa operação, cada flor polinizada manualmente é identificada com um alfinete afixado ao lado da almofada floral.

Mais recentemente, mediante o emprego de marcadores enzimáticos, foi comprovado que a ocorrência de sementes que procedem de autofecundação em clones auto-incompatíveis é bastante variável, podendo ser muito elevada em certos genitores (Lanaud et al., 1987). Também, existem efeitos sazonal e ecológico sobre essa taxa de autofecundação. Nesse contexto, admite-se que a prática de polinização manual em Rondônia é suficiente para produzir uma variedade híbrida com desempenho apropriado para as condições regionais de cultivo. Contudo, evidencia-se a necessidade de investigar mais profundamente este assunto.

As seguintes atividades e cuidados são adotadas, dentre outras, no período de março a maio com o objetivo de aumentar a eficiência e eficácia do programa de polinização manual: a) realização de treinamento prévio dos operadores de polinização; b) coleta diária de flores-pai entre 6,0 e 7,0 horas e acondicionamento em pequenos recipientes de isopor forrados com papel umedecido; c) realização da polinização manual propriamente dita entre 7,0 e 11,0 horas, para aproveitar as temperaturas mais amenas do dia; d) utilizam-se máximo de três flores polinizadas/almofada floral; e) cada flor-pai é utilizada normalmente como fornecedora de pólen para duas flores-mãe (1:2), porém quando a floração é abundante essa relação é de 1:1; f) semanalmente os operadores realizam o trabalho de conferência das flores-mãe não fertilizadas na semana anterior, retirando os alfinetes de identificação; g) diariamente polinizam-se todos os cruzamentos planejados a fim de se manter uma participação equitativa dos mesmos na composição final da variedade híbrida.

As dificuldades encontradas em Rondônia neste tipo de atividade são as seguintes: a) a baixa floração de alguns genitores exige do operador maiores deslocamentos pela área trabalhada, o que contribui para reduzir sua produtividade diária; b) chuvas ocorridas nas noites anteriores às polinizações dificultam o reconhecimento das flores recém abertas e a própria operação manual, em virtude do excesso de umidade nas peças florais

contribuir para o retardamento da deiscência das anteras; c) para manter um maior equilíbrio na mistura das sementes híbridas há necessidade de se conhecer não apenas as taxas de fertilização dos diferentes cruzamentos, mas peculiaridades circunstanciais, como nos cruzamentos com o SCA 6, onde são realizadas geralmente de 125% a 130% de polinizações, em relação aos demais, em virtude da elevada ocorrência de frutos tipos 'morangos' e 'cenouras'; d) a falta de sincronia na floração dos diferentes clones dificulta a participação equitativa dos cruzamentos planejados na formação das variedades híbridas, havendo sempre desequilíbrio na mescla final dos híbridos; e) a ocorrência de baixas temperaturas (inferiores a 18,0°C) acompanhada de ventos fortes, no período de polinização, motivada por invasões ocasionais de frentes frias do sul do país, contribui para reduzir a taxa de fertilização registrada na semana, em razão de manifestações fisiológicas de deterioração das flores, expressa na forma de necrose ('queima') dos tecidos.

Observa-se que os rendimentos individuais obtidos pelo programa de polinização manual realizado na ESTEX-OP, em 1998, apresentam uma amplitude de variação de 80 a 940 polinizações/jornada de quatro horas de trabalho (Quadro 1). Operadores muito hábeis conseguem manter médias superiores a 650 polinizações/jornada, contudo apenas alguns mantêm médias acima de 400 polinizações/jornada no decurso de toda fase operativa, que varia geralmente de 10 a 12 semanas. A média geral da equipe de 17 operadores em 1998 foi de 327 polinizações/jornada, havendo um crescimento gradual no rendimento e

Quadro 1 – Dados semanais de amplitude de variação do número de polinizações realizadas (AMP), de maior média individual de número de polinizações/jornada (>MI), de menor média individual de número de polinizações/jornada (<MI), de média geral de número de polinizações da equipe de operadores/jornada (MGP), de taxa média de fertilização das flores polinizadas manualmente, em % (TXF). Ouro Preto do Oeste, Rondônia, ESTEX-OP. Período: 01 de março a 09 de maio de 1998.

Semana	AMP	>MI	<MI	MGP	TXF
1ª	80 - 550	365,0	146,0	253,0	72,3
2ª	85 - 810	530,0	192,0	297,0	78,0
3ª	103 - 800	467,0	171,0	293,0	75,6
4ª	182 - 940	797,0	209,0	349,0	81,0
5ª	102 - 810	683,0	189,0	351,0	79,0
6ª	95 - 870	598,0	222,0	350,0	73,6
7ª	172 - 620	556,0	232,0	366,0	72,3
8ª	150 - 677	517,0	262,0	368,0	71,7
9ª	100 - 780	516,0	153,0	285,0	81,0
10ª	100 - 861	653,0	135,0	318,0	82,1
Resumo	80 - 940	797,0	135,0	327,0	76,7

tendência a estabilização a partir da quarta semana de atividade, bem como decréscimo no rendimento nas duas últimas semanas motivado pela diminuição da floração. A taxa média de fertilização das flores trabalhadas obtida ao final do período de polinização foi de 76,7%, com variações semanais de 71,7% a 82,1%, independente do cruzamento e da habilidade do operador.

Os dados obtidos em 1998 mostram também que as habilidades operacionais individuais tenderam a melhorar progressivamente, à medida que o programa de polinização manual avança. A taxa de fertilização/operador variou de 70,7% a 88,7% e os operadores com maiores médias diárias tenderam a deter também as maiores taxas de fertilização. Quanto a influência do fator genético nas taxas de fertilização observaram-se variações de 74,1% (PA 150 x MA 15 e PA 195 x SIAL 325) a 81,4% (PA 150 x MA 11), não verificando nenhuma tendência do genitor em influenciar a referida taxa.

Os dados acumulados de 1981 a 1998 do programa de polinização manual da ESTEX-OP, excetuando alguns anos sem atividades ou sem controle do número de flores fertilizadas, evidenciam que as taxas médias de fertilização, ao final de cada período, variaram de 58,2% a 81,1%, com tendência a estabilização em torno de 75,0%. Os rendimentos médios anuais foram inferiores a 200 polinizações/operador/jornada, nos quatro primeiros anos de atividade, crescendo gradualmente nos anos seguintes e ultrapassando 300 polinizações/operador/jornada nos últimos anos. Observou-se também que na fase inicial de crescimento dos frutos (bilros), ocorreram perdas em torno de 15% quer sejam motivadas por sobrecarga de flores polinizadas/planta, por ocorrência de pragas ou por fatores desconhecidos.

Em Rondônia, para uma meta de distribuição de cerca de 6,0 milhões de sementes híbridas/ano, contrata-se mão-de-obra feminina, em média 16 operárias, para polinizar cerca de 337 mil flores de março a maio ou, aproximadamente, 26 mil flores/semana. Adicionalmente, a mão-de-obra feminina apresenta fácil adaptação ao trabalho e superioridade em produtividade, em relação a mão-de-obra masculina, em cerca de 20%.

O Quadro 2 apresenta os dados semanais de taxa média de fertilização das flores polinizadas manualmente em 1998 e das seguintes variáveis climáticas obtidas no Posto Climatológico da ESTEX-OP: evaporação da água (EVA), em tanque classe A, em mm, precipitação pluviométrica (PRE), em mm, duração do brilho solar (DBS), em horas e décimos, temperatura mínima do ar (TMN), em °C, temperatura máxima do ar (TMX), em °C e umidade relativa do ar (UR), em %. Tais dados foram utilizados para estimar os coeficientes de correlações simples apresentados no Quadro 3, de acordo com Steel e Torrie (1980).

Quadro 2 – Dados semanais de taxa média de fertilização das flores polinizadas manualmente, em % (TXF), de evaporação da água, em mm (EVA), de precipitação pluviométrica, em mm (PRE), de duração do brilho solar, em horas e décimos (DBS), de temperatura média mínima do ar, em °C (TMN), temperatura média máxima do ar, em °C (TMX) e umidade relativa do ar, em % (UR). Ouro Preto do Oeste, Rondônia, ESTEX-OP. Período: 01 de março a 09 de maio de 1998.

Semana	TXF	EVA	PRE	DBS	TMN	TMX	UR
1ª	72,3	25,7	108,1	38,9	23,8	31,0	88,1
2ª	78,0	28,2	35,8	24,2	23,7	30,2	88,9
3ª	75,6	28,4	33,0	35,1	24,1	30,8	87,0
4ª	81,0	31,4	123,4	40,0	22,9	30,4	86,0
5ª	79,0	27,6	16,0	51,7	24,3	32,0	83,9
6ª	73,6	32,1	16,4	42,4	23,5	31,6	85,6
7ª	72,3	33,5	20,8	38,6	23,3	31,2	86,9
8ª	71,7	29,5	23,5	54,3	22,2	31,7	88,4
9ª	81,0	32,6	8,0	34,1	22,6	30,3	85,6
10ª	82,1	24,8	0,0	46,0	21,6	30,5	84,1

Quadro 3 – Estimativas dos coeficientes de correlações simples entre dados semanais de taxa média de fertilização das flores polinizadas manualmente (TXF) x variáveis climáticas. Ouro Preto do Oeste, Rondônia, ESTEX-OP. Período: 01 de março a 09 de maio de 1998.

Variáveis Climáticas	TXF
Evaporação da água (EVA)	-0,164
Precipitação pluviométrica (PRE)	-0,070
Duração do brilho solar (DBS)	-0,153
Temperatura mínima do ar (TMN)	-0,296
Temperatura máxima do ar (TMX)	-0,562 *
Umidade relativa do ar (UR)	-0,604 *

* Significativo ao nível de 10% de probabilidade, pelo teste T.

Pelas estimativas dos coeficientes de correlações observa-se que as variáveis climáticas EVA, PRE, DBS e TMN não indicaram qualquer correlação com a TXF, enquanto as associações entre TXF e as variáveis TMX (-0,562) e UR (-0,604) apresentaram valores semelhantes, relativamente expressivos e significativos ao nível de 10% de probabilidade. Numa interpretação mais tolerante, admitindo-se uma margem de segurança de 90% de probabilidade, as duas últimas estimativas sugerem que à medida que ocorre aumento das variáveis TMX e UR verifica-se diminuição na TXF. Nessas circunstâncias, uma explicação fisiológica plausível consiste no fato de que a polinização manual, por mais delicada que seja a operação, é uma mutilação na flor do cacauzeiro, na qual os estaminóides são seccionados e o pistilo sofre esfregação de massas de grãos de pólen em sua frágil estrutura, e

valores mais elevados de TMX e UR devem contribuir para agravar o processo, através de perdas de seiva por exsudação. Na ESTEX-OP as temperaturas mais elevadas ocorrem, predominantemente, entre 14,0 e 16,0 horas, portanto, após a atividade em questão. Adicionalmente, têm-se observado que valores elevados de UR contribuem para que os grãos de pólen permaneçam muito aderidos uns aos outros, devendo interferir, provavelmente, na sua separação e germinação. Valores elevados de UR dificultam também o reconhecimento de flores recém abertas nos dias posteriores à noites chuvosas, o que deverá contribuir para que flores mais velhas sejam utilizadas equivocadamente no processo.

Produção de sementes de variedades híbridas de cacau

Quantidade planejada, produzida e distribuída aos produtores rurais e contribuição da polinização manual

O programa de produção de sementes de variedades híbridas de cacau implementado na ESTEX-OP (Quadro 4) pode ser analisado em três fases distintas, de acordo com as variações do preço do produto no mercado internacional.

Quadro 4 - Quantidade de sementes híbridas de cacau programada, produzida, sadia e distribuída para plantio e percentagens de perdas por vassoura-de-bruxa e de polinização manual realizada. Ouro Preto do Oeste, Rondônia, ESTEX-OP (1979-1998).

Ano	Quantidade de sementes híbridas de cacau (milhares)				Perdas por vassoura-de-bruxa (%)	Polinização manual (%)
	Programada	Produzida	Sadia	Distribuída		
1979	*	453	428	428	5,6	0,0
1980	8.000	8.536	8.300	5.432	2,8	79,7
1981	9.100	8.112	7.526	6.700	7,2	70,3
1982	12.000	7.330	6.348	5.480	13,4	72,9
1983	9.000	8.880	6.706	4.488	24,5	42,7
1984	8.755	7.499	5.841	4.860	19,6	84,2
1985	8.000	11.249	5.348	4.894	52,5	72,5
1986	12.000	12.320	9.423	7.596	23,5	63,5
1987	11.000	10.109	8.354	7.732	17,4	83,4
1988	12.000	11.156	8.415	7.429	24,6	76,4
1989	12.000	10.668	6.680	2.248	37,4	60,6
1990	12.000	13.781	10.240	210	25,7	11,2
1991	12.000	14.411	8.918	1.436	38,1	0,0
1992	12.000	7.836	5.856	2.178	25,3	79,0
1993	1.900	4.692	2.206	1.002	42,3	0,0
1994	4.532	1.622	1.054	836	35,0**	90,0
1995	1.050	600	430	286	30,0**	90,0
1996	1.000	1.664	1.165	1.165	30,0**	90,0
1997	2.600	3.456	2.419	1.854	30,0**	90,0
1998	3.549	6.726	5.320	5.140	20,9	90,0
Total	152.486	151.100	110.977	71.394	26,1	58,1

* Sem informações

** Dados estimados

Na 1ª fase, compreendida entre 1979 e 1988, o preço do cacau no mercado internacional oscilava entre US\$ 1,700.0 e US\$ 3,500.0/ton (OICC, 1998/1999), condição essa que tornava a cacauicultura um empreendimento atrativo para o produtor rural da Amazônia, embora os preços médios pagos ao produtor rondoniense equivalassem a cerca de 30% dos preços praticados no mercado internacional (CEPLAC, 1995). Nessas circunstâncias, a demanda por sementes melhoradas cresceu progressivamente (Quadro 4) e exigiu que a polinização manual fosse utilizada preferencialmente, com o objetivo de aumentar a sua oferta e disponibilizá-las em época mais conveniente para o agricultor. Nesse período, 71,1% da quantidade de sementes produzidas na ESTEX-OP procederam de polinização manual e 82,5 % (cerca de 55,0 milhões de unidades) da quantidade disponível para o produtor (sementes sadias) foram distribuídas para novos plantios e replantios de áreas em formação. Aproximadamente 11,6 milhões de sementes decorrentes, em sua maioria, do processo de polinização natural, foram beneficiadas em razão de sua disponibilidade em época (abril a julho) não atrativa para o produtor.

No início, o programa em foco pautou-se principalmente na complementação às demandas geradas pelo PROCACAU em Rondônia, estimada entre 9,6 milhões e 13,8 milhões de sementes híbridas/ano (CEPLAC, 1977), pois grande parte do fornecimento de sementes melhoradas, até 1982, foi atendida pelo CEPEC, na Bahia. A auto-suficiência na produção desse insumo básico em Rondônia somente aconteceu a partir de 1983.

A política de recolocar o Brasil na liderança mundial da produção de cacau se refletia, obviamente, no planejamento do programa de produção de sementes melhoradas que, geralmente, apresentava metas de difícil alcance, em razão de limitações de recursos humanos e financeiros. Nesse planejamento previa-se atender também, via ESTEX-OP, a demandas geradas pela expansão da fronteira agrícola do cacau noutras regiões da Amazônia, a exemplo do Acre, Amazonas e Mato Grosso. Mesmo assim, o estoque de sementes distribuídas de 1979 a 1988 representou apenas 61,3% da quantidade programada.

A 2ª fase (1989 a 1994) caracteriza-se pelo estabelecimento e aprofundamento da crise do cacau no mercado internacional, motivada pelo excesso de produção, quando os preços do produto oscilaram entre US\$ 1,051.0 e US\$ 1,370.0/ton (OICC, 1998/1999) e o cacauicultor rondoniense recebia, em média, cerca de 60% desses valores (CEPLAC, 1995). Nessa fase, a polinização manual foi responsável por 29,5% da quantidade de sementes produzidas na ESTEX-OP (Quadro 4) e o estoque de sementes distribuídas representou apenas 22,6% (cerca de 7,9 milhões de unidades) da quantidade disponível para plantio, refletindo o desinteresse da comunidade agrícola pelo negócio cacau.

A 3ª fase (1995 a 1998) representa a ascensão gradativa do cacau no mercado internacional, com preços superiores a US\$ 1,400.0/ton (OICC, 1998/1999), juntamente com facilidades creditícias no estado para o produtor rural recuperar plantações abandonadas e estabelecer novos plantios, além da inexistência do deságio praticado no passado sobre o produto rondoniense. Essa conjunção de fatores promoveu um novo despertar da comunidade agrícola rondoniense para este empreendimento, resultando em maior interesse pela procura de sementes melhoradas. Nesse período, priorizou-se a polinização manual que foi responsável por 90,0% do estoque de sementes produzidas na ESTEX-OP (Quadro 4), enquanto as sementes distribuídas representaram 90,5% (cerca de 8,4 milhões de unidades) da quantidade disponível para plantio e 103,0% do que foi programado.

Em síntese, nesses vinte anos de implementação do programa de produção de sementes de variedades híbridas de cacau, a CEPLAC, através de sua base física ESTEX-OP, disponibilizou para os produtores rurais da região quase 111,0 milhões de sementes melhoradas e distribuiu para implantação de novas áreas e replantio de roças em formação, aproximadamente, 71,4 milhões de sementes. Tais sementes foram distribuídas, prioritariamente, para 34 municípios de Rondônia, que perfazem 26.049 hectares em produção (FIBGE, 1998), tendo nos municípios de Jarú, Cacaulândia, Ariquemes e Ouro Preto do Oeste, as áreas mais expressivas de plantio. Adicionando os 5.325 hectares implantados em 1997/98 e 1998/99, de acordo com o Serviço de Extensão da CEPLAC, a cacauicultura em Rondônia compreenderia, atualmente, quase 31,4 mil hectares. Conforme já mencionado, outras regiões da Amazônia foram também contempladas com sementes melhoradas produzidas na ESTEX-OP, a exemplo dos estados do Mato Grosso, Amazonas e Acre.

ii) Ocorrência de vassoura-de-bruxa nos campos de produção de sementes híbridas de cacau

A ocorrência de vassoura-de-bruxa nos campos de produção de sementes híbridas de cacau da ESTEX-OP,

segue o modelo de disseminação já conhecido, de progresso epidêmico da doença, aqui representada pelas perdas de frutos (%), com a idade da plantação (Laker e Mota, 1990) (Quadro 4).

Até 1981, quando a maioria dos cacauzeiros apresentava entre dois e quatro anos de idade, as perdas de produção por vassoura-de-bruxa foram inferiores a 8,0%. A partir de 1982, houve um crescimento gradual da doença, que em 1985 causou a maior perda de frutos já registrada até hoje, de mais da metade da produção. Esse último fato decorreu, provavelmente, dos seguintes fatores: a) aumento significativo do potencial de inóculo do *C. pernicioso* na área, em razão de a execução parcial e em época inapropriada (outubro e novembro) de podas fitossanitárias, em 1983 e 1984; b) aumento da produção de basidiocarpos, do número de períodos de infecção e da intensidade do fluxo foliar dos cacauzeiros em virtude de condições climáticas favoráveis, em 1985, conforme Rudgard (1987) e c) aumento significativo da biomassa da plantação motivado pelo alcance da maturidade fisiológica dos cacauzeiros, decorrendo em maior disponibilidade de tecidos meristemáticos para a progressão da doença, haja vista a maioria das plantas apresentar entre seis e oito anos de campo.

A execução do controle fitossanitário da vassoura-de-bruxa de forma apropriada, ou seja, a remoção em julho/agosto de tecidos da planta (ramos, almofadas florais e frutos) infectados pelo fungo, incluindo uma segunda remoção em novembro/dezembro, no período de 1985 a 1987, em todos os campos de produção, resultou em declínio na intensidade da doença, expressa em menores perdas de frutos (inferiores a 25% ao ano) de 1986 a 1988, evidenciando a eficácia dessa prática, conforme já demonstrado por Almeida e Andebrhan (1989) e Albuquerque, Mota e Andebrhan (1995). Contudo, a execução tardia do controle fitossanitário (outubro e novembro) em 1988 contribuiu para um súbito aumento de perdas de frutos em 1989 (37,4%), demonstrando que o sucesso dessa prática só é alcançado quando realizada apropriadamente, considerando forma e época de execução.

Sabe-se que o pico de produção de basidiocarpos em Ouro Preto do Oeste ocorre de janeiro a abril, resultando em maior infecção de frutos, brotos e almofadas florais de maio a julho (Andebrhan, 1985) e que cerca de 70% da produção de cacau proveniente de polinização natural concentram-se de abril a julho. O resultado desse sincronismo entre maior ocorrência de esporos de *C. pernicioso* nas plantações de cacau e desenvolvimento da safra principal, que redundam em maiores perdas de frutos no período de maio a julho, tornou-se mais evidente em 1991 e 1993, quando a totalidade da produção de sementes melhoradas proveio de polinização natural e as perdas de frutos aumentaram para 38,1% e 42,3%,

respectivamente. O programa de polinização manual executado de março a maio tem a vantagem de propiciar maior oferta de sementes sadias em virtude de deslocar a produção para um período de menor pressão do inóculo de *C. pernicioso*, em relação ao de polinização natural.

As perdas mais elevadas registradas a partir de 1993 devem ser creditadas também a não realização do controle fitossanitário de 1992 a 1994 e a execução parcial e em época inapropriada de podas fitossanitárias, a partir de 1995.

Conclusões

a) O estabelecimento e a manutenção de Campos de Sementes Híbridas de Cacau para produção em larga escala são bastante dispendiosos, além de requerer o concurso de recursos humanos devidamente especializados tanto para as atividades operacionais de manejo da plantação, como para a execução do programa de polinização manual, que nos últimos cinco anos responde por cerca de 90% das sementes produzidas. Contudo, os benefícios são traduzidos em sementes de variedades melhoradas disponíveis para o produtor rural, potencialmente capazes de formar plantações mais precoces, de elevada produtividade, tolerantes às enfermidades e pragas regionais, de melhor qualidade do produto final e com estabilidade produtiva frente às variações ambientais regionais.

b) Operadores de polinização manual muito hábeis, que é incomum, conseguem rendimentos de até 940 polinizações/jornada de quatro horas de trabalho e rendimento médio de 650 polinizações/jornada, no decurso de toda a fase operativa do programa, que varia de 10 a 12 semanas. Geralmente, a equipe de operadores alcança médias em torno de 300 a 350 polinizações/jornada.

c) O programa de polinização manual tem revelado uma eficácia de 51%, ou seja, cada grupo de 100 flores polinizadas manualmente resulta em cerca de 51 frutos maduros e sadios para distribuição ao produtor rural, haja vista a obtenção de médias de fertilização de flores de 75,0%, de ocorrência de frutos pecos na fase inicial de crescimento de 15,0% e de ocorrência de vassoura-de-bruxa nos frutos de 20,0%.

d) As perdas mais elevadas de frutos nos Campos de Produção de Sementes Híbridas de Cacau, por ocorrência de vassoura-de-bruxa, devem-se a realização apenas do controle cultural, em época inapropriada, sem aplicação de fungicida. A execução do programa de polinização manual de março a maio propicia maior oferta de sementes sadias para o produtor rural em virtude de deslocar a produção para um período de menor pressão do inóculo de *C. pernicioso*, em relação ao de polinização natural.

e) A oferta de sementes de variedades híbridas para o pequeno produtor rural de Rondônia tem auxiliado no processo de fixação do homem à terra através do desenvolvimento da cacauicultura, sobretudo nos Projetos de Assentamento coordenados pelo INCRA, nas áreas destinadas à reforma agrária.

Agradecimentos

Ao técnico agrícola José Afonso Laurentino, 'in memoriam', pela dedicação no manejo dos campos e no gerenciamento e execução do programa de produção de sementes híbridas de cacau, no período de 1979 a 1989. Ao técnico agrícola José Raimundo Pires de Medeiros pelo auxílio na tabulação dos dados de produção, distribuição e perdas de sementes híbridas. Aos Drs. Augusto Roberto Sena Gomes, Luiz Antônio dos Santos Dias, Dário Ahnert, Luiz Carlos de Almeida e Frederico Monteiro Álvares-Afonso pela leitura crítica do texto e valiosas sugestões apresentadas.

Literatura Citada

- ALBUQUERQUE, P. S. B., MOTA, J. W. da S. e ANDEBRHAN, T. 1995. Poda fitossanitária na recuperação de roças de cacau (*Theobroma cacao*) com alta incidência de vassoura-de-bruxa (*Crinipellis pernicioso*) em Rondônia: aspectos técnicos e econômicos. *Agrotropica* (Brasil) 7(2): 43-48.
- ALMEIDA, L. C. de e ANDEBRHAN, T. 1989. Recuperação de plantações de cacau com alta incidência de vassoura-de-bruxa na Amazônia brasileira. *Agrotropica* (Brasil) 1(2): 133-136.
- ÁLVARES-AFONSO, F. M. 1986. As terras do cacau em Rondônia. Brasília. s.e. 113 p.
- ALVIM, P. de T. e ROSARIO, M. 1972. Cacau: ontem e hoje. Ilhéus, CEPLAC/CEPEC. 83p.
- ANDEBRHAN, T. 1983. Epidemiologia e controle da vassoura-de-bruxa do cacau. In Belém. CEPLAC/DEPEA. Informe Técnico 1983. pp. 136-42.
- ANDEBRHAN, T. 1985. Studies on the epidemiology and control of witches' broom disease of cacao in the Brazilian Amazon. In International Cocoa Research Conference, 9th, Lomé, Togo, 1984. Proceedings. Lagos, Nigéria, Cocoa Producers' Alliance. pp. 395-402.
- BARTLEY, B. G. D. 1957. Methods of breeding and seed production in cacao. In Reunião Interamericana de Cacau, 6ª, Salvador, Bahia, Brasil, 1956. Instituto de Cacau da Bahia. pp. 169-175.
- BARTLEY, B. G. D. 1969. Twenty years of cacao breeding at the Imperial College of Tropical Agriculture, Trinidad. In Conferência Internacional de Pesquisas em cacau, 2ª, Salvador e Itabuna, Bahia, Brasil, 1967. Memórias. Ilhéus, CEPLAC. pp. 29-34.
- BARTLEY, B. G. D. 1977. Considerações e recomendações sobre a produção de sementes para distribuição. 11 p. (datilografado).
- BARTLEY, B. G. D. and COPE, F. W. 1957. Some early observations on seedling progenies. In St. Augustine, Trinidad, ICTA. Annual Report, 1955-1956. pp. 7-8.
- BARTLEY, B. G. D. e YAMADA, M. M. 1982. Fertilidade sexual e incompatibilidade. Ilhéus. CEPLAC/CEPEC. Informe Técnico 1982. pp. 14-15.

- CARLETTO, G. M. 1946. A polinização controlada na flor do cacauero. Salvador, ICB. Boletim Técnico nº 6. pp. 5-30.
- CARLETTO, G. A. e COSTA, A. da S. 1977. Valor genético potencial de algunos nuevos clones amazônicos. *In* International Cocoa Research Conference. 5º, Ibadan. 1975. Proceedings. Ibadan, Cocoa Research Institute of Nigeria. pp. 104-105.
- CASTRO, G. C. T. de e BARTLEY, B. G. D. 1982. Incompatibilidade em cacaueros. Ilhéus. CEPLAC/CEPEC. Informe Técnico 1980. pp. 216.
- COMISSÃO EXECUTIVA DO PLANO DA LAVOURA CACAUEIRA. 1973. Competição de cacaueros híbridos. *In* Ilhéus. CEPLAC/CEPEC. Informe Técnico 1972/1973. pp. 31-36
- COMISSÃO EXECUTIVA DO PLANO DA LAVOURA CACAUEIRA. 1977. Diretrizes para a expansão da cacauicultura nacional 1976-1985. PROCACAU. Brasília. 200p.
- COMISSÃO EXECUTIVA DO PLANO DA LAVOURA CACAUEIRA. 1995. Programa PLANAFLORO - Programa da CEPLAC para prestação de Serviços de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural para o estado de Rondônia. Porto Velho. s.p.
- EDWARDS, D. F. 1969. Hybrid seed-gardens. *Cocoa Growers' Bulletin* 13: 14-19.
- ENRÍQUEZ C., G. A. 1969. Avances en el mejoramiento genético del cacao en la Estacion Experimental Tropical, Pichilingue, Equador. *In* Conferência Internacional de Pesquisas em Cacau, 2ª., Salvador e Itabuna, Bahia, Brasil, 1967. Memórias. Ilhéus, CEPLAC. pp.76-80.
- FRANCISCO NETO, E. et al. 1995. Desenvolvimento e avaliação de cultivares de cacau. *In* Belém. CEPLAC/SUPOR. Informe de Pesquisa 1992-1993. pp.42-75.
- FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 1998. Levantamento sistemático da produção agrícola (Rondônia). Pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil (Safr 97/98). Porto Velho, DIPEQ/GCEA/RO. s.p.
- GARCIA, J. J. da S. et al. 1985. Sistema de produção do cacauero na Amazônia brasileira. Belém, CEPLAC/DEPEA. 118 p.
- GLENDINNING, D. R. 1960. Selfing of self-incompatible cocoa. *Nature* 187(4732): 170.
- LAKER, H. A. and MOTA, J. W. da S. e. 1990. Witches' broom disease of cocoa in the state of Rondônia, Brasil: Historical perspectives and present situation. *Cocoa Growers' Bulletin* 43: 45-57.
- LANAUD, C., et al. 1987. Nouvelles données sur le fonctionnement du système d'incompatibilité du cacaoyer et ses conséquences pour la sélection. *Café Cacao Thé* 31(4): 267-277.
- LOPES, U. V. e CARLETTO, G. A. 1995. Caracterização de clones quanto à reação de incompatibilidade sexual. Ilhéus. CEPLAC/CEPEC. Informe de Pesquisas 1987/1990. pp.57.
- MACHADO, P. F. R., AHNERT, D e BARTLEY, B. G. D. 1991. Desenvolvimento e avaliação de cultivares de cacau. *In* Belém. CEPLAC/CORAM. Informe de Pesquisa 1989-90. pp.93-141.
- MACHADO, P. F. R. et al. 1992. Desenvolvimento e avaliação de cultivares de cacau. *In* Belém. CEPLAC/SUPOR. Informe de Pesquisa 1991. pp.103-128.
- MARIANO, A. H., GARCIA, J. R. e VELLO, F. 1969. Competição de cacaueros híbridos. Ilhéus. CEPLAC/CEPEC. Informe Técnico 1968/1969. pp. 21-29.
- MENDES, F. A. T. 1998. Sistemas agroflorestais na Transamazônica: um estudo simulado no município de Uruará, Pará. *In* Simpósio sobre Sistemas Agroflorestais na Amazônia, Porto Velho, Rondônia, Brasil, 1998. ANAIS. Porto Velho, CEPLAC/SUPOC. pp.28-30.
- MENEZES, J. A. de S. e CARMO-NETO, D. 1993. A modernização do agribusiness cacau. São Paulo, Fundação Cargill. 233 p.
- MONTSERIN, B. G. and VERTEUIL, L. L. 1957. A note on cacao hybridization in Trinidad with reference to clonal selection and hybrid seed. *Journal Agricultural Society (Trinidad)* 57(1): 19-27.
- QUARTELY BULLETIN OF COCOA STATISTIC. 1999/2000. London, ICCO 25(1). 69 p.
- RUDGARD, S. A. 1987. Interpreting the epidemiology of cocoa witches' broom for better disease management in Rondônia, Brasil. *Cocoa Growers' Bulletin* 38: 28-38.
- RUINARD, J. 1963. A contribution to the technique of hand-pollination in cacao. *Tropical Agriculture (Trinidad)* 40 (4): 285-286.
- SORIA, J. 1960. El mejoramiento del cacao. *In*: Hardy, F. Manual de cacao. Turrialba, Instituto Interamericano de Ciências Agrícolas. pp. 358-380.
- SORIA, J. 1977. The genetics and breeding of cacao. *In* Internacional Cocoa Research Conference, 5, Ibadan, 1975. Proceedings. Ibadan, Cocoa Research Institute of Nigeria. pp. 18-24.
- SORIA, J. y ESQUIVEL, O. 1969. Algunos resultados del programa de mejoramiento genético de cacao en el IICA - Turrialba. *In* Conferência Internacional de Pesquisas em Cacau, 2ª, Salvador e Itabuna, Bahia, Brasil, 1967. Memórias. Ilhéus, CEPLAC. pp.135-42.
- SORIA, J. y ESQUIVEL, O. 1970. Herencia de "habilidad combinatoria" para rendimento en cacao. *Cacao (Costa Rica)*: 15(3): 1-2.
- STEEL, R. G. D. and TORRIE, J. H. 1980. Principles and procedures of statistics. 2.ed. New York, McGraw-Hill. 633p.
- VELLO, F. 1972. O que são híbridos? *Cacau Atualidades (Brasil)* 9 (1): 6-10.
- VELLO, F. e MEDEIROS, A. G. 1965. Expedição botânica à Amazônia brasileira. *Cacau Atualidades (Brasil)* 2 (4): 47-51.
- VELLO, F. e ROCHA, H. M. 1967. II expedição à Amazônia brasileira. Ilhéus. CEPLAC/CEPEC. Comunicado Técnico nº 4. 20 p.
- VELLO, F. e GARCIA, J. R. 1975. Competição de cacaueros híbridos sob diferentes espaçamentos. Ilhéus. CEPLAC/CEPEC. Informe Técnico 1974. pp. 7-8.
- VELLO, F. e GARCIA, J. R. 1976. Competição de cacaueros híbridos sob diferentes espaçamentos. Ilhéus. CEPLAC/CEPEC. Informe Técnico 1975. pp.21.
- VELLO, F., GARCIA, J. R. e MAGALHÃES, W. S. 1972. Produção e seleção de cacaueros híbridos na Bahia. *Revista Theobroma (Brasil)* 2 (3): 15-35.
- VELLO, F., MAGALHÃES, W. S. e NASCIMENTO, I. F. do. 1972. Método simplificado para produzir sementes híbridas de cacau por polinização manual controlada. *Revista Theobroma (Brasil)* 2 (1): 35-44.
- VELLO, F. et al. 1971. Competição de cacaueros híbridos. Ilhéus. CEPLAC/CEPEC. Informe Técnico 1970/1971. pp. 17-24.
- VELLO, F. et al. 1974. Competição de cacaueros híbridos. Ilhéus. CEPLAC/CEPEC. Informe Técnico 1974. pp. 5-7.
- VELLO, F. et al. 1975. Competição de cacaueros híbridos. Ilhéus. CEPLAC/CEPEC. Informe Técnico 1975. pp. 21.
- ZAMORA, A. P. REYES, H. y REYES, L. C. de. 1972. Programa de mejoramiento genético de cacao en Venezuela. *In* International Cocoa Research Conference. 4, St. Augustine, 1972. Proceedings. Port-of-Spain, Government of Trinidad and Tobago pp 57-68
- WINDER, J. A. e SILVA, P. 1972. Pesquisa sobre a polinização do cacauero por insetos na Bahia. *Revista Theobroma (Brasil)* 2 (3): 36-46.



CADMIUM CONTENT IN COCOA ALMONDS AND SOILS FROM OCUMARE DE LA COSTA, VENEZUELA

Armando Carrasquero Durán¹ and Melitón Adams²

¹Universidad Pedagógica Experimental Libertador/Departamento de Química. Apartado Postal 1017 - Maracay, Estado Aragua, Venezuela. E-mail: acarrasquero@hotmail.com

²Universidad Central de Venezuela/ Facultad de Agronomía/ Instituto de Edafología. Maracay, Estado Aragua, Venezuela.

Ocumare de La Costa in Aragua State, Venezuela, is one of the most important areas of cocoa production. Although almost all cocoa almonds are exported, there are no references of heavy metal contents, representing a disadvantage for commercialization. This study examines the contents of cadmium in cocoa almonds and soils in order to establish background and contamination levels, the effects of several soil properties over cadmium accumulation in almonds and obtain information about the chemical forms of the element through a sequential extraction procedure. Results showed soil Cd concentrations close to international accepted background levels, with slightly enrichment in samples taken near the roads. In cocoa almonds, the heavy metal was present in a concentration range of 0.01 to 0.10 mg g⁻¹. Regression analysis showed that Cd accumulation in almond is controlled by Cd-total soil concentration, rather than other soil properties. Fractionation of soil Cd showed that most of the cadmium was present under very insoluble forms, followed by oxide and organic bonded Cd. In general, these soils are unpolluted and Cd present in almonds does not affect the high quality of this Venezuelan product.

Key words: *Theobroma cacao*, fractionation, heavy metals, contamination

Conteúdo de Cadmio em amêndoas de cacau e nos solos de “Ocumare de la Costa,” Venezuela. “Ocumare de La Costa,” no Estado de Aragua, é uma das mais importantes áreas produtoras de cacau. Embora, quase todas as amêndoas de cacau sejam exportadas, não há informações sobre o conteúdo de metais pesados, que representem alguma desvantagem para sua comercialização. Estudou-se o conteúdo de cádmio nas amêndoas de cacau e nos solos para determinar seu conteúdo e possíveis níveis de contaminação, assim como o efeito das várias propriedades do solo sobre acumulação do metal nas amêndoas e obter informação sobre as formas químicas do elemento através da extração sequencial. Os resultados demonstraram concentrações de Cd próximos aos níveis internacionalmente aceitos, com ligeiro enriquecimento nas amostras coletadas próximo às estradas. Nas amêndoas, o metal estava presente em concentrações que variavam entre 0,01 e 0,10 mg.g⁻¹. A análise de regressão mostrou que a acumulação de Cd nas amêndoas depende mais da concentração total do metal do que de qualquer outra propriedade do solo. O fracionamento mostrou que a maior parte do Cd está presente em formas insolúveis, seguidas de suas ligações oxidadas e orgânicas. Em geral, estes solos não são poluentes e o Cd presente nas amêndoas não afeta a alta qualidade deste produto venezuelano.

Palavras-chave: *Theobroma cacao*, fracionamento, metal pesado, contaminação

Introduction

During centuries, cocoa was one of the most important products exported by Venezuela, but its role decayed as a consequence of the transformation of one economy based in agriculture to other based in petroleum extraction. The quality of Venezuelan cocoa has been recognized in many foreign markets including the Europeans. However, Matissek (1990), in a report of heavy metals contents in cocoa almonds all over the world, showed high levels of cadmium in samples from Barlovento, at Miranda State, which is an important area of cocoa production (Sánchez, 1995). Elevated cadmium concentrations would affect negatively the commercialization of beans, because when Cd enters the food chain and is consumed by humans, may alter the metabolism and is accumulated in kidneys and other organs producing irreversible damages.

Other important location of cocoa production is Ocumare de La Costa, with around 25 % of national production. It is localized in Aragua State, at the central north coast of Venezuela. The main crop is cocoa, but in recent years has been substituted by other crops or the land used for building tourist infrastructures. Actually there are about 60 little farms of two to four hectares in surface, with a range of 200 to 600 cocoa trees by Ha. Almost all production is exported, although the level of Cd and other heavy metals is unknown.

Recent programs have been developed in order to increase productivity, with financial and technical assistance to farmers and supporting researches in several fields, which includes contamination assessments. However, Venezuelan scientific literature counts with few studies oriented to evaluate contamination levels in agricultural soils and food products. In the case of cocoa, studies of this kind are scarce and this represents a disadvantage in a context of competition for markets. The aims of this study were to quantify cadmium levels in cocoa almonds and soils from plantations in Ocumare de La Costa. Examine the relations of several soil properties to metal contents in cocoa almonds, and study the forms of the heavy metal in soil by a sequential extraction procedure.

This study must contribute to the understanding of cadmium behavior in Venezuelan soils and supply information about concentration of this metal to define background and contamination levels in soil under cocoa cultivation.

Material and Methods

Fifty surface (0 – 25 cm) soil samples and pods were collected in four locations: Aponte (zone 1), La Trilla (zone 2), Cumboto (zone 3) and Vega de Santa Cruz (zone 4), in Ocumare de La Costa (figure 1) in June 1997. Zones 1 and 2 were in the axis of the road that connects Maracay City and Ocumare de La Costa. The water employed for irrigation comes from local rivers and passes first through the village of Aponte and is used for discharge domestic wastewater. Zone 3, was located in a mountain, far from roads and influence of human activities other than cocoa farming. Zone 4 was located near a secondary road.

In the laboratory, soil samples were dried at room temperature (29°C), crushed by hand in a porcelain mortar and sieve through a 2-mm screen. The < 2 mm fraction was used for the determination of the following properties: pH by potentiometry, organic matter by dichromate oxidation, texture using the pipette method phosphorus according to Jackson (1964), Zn and Ca by AAS.

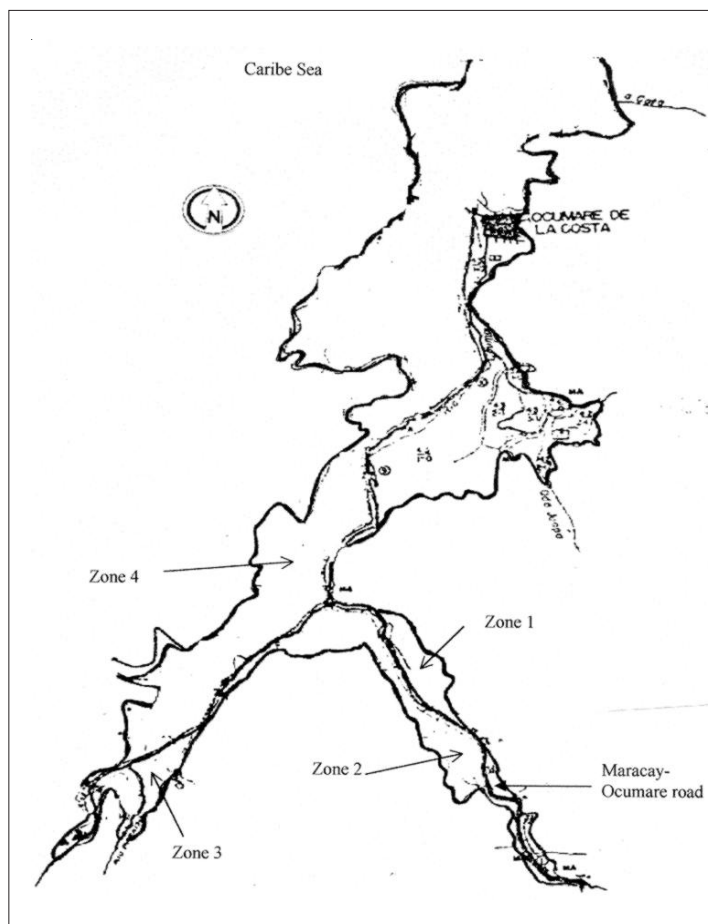


Figure 1. Soil-sampling sites.

Pods were broken and open; almonds free from mucilage were transferred to labeled beakers and dried in an electrically heated oven at 70°C for three days. After drying, testa was removed by hand and almond milled. Cadmium content was quantified by AOAC (1990).

Metal fractionation

F1: Soluble fraction

The “plant available” metal concentration in soils were extracted using the solution AAAC-EDTA, which consisted in 0.5 M ammonium acetate, 0.5 M acetic acid, 0.02 M EDTA and pH was adjusted to 4.65. The ratio soil:solution was 1:10 (Sillanpa and Janson, 1992).

F2: Oxides-Bounded fraction

The residue of F1, was extracted with 20 ml of 0.04 M hydroxylamine hydrochloride (NH₂OH.HCl) in 25 % (v/v) acetic acid for 5 hours at 96° with occasional agitation.

F3: Organic matter-Bounded fraction

Residue from above fraction was extracted again with 2 ml of nitric acid 0.02 M and 5 ml of 30 % hydrogen peroxide; pH was adjusted to 2 with concentrated HNO₃. The mixture was heated to 85° C for 2 hours with occasional agitation. After cooling, 5 ml of 3 M ammonium acetate in 20 % (v/v) of nitric acid was added and the sampled diluted to 20 ml and continuously agitated for 30 min.

F4: Residual.

Residue from organic fraction was heated on a hot plate with 20 ml of aqua regia; this corresponds to residual fraction.

Total metal concentration was determined after

extraction with a mixture of concentrated nitric and chlorhydric acids.

Metal analysis:

Cadmium was determined by electrothermal atomic absorption spectrometry in a Perkin Elmer Model 3030.

Adsorption Isotherms

Adsorption isotherms were measured in representative samples of soils from zones 1, 2 and 4, for a concentration range of 5 to 50 mmol.l⁻¹, at a solid:solution ratio of 1:10. Soil suspensions were shaken end-over-end for 20 hours at 29°C. After centrifugation Cd in supernatant was determined by AAS. As background electrolyte CaCl₂ 0,01 M was employed in order to evaluate Ca²⁺ effects on Cd²⁺ sorption.

Results and Discussion

Data in table 1 show that soils were slightly acid to slightly alkaline. Hayes and Traina (1998) and Sillanpa y Janson (1992) had pointed out that at pH values between 6 and 7, adsorption of cadmium by soils is produced with formation of inner sphere complexes and precipitation of insoluble carbonates starts. These processes contribute to control the activity of cadmium ion in soil solution and may explain the low levels found in cadmium soluble concentrations.

Most of the soil samples were high in organic matter that suggests, in absence of fertilization practices, the mineralization as the main process for plant nutrition. Several studies (Werner, 1996, Kim and Ferguson, 1992), reported that organic compounds synthesized during

Table 1- Chemical properties of soils.

	Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 4
Number of samples	12	13	7	18
pH(H ₂ O) 1:5	5.5 – 7.0	5.6 – 7.8	6.8 – 7.2	6.7 – 7.4
OM (g.kg-1)	25 – 78.1	22.8 – 72.6	1.70 – 50.3	0.49 – 70.4
CEC (cmol.kg-1)	15.0 – 32.5	20.0 – 40.0	10.0 – 60.0	12.0 – 60.0
Ca(i) (cmol.kg-1)	3.05 – 6.14	4.10 – 11.65	4.64 – 9.11	3.61 – 8.02
Zn(i) (cmol.kg-1).10-3	1.24 – 17.36	3.72 – 24.8	0.93 – 6.20	0.93 – 9.00
P (mg.g-1)	0.20 – 8.60	0.10 – 11.56	0.65 – 6.81	0.43 – 12.80
Cd-Soluble (mg.g-1)	0.00 – 0.02	0.00 – 0.02	0.00 – 0.02	0.00 – 0.02
Cd-Total (mg.g-1)	0.43 – 1.14	0.36 – 1.10	0.53 – 0.93	0.53 – 0.94
Cd-Almond (mg.g-1)	0.04 – 0.08	0.05 – 0.10	0.04 – 0.05	0.04 – 0.10
% E/T	0.00 – 2.55	0.00 – 3.84	0.00 – 2.84	0.00 – 2.90
CI	0.20 – 1.01	0.15 – 1.10	0.15 – 0.35	0.20 – 1.09
Soil Taxonomy	Fluventic ustropepts Sandy silty and fine silty	Typic Ustiopepts fine silty and fine clayed	Typic ustropepts fine silty and fine clayed	Typic ustifluent Sandy silty

humification, may contribute to reduce soluble and bioavailable forms of heavy metals by formation of organocompounds of low solubility. However, in the case of Cd^{2+} ion is not well established this effect and seems to depend of both chemical characteristics of organic ligands and other soils properties.

The very low levels of phosphorus in samples and the absence of P fertilization practices, suggest that Cd may not be associated to phosphorus. It is important to point out that agricultural practices are based only in irrigation and tree pruning. Farmers do not use any kind of agrochemical substances such as fertilizer pest controls, etc.

Concentration of Cd in soils and plants

Concentration of total cadmium in soils was close to Kabata-Pendías and Pendías (1984), reported as background levels for soils around the world. Although several samples contain Cd concentrations above $0.5 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$, reflecting enrichment probably associated to human influence, no samples were found with levels of $3 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ which is consider indicative of cadmium contamination (Cholpecka et al. 1996).

Ocumare de La Costa soils may be considered as uncontaminated area if compared with Barlovento soils under cocoa crop at Miranda State, where Izquierdo (1998) found Cd concentrations between $1.5 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ and $2.5 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$, or an industrial area in Guacara, Carabobo State, with metal contents of $2.1 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ (Mogollón et al., 1988).

Using the ratio extractable / total as a criteria of contamination, values were lesser that 3 %. They are too low if compared with reported by Errecalde et al. (1991), and Jengh and Singh (1993), of 56 and 51 % respectively, for soils treated with sewage sludge or fertilized with phosphate rocks from Senegal.

To quantify enrichment with cadmium in absence of reference background levels, an index called Contrasting Index (Mogollón et al. 1988) was used. This index is calculated by the following equation:

$$CI = \frac{X_i}{\bar{X} + 2s}$$

Where X_i , represents the Cd concentration in one specific sampling site. \bar{X} and $2s$ are the mean and standard deviation of the set of values without X_i . This index supposes that in a set of values, when X_i is greater that the mean plus 2 times the standard deviation, it is an indicative of enrichment. Results show that only the samples taken near the road border has Cd values above the unity in zones 1, 2 and 4, which is in agreement with the changes in Cd concentration with distance between sample point and road border (figure 2). In the case of

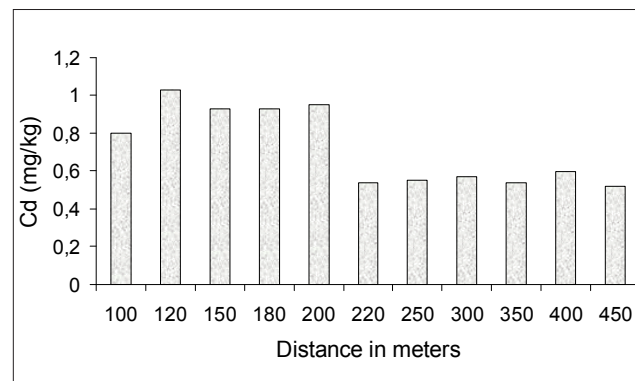


Figure 2 - Cd content versus distance between road border and sampling site.

zone 3 in the mountain, Cd's were the lowest and this corresponds to an uncontaminated area.

In almonds, Cd concentration in dry matter is summarized in the same table 1. The mean concentration in each area is low if compared with those reported by Izquierdo (1998), who founds between $1 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ and $3.5 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$. Scientific literature reports quantities ranging from $0.07 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ to $0.36 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ in almonds analyzed in Nigeria (Ekpa et al. 1993) or $0.9 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ in almonds employed in Spain for chocolate industries (Valiente et al. 1996).

The metal uptake in terms of transfer ratio, ratio of concentration of a metal in plants to its concentration in soil, was in the range of 0.05 and 0.15. which is lesser that those reported by Hooda et al. (1997) of 0.45; 1.02 and 2.09 for wheat grain, carrot roots and spinach leaves cultivated in an uncontaminated soil. This reflects that for a given level of the metal in soil, cocoa almonds accumulate little amounts of Cd, which may be associated to the low levels of the heavy metal in soluble forms. Unfortunately, references about transfer ratios in cocoa could not be found.

Regression analysis between soil properties and almond Cd, did not produce clear relationships between both variables. Although metal accumulation in plant was strongly affected by Cd concentration in soils as can be seen in the following equations:

$$\text{Cd-Almond} = -154 (\text{Cd-total})^2 + 33 \text{ Cd-total} - 0.80$$

$$R^2 = 0.60 \text{ p} > 0.05$$

$$\text{Cd-Almond} = -60 (\text{Cd-soluble})^2 + 4 \text{ Cd-Soluble} - 0.03$$

$$R^2 = 0.71 \text{ p} > 0.05$$

Inclusion of percentage of clay and organic matter in these equations did not increase R^2 values, which is consistent with results of Werner (1996), who founds that organic matter and texture are soil variables of less importance than metal concentration in the evaluation of heavy metal uptake by plants.

Literature refers that Zn concentration in soils is an important factor controlling Cd accumulation by plants. McLaughlin et al (1996) reported studies in which treatments with Zn in soils with deficiency in this element, reduced simultaneously wheat grain Cd concentration. The mechanism responsible for this reduction may be associated with a loss of root membrane integrity or with the release of chelating agents under zinc stress, and this may favor Cd availability. Can not be found reports of Zn competition in cocoa, but in the present study Cd in almonds did not correlate neither with Zn status in soil nor with the quotient Zn/Cd in samples taken from zones 2, 3 and 4. However, in zone 1 Cd in almonds tends to decrease with an increase in Zn/Cd ratio (figure 3), achieving the minimum value when the ratio was higher than 1000.

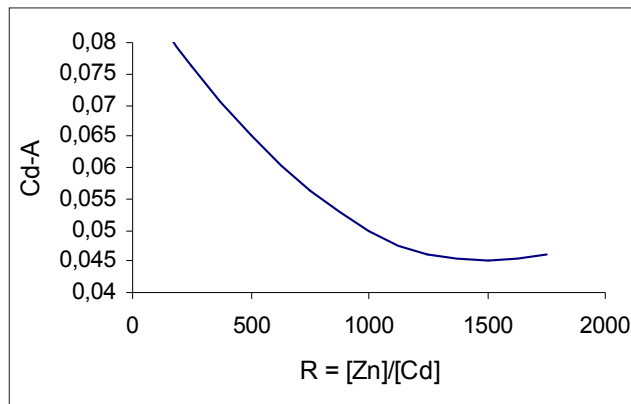


Figure 3 - Effect of ratio Zn/Cd on Cd accumulation in cocoa almond (Cd-A).

Fractionation of Cd in soils

There is a slightly difference between fractional total and total Cd, reflecting a good recovery by fractionation method (table 2). The distribution of Cd between the different extractants shows that the greatest amount of the heavy metal are found in residual forms, followed by the fraction associates to the iron and manganese oxides. As was said before, the concentration of cadmium in exchangeable sites and precipitated as carbonates, corresponds to the minority fraction, which may be associated to a natural origin of the metal in these soils.

Mostly of Cd was present in the most resistant fraction, it suggest that trace metal is to a great extent derived from geochemical background. Other important fractions were the Cd bounded to organic matter and oxides. In those samples where F4 was low, there is an increase in F2, that is the case of samples 14-1 and 9-2.

Correlation coefficients among chemical fractions and total metal concentration are showed in table 3. F1 fraction

Table 2 - Fractionation of Cadmium in soils.

Sample number	F1	F2	F3	F4	Total
	(Concentrations in mg.g ⁻¹)				
01/jan	0.01	0.08	0.13	0.44	0.65
02/jan	0.02	0.10	0.11	0.32	0.55
03/jan	0.01	0.09	0.09	0.24	0.43
6-0	0.01	0.13	0.19	0.64	0.97
07/jan	0.01	0.09	0.11	0.36	0.57
10/jan	0.02	0.39	0.11	0.06	0.57
14/jan	0.00	0.43	0.12	0.04	0.49
02/fev	0.00	0.04	0.10	0.35	0.46
03/fev	0.01	0.05	0.18	0.21	0.89
05/fev	0.02	0.00	0.07	0.24	0.33
08/fev	0.01	0.07	0.08	0.25	0.41
09/fev	0.02	0.85	0.01	0.07	0.96
11/fev	0.00	0.04	0.09	0.31	0.45
01/mar	0.02	0.03	0.16	0.61	0.81
03/mar	0.02	0.03	0.12	0.44	0.61
07/mar	0.03	0.06	0.14	0.56	0.72
01/abr	0.01	0.06	0.11	0.36	0.53
06/abr	0.02	0.39	0.12	0.13	0.61
07/abr	0.02	0.01	0.11	0.40	0.53
08/abr	0.00	0.05	0.17	0.64	0.85
15/abr	0.02	0.04	0.13	0.46	0.65
18/abr	0.02	0.03	0.19	0.73	0.97
10/abr	0.01	0.01	0.15	0.57	0.75
12/abr	0.01	0.06	0.12	0.40	0.59
13/abr	0.01	0.05	0.15	0.56	0.77

Table 3 - Correlation coefficients among Cd chemical fractions and total metal concentration in soils (* and ** denote significance at 5 and 10 percent levels).

	F1	F2	F3	F4
F1				
F2	0.194			
F3	-0.12	-0.331*		
F4	0.032	-0.665**	0.691**	
Total	0.227	0.344*	0.526**	0.461*

did not correlated with other fractions, while positive significant relationships between F3, F4 and total were obtained. This coincide with results of Jin Quian et al. (1995), who found for other heavy metals such as Co, Ni, Cu and Pb, that residual fractions correlated well with total concentrations.

F2 fraction was inversely related to F3 and F4, this would means that in several soils there is a preference for organic bound complexes over oxide adsorption. In the specific case of F3, a direct relation was observed with residual fraction, that suggests a possible mechanism for Cd precipitation under very insoluble forms of organometallic compounds.

Regression analyses were performed to define the effects of Cd fractions and metal accumulated in almonds, only two equations could be established:

$$\text{Cd-almond} = 0.0114(\text{Cd-oxides})^{-0.68} \quad R^2 = 0.466 \quad p > 0.05$$

$$\text{Cd-Almond} = 1.11(\text{Cd-OM})^2 - 0.60(\text{Cd-OM}) + 0.10$$

$$R^2 = 0.385 \quad p > 0.10$$

Above equations demonstrate that organic matter and oxides are good scavengers of cadmium and they help to minimize the ion mobility in soil solution (Tessier et al. 1979). However, according to McLaughlin et al. (1996), Cd-Oxides complexes are unstable under low Ph conditions and this may represent an eventual source of contamination if soils are flooding in rain fall seasons. Moreover, it is very important to maintain the actual levels of organic matter in these soils.

Adsorption isotherms

Cadmium sorption in the concentration range employed could be adequately describe by the Langmuir Equation:

$$\frac{C}{x/m} = \frac{1}{b \cdot q_{\text{max}}} + \frac{C}{q_{\text{max}}}$$

Where q_{max} is the maximum Cd adsorption by soil and b is a constant related with adsorption energy (Glasstone, 1962). Figures 4 to 6 show linear isotherms in presence of the two background electrolyte solutions. In the case of the sample from zone 1, q_{max} and b in NaCl solution were $1111 \text{ mmol.kg}^{-1}$ and $0.409 \text{ mmol.m}^{-3}$. When calcium ion was present, the variables lowered to 909 mmol.kg^{-1} and $0.306 \text{ mmol.m}^{-3}$. A similar situation is observed in the isotherms of the sample taken from zone 4. In this case q_{max} varies from 667 mmol.kg^{-1} to 208 mmol.kg^{-1} in Na^+ and Ca^{2+} solutions.

In the sample taken at zone 2, was possibly to detect two adsorption sites in nitrium chloride solution, with q_{max} of $192.3 \text{ mmol.kg}^{-1}$ and $1492 \text{ mmol.kg}^{-1}$. Parameters associated with bound energies were 1857 mmol.m^{-3} and $0.194 \text{ mmol.m}^{-3}$. On the other hand, when Ca^{2+} was present, only one adsorption site was observed, with q_{max} of $1429 \text{ mmol.kg}^{-1}$ and an energy parameter of $0.055 \text{ mmol.m}^{-3}$.

Adsorption sites manifested in NaCl solution would be associated with formation of inner and outer sphere complexes as described by Sheidegger and Sparks (1996) and Bolton and Evans (1996), reported that Cd may form complexes with iron oxides with stability constants of $\text{Log } b_1 = 2.9$ and $\text{Log } b_2 = -0.47$

These results demonstrate that calcium ions increase the amount of cadmium in solution, which agrees with

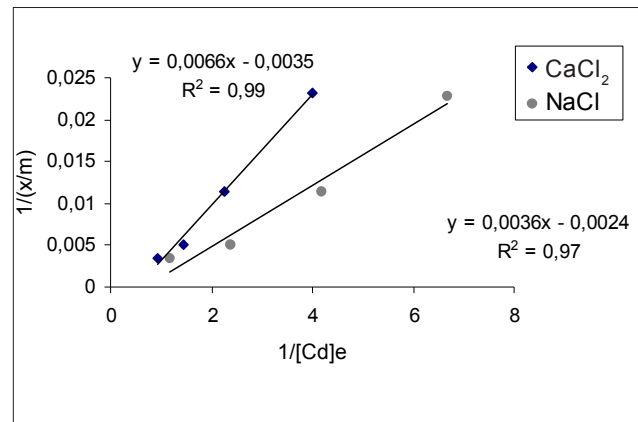


Figure 4 - Langmuir's adsorption isotherm of cadmium in Zone 1.

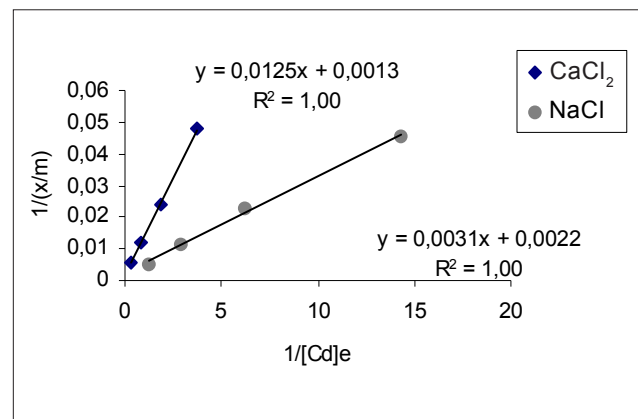


Figure 5 - Langmuir's adsorption isotherm of cadmium in Zone 2.

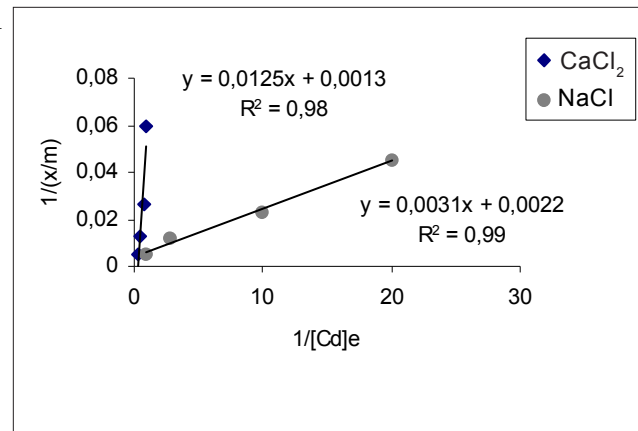


Figure 6 - Langmuir's adsorption isotherm of cadmium in Zone 3.

the competitions between both ions for adsorption sites as described by Christensen (1984). In Ocumare soils, relatively rich in calcium, it would be a problem if exogenous Cd enters to system, because may tend to favor soluble forms of the heavy metal.

Conclusions

Cadium in cocoa almonds was present in enough small quantities to consider that are not harmful to health. With respect to soils, heavy metal concentrations are close to background levels reported in scientific literature. Most of the soil cadmium is under forms of scarce solubility, mainly forming complexes with organic matter, precipitated as oxides or in very insoluble forms in residual fractions. Cadmium uptake by plants seems to be independent to soil properties but affected by metal concentration.

Literatura Citada

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. [1990]. Official Methods of Analysis of the AOAC. 20th. Washington. 1v.
- BOLTON, K. A, and EVANS, L.J. 1996. Cadmium adsorption capacity of selected Ontario soils. Canadian Journal of Soil Science 76: 183-189.
- CHLOPECKA, A. et al. 1996. Forms of cadmium, lead and zinc in contaminated soils from southwest Poland. Journal Environmental Quality 25: 69-79.
- CHRISTENSEN, T. 1984. Cadmium sorption at low concentration. I: Effect of time, Cd load, pH and calcium. Water, Air and Soil Pollution 21: 105-114.
- EKPA, O., AKPAN, A. A. and UDO, A. E. 1993. Industrially important parameters and mineral composition of cocoa: A comparative study of cocoa pod husks and beans from plantations in southeastern Nigeria. Journal of the Science Food Agricultural 61: 47-50.
- ERRECALDE, M. F. et al. 1991. Índices de contaminación por metales pesados en suelos de cultivo intensivo: Aplicación en la Comarca de L'Horta (Valencia). Suelo y Planta 1: 483-494
- GLASSTONE, S. 1962. Tratado de Química Física. Aguilar. Madrid. 865p.
- HAYES, K. and TRAINA, S.J. 1998. Metal ion speciation and its significance in ecosystem health. *In*: Soil Chemistry and Ecosystem Health. SSSA. Special Publication n° 52.
- HOODA, P.S. et al. 1997. Plant availability of heavy metals in soils previously amended with heavy applications of sewage sludge. Journal of the Science Food Agricultural 73: 446-454.
- IZQUIERDO, A. 1998. Estudio de las posibles fuentes de cadmio en el cultivo de cacao en el Estado Miranda. MSc thesis. Maracay. Universidad Central de Venezuela. 113 p.
- JACKSON, M.L. 1964. Análisis químico de suelos. Omega, Barcelona. 581p.
- JENG, A. and SINGH, B.R. 1993. Partitioning and distribution of cadmium and zinc in selected cultivated soils in Norway. Soil Science 156 (4): 125-129.
- JIN QUIAN et al. 1995. Evaluation of plant availability of soil trace metals by chemical fractionation and multiple regression analysis. Environmental Pollution 9 (3): 309-315
- KABATA-PENDÍAS, A. and PENDÍAS, H. 1984. Trace elements in soils and plants C.R.C. Florida, Boca Raton. 1259p.
- KIM, N. and FERGUSSON, J.E. 1992. Adsorption of cadmium by an aquent New Zealand soil and its components. Australian Journal of Soil Research 30: 159-167.
- MATISSEK, R. 1990. Metales pesados en cacao y los productos de cacao. London. Organización Internacional del Cacao ICCO. 20p.
- MCLAUGHLIN, K. et al. 1996. Rewiew: The behaviour and environmental impact of contaminants in fertilizer. Australian Journal of Soil Research 34: 1-54.
- MOGOLLÓN, J., GARCÍA, B. y BIFANO, C. 1988. Evaluación de la contaminación por metales en suelos de la zona de Guacara (Venezuela). Acta Científica Venezolana 39: 437-442.
- SÁNCHEZ, P. 1995. Caracterización del sistema de producción de cacao. MAC Fonaiap. Estación Experimental del Estado Miranda. Inform. 29 p.
- SHEIDEGGER, A.M., and SPARKS, D.L. 1996. A critical assessment of sorption – desorption mechanisms at the soil mineral/water interface. Soil Science 161(12): 813-830.
- SILLANPA, M. and JANSON, H. 1992. Status of lead, cadmium, selenium and cobalt in soils and plants of thirty countries. Fao Soil Bulletin n°56. 358p.
- TESSIER, A., CAMPBELL, P. and BISSON, M. 1979. Sequential extraction procedure for the speciation of particulate trace metals. Analytical Chemistry 51: 844-851.

- VALIENTE, C. et al. 1996. Cadmium binding capacity of cocoa and isolated total dietary fiber under physiological pH. *Journal of the Science Food Agricultural* 72: 476-482.
- WERNER, W. 1996. Biotransfer of heavy metals as a function of site-specific and crop-specific factors. *Plant Research and Development* 43: 31-49.
-

ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS GENÉTICOS NA VARIEDADE DE MILHO BR – 5011 SERTANEJO NO NORDESTE BRASILEIRO

*Hélio Wilson Lemos de Carvalho¹, Maria de Lourdes da Silva Leal² Manoel Xavier dos Santos¹ e
Paulo César Lemos de Carvalho³*

¹Embrapa/CPATC, Caixa Postal 44, 49001-970, Aracaju, Sergipe, Brasil, e-mail: helio@cpatc.embrapa.br.

²Embrapa/CNPMS, Caixa Postal 151, 35701-970, Sete Lagoas, Minas Gerais, Brasil.

³Escola de Agronomia da Universidade Federal da Bahia (EAUFBA), 44380-000, Cruz das Almas, Bahia, Brasil.

No período de 1996 a 1998 foram praticados três ciclos de seleção entre e dentro de progênies de meios-irmãos na variedade de milho BR 5011-Sertanejo, no Nordeste brasileiro, visando obter estimativas de parâmetros genéticos, para posterior verificação do comportamento da variabilidade genética. Em cada ciclo foram avaliadas 196 progênies de meios-irmãos, em látice simples 14 x 14, com recombinação das progênies superiores dentro do mesmo ano agrícola, de modo a se obter uma geração/ano. As magnitudes dos parâmetros genéticos mostraram que a variedade BR 5011 possui variabilidade suficiente, a qual fornece perspectivas de aumentos subsequentes de produção de grãos por seleção, o que associado ao bom rendimento apresentado, faz dessa variedade alternativa importante para a agricultura nordestina. Ficou evidenciado que a magnitude da interação progênies x locais mostrou a importância de se avaliar em mais de um local, para melhorar a eficiência do processo seletivo e obter estimativas mais consistentes dos componentes da variância.

Palavras-chave: melhoramento, progênies meios-irmãos, *Zea mays* L.

Estimates of genetic parameters in the BR 5011- Sertanejo maize variety for Northeastern Brazil. From 1996 through 1998, three selection cycles were carried out among half sib families in within the BR 5011-Sertanejo maize variety in the Northeastern of Brazil in order to obtain genetic parameters for observation of the behavior in genetic variability. During each cycle, 196 half sib families were evaluated by utilizing a 14 x 14 simple lattice design. The best families were recombined within the same agricultural year thus allowing to obtain one generation per year. The observed parameters showed that the variety BR 5011 has enough genetic variability to get increments in green yield. This is a good indication for the variety to be used as an alternative for the northeastern region. Significant interaction was observed in the environment x genotype effect thus which is an indication that the selective process has to be conducted at different environments sites in order to improve the families efficiency selection so that consistent estimates of the genetic variance components can be obtained.

Key words: maize, breeding, half sib families, *Zea mays* L.

Introdução

A busca de cultivares adaptadas e portadoras de características agronômicas desejáveis visando substituir as variedades tradicionais usadas no Nordeste brasileiro, é importante para transformar a cultura do milho em uma atividade de cunho empresarial. A introdução de novos germoplasmas tropicais de milho seguido da avaliação em diversos anos e locais, visando selecionar os de melhor adaptação e maior estabilidade de produção constitui-se em ferramenta importante para recomendação de novas cultivares para a região (Carvalho et al., 1992; Cardoso et al., 1997; Monteiro et al., 1998; Carvalho et al., 1998a).

Carvalho et al. (1992) identificaram populações de ampla base genética, selecionando, entre outras, a variedade BR 5011-Sertanejo, para ser submetida a um programa de melhoramento intrapopulacional, visando a obtenção de um material melhor adaptado às condições edafoclimáticas da região. Dessa forma, a referida variedade passou por sucessivos ciclos de seleção entre e dentro de progênies de meios-irmãos no período de 1985 a 1995, no Nordeste brasileiro (Carvalho et al. 1998b, Carvalho et al. 1996a e 1996b). Nesses trabalhos, as altas magnitudes dos parâmetros genéticos associados as altas médias de produtividades das progênies evidenciaram o grande potencial da variedade BR 5011 em um programa de melhoramento.

Constatada a presença de suficiente variabilidade genética nessa variedade para o caráter produção de grãos, utilizando-se o esquema de seleção entre e dentro de progênies de meios-irmãos, deu-se continuidade ao programa de melhoramento com a variedade BR 5011, usando o referido método de seleção. A vantagem desse método de seleção tem sido observada em trabalhos norte americanos (Webel e Lonquist, 1967; Sentz, 1971; Compton e Bahadur, 1977), e brasileiros (Paterniani, 1968; Segovia, 1976; Sawazaki, 1979; Santos e Napolini Filho, 1986; Carvalho et al., 1994, 1995 e 1998b), dentre outras.

Uma grande contribuição desse esquema de seleção é a possibilidade de estimação da variância genética aditiva, o qual permite verificar quais as chances de êxito na seleção, e quais as alterações que podem ocorrer na variabilidade genética, no decorrer dos sucessivos ciclos de seleção. Estimativas dessa variância têm sido relatadas em diversos trabalhos. Assim, Ramalho (1977) realizando um levantamento em 30 trabalhos até o ano de 1976, relatou um valor médio para a variância aditiva de 320,0 (g/planta)², com intervalo de variação de 41,0 a 758,0 (g/planta)². Miranda Filho (1985) e Vencovsky (1988) citados por Packer (1998) relataram valores médios para essa variância de 306,0 (g/planta)² em 45 populações brasileiras e, 309,0 (g/planta)² em 58 populações

brasileiras, respectivamente. Hallauer e Miranda Filho (1988) mostraram um valor médio de 469,0 (g/planta)², em 99 populações americanas.

Assim sendo, o presente trabalho objetivou obter estimativas de parâmetros genéticos na variedade de milho BR 5011-Sertanejo, no Nordeste brasileiro, afim de verificar o comportamento da variabilidade genética para a característica peso de espigas e a eficiência do método de seleção entre e dentro de progênies de meios-irmãos.

Material e Métodos

A variedade de milho BR 5011-Sertanejo apresenta altura de planta oscilando entre 240,0cm a 270,0cm e, de espiga, entre 120,0cm a 140,0cm. Trata-se de uma variedade de ciclo semi-tardio, tolerante ao acamamento e quebraamento do colmo, de bom empalhamento das espigas, de grãos semi-duros de coloração amarelo-intensa.

Em fevereiro do ano agrícola de 1996 foram obtidas 196 progênies de meios-irmãos em um campo de recombinação com progênies selecionadas dessa variedade, com base em boas características de altura de planta e espigas, resistência ao acamamento, prolificidade, empalhamento, tipo e coloração de grãos e disposição das fileiras na espiga. A seguir foram realizados três ciclos de seleção entre e dentro de progênies de meios-irmãos em 1996 (Nossa Senhora das Dores e Neópolis em Sergipe, Cruz das Almas, na Bahia) correspondendo ao ciclo XI e, em 1987 (Nossa Senhora das Dores e Umbaúba) correspondendo ao ciclo XII e em 1998 (Neópolis e Umbaúba) correspondendo ao ciclo XIII, respectivamente.

Os municípios de Nossa Senhora das Dores e Umbaúba e Neópolis em Sergipe e, Cruz das Almas, na Bahia estão localizados em Tabuleiros Costeiros do Nordeste brasileiro e representam solos do tipo Latossolo Vermelho-Amarelo, à exceção de Neópolis, que representa solo do tipo Bruno não cálcico.

As progênies foram avaliadas em látices simples 14 x 14. Cada parcela constou de uma fileira de 5,0m de comprimento, espaçadas de 0,90m e 0,40m entre covas dentro das fileiras. Foram semeadas três sementes/cova, deixando-se duas plantas/cova após o desbaste. Cada ciclo foi completado pela seleção das 20 progênies superiores, que foram recombinadas em lote isolado por despendoamento, sendo as fileiras femininas (despendoadas) representadas pelas progênies selecionadas, e as masculinas representadas pela mistura das mesmas. Foram selecionadas 196 novas progênies correspondendo a uma intensidade de seleção de 10% entre progênies e 20%

dentro de progênies, dentro do mesmo ano agrícola.

Todos os ensaios e campos de recombinação receberam uma adubação de nitrogênio e fósforo, na base de 80kg/ha de N e 100kg/ha de P₂O₅, nas formas de uréia e superfosfato simples, respectivamente. Todo o fósforo foi aplicado no fundo dos sulcos na época do plantio, e o nitrogênio em cobertura, nas terceiras e quintas semanas, após a emergência.

Na colheita foi tomado o peso de espigas de cada parcela e efetuada a determinação da umidade, para posterior correção para 14,5%. Não foi feita a correção para estande em virtude de as parcelas mostrarem número final de plantas bem próximo do ideal. A análise de variância relativa a cada ambiente foi efetuada de acordo com Cochran e Cox (1957). Após a análise por ambiente, procedeu-se a análise da variância conjunta, a partir das médias ajustadas dos tratamentos. Os quadrados médios das análises de variância por ambiente e conjunta foram ajustados para indivíduos, obtendo-se todas as variâncias expressas em (g/planta)², conforme Vencovsky, (1978).

Embora as análises tenham sido feitas em látices as estimativas dos componentes da variância foram baseadas nas esperanças dos quadrados médios para blocos casualizados, usando os quadrados médios de tratamentos ajustados e o uso efetivo do látice (Vianna e Silva, 1978).

Foram estimados os ganhos de seleção, de acordo com Vancovsky (1978), apresentado por Santos e Napolini Filho (1986):

$$G_s = K' \frac{\left(\frac{1}{4}\right) \sigma_A^2}{\sigma_F} + k'' \frac{\left(\frac{3}{8}\right) \sigma_A^2}{\sigma_d}, \text{ sendo:}$$

G_s: progresso genético esperado com a seleção entre e dentro de progênies de meios-irmãos;

K¹: diferencial de seleção estandardizado, correspondente a uma intensidade de seleção de 10% (K¹=1,755);

K²: diferencial de seleção estandardizado, correspondente a uma intensidade de seleção de 20% (K²=1,3998);

σ_F: desvio-padrão fenotípico entre médias de progênies de meios-irmãos;

σ_d: desvio-padrão fenotípico dentro de diferentes progênies de meios-irmãos.

Resultados e discussão

As análises de variância conjunta, para os três ciclos de seleção, mostraram efeitos significativos a 1% de probabilidade, pelo teste F, para tratamentos, locais e interação tratamentos x locais, evidenciando diferenças entre as progênies, os locais e comportamento inconsistente das progênies frente às mudanças ambientais (Tabela 1). Os coeficientes de variação experimental oscilaram de 8,4% a 11,2%, estando assim,

Tabela 1. Quadrados médios das análises de variância conjuntas (g/planta), médias de produção (g/planta) e coeficientes de variação (%) para o caráter peso de espigas. Ciclo XI: Cruz das Almas, Neópolis e Nossa Senhora das Dores, 1996; ciclo XII: Nossa Senhora das Dores e Umbaúba, 1977; Ciclo XIII: Umbaúba e Neópolis, 1998.

Fontes de Variação	Graus de liberdade	Quadrado médio		
		Ciclo XI	Ciclo XII	Ciclo XIII
Locais (L)	1(2)	5228,4**	56961,5**	806867,9**
Tratamentos (ajustado)	195	697,1**	396,4**	771,4**
Interação (Tx L)	195(390)	492,1**	356,9**	604,9**
Erro efetivo médio	390(585)	208,9	155,2	112,6
Médias		135,2	111,5	125,4
C.V.(%)		10,6	11,2	8,4

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

() Os valores entre parênteses referem-se à análise realizada em três locais

classificados como de boa precisão, conforme critério adotado por Scapim et al. (1995). Uma maior precisão dos ensaios de avaliação de progênies é altamente desejável, uma vez que, à medida em que ela aumenta, melhor será a resposta e o progresso obtido pela seleção.

As produtividades médias obtidas nas progênies avaliadas e selecionadas nos três ciclos de seleção oscilaram de 6.024,0kg/ha a 7.232,0kg/ha e 7.015,0 kg/ha, 8.630,0kg/ha, respectivamente, atestando o alto potencial para a produtividade da variedade BR 5011-Sertanejo (Tabela 2). As progênies avaliadas produziram +8,0%, +10,0% e +5,0%, em relação à variedade testemunha BR 106, nos ciclos XI, XII e XIII, respectivamente. Para estes respectivos ciclos, as progênies selecionadas superaram a variedade BR 106 em 28%, 34,0% e 23%. As progênies avaliadas mostraram produtividades relativas de -15,0%, -12,0% e -11,0%, respectivamente, nos ciclos XI, XII e XIII, em relação ao híbrido triplo BR 3123. Os acréscimos das progênies selecionadas relativos ao híbrido BR 3123 foram de 1,0%, 6,0% e 2,0%, respectivamente, nos ciclos XI, XII e XIII.

Tabela 2. Produtividade média das progênies avaliadas e selecionadas e das testemunhas nos diferentes ciclos de seleção no milho BR 5011-Sertanejo, com as respectivas produções relativas das progênies em relação às testemunhas. Região Nordeste do Brasil, 1996, 1997 e 1998.

Ciclos	Materiais	Produtividade média (kg/ha)	Porcentagem em relação às testemunhas	
			BR 106 ¹	BR 3123 ²
XI	BR 106	6720	100	-
	BR 3123	8502	-	100
	Progênies avaliadas	7232	108	85
	Progênies selecionadas	8630	128	101
	Amplitude de variação	5175 a 9189	-	-
XII	BR 106	5450	100	-
	BR 3123	6900	-	100
	Progênies avaliadas	6047	110	88
	Progênies selecionadas	7285	134	106
	Amplitude de variação	3447 a 8144	-	-
XIII	BR 106	5710	100	-
	BR 3123	6854	-	100
	Progênies avaliadas	6024	105	89
	Progênies selecionadas	7015	123	102
	Amplitude de variação	4785 a 7216	-	-

¹Variedade; ²híbrido triplo

Para que um programa de melhoramento genético tenha sucesso é necessário que exista variabilidade genética na variedade. Na Tabela 3 encontram-se as estimativas dos parâmetros genéticos obtidos nos três ciclos de seleção, ressaltando-se que tais estimativas foram obtidas na média de dois locais (ciclos XII e XIII) e três locais (ciclo XI), estando, por isso, menos influenciadas pela interação progênies x locais. Para Hallauer e Miranda Filho (1988) a avaliação de progênies em mais de um local melhora a eficiência do processo seletivo e possibilita a obtenção de estimativas mais consistentes dos componentes da variância. A variância genética aditiva é o componente

de grande importância porque ela explica as variações fenotípicas e o ganho esperado com seleção, sendo responsável pela resposta da população à seleção. As magnitudes obtidas para essa variância nos ciclos XI, XII e XIII estão dentro dos limites relatados por Ramalho (1977) e por Vencovsky (1988). Segundo Packer (1998), estudos têm revelado que a prática de seleção não conduz, necessariamente, a uma diminuição da variância aditiva, pois esta é função da estrutura genética populacional, da natureza do caráter e do tamanho efetivo utilizado. Na maioria dos trabalhos tem-se notado uma redução da variabilidade no primeiro ciclo de seleção, mantendo-se mais ou menos constante nos ciclos subsequentes. Para Paterniani (1967) e Hallauer e Miranda Filho (1988) tal fenômeno deve-se ao fato de que, no primeiro ciclo, utiliza-se a variabilidade livre na população, sendo depois, liberada gradativamente devido a permuta entre blocos poligênicos.

Os valores da herdabilidade devem ser computados na base do tipo da unidade de seleção que é usada para estimar o progresso esperado. Como no presente estudo a unidade de seleção foi a média de progênies, pode-se averiguar, na Tabela 3, que as magnitudes obtidas dos coeficientes de herdabilidade ao nível de médias oscilaram de 9,9% a 29,4%. Esses valores foram compatíveis com aqueles obtidos por Carvalho et al. (1998c). Em todos esses casos os autores reportaram ganhos no aumento da produtividade, à semelhança do ocorrido no presente trabalho (Tabela 3). Os coeficientes de variação obtidos com a seleção massal (h^2) foram inferiores em relação

Tabela 3. Estimativas obtidas referentes à variância genética entre progênies (σ_p^2), variância genética aditiva (σ_A^2), variância da interação (σ_{pxl}^2), coeficientes de herdabilidade no sentido restrito de médias de progênies (h^2m) e quanto à seleção massal (h^2), coeficientes de variação genética (C.Vg), índices de variação (b) e ganhos genéticos entre e dentro de progênies de meios-irmãos (Gs), para o caráter peso de espigas. Região Nordeste do Brasil, 1996, 1997 e 1998.

Ciclos	σ_p^2	σ_A^2	σ_{pxl}^2	h^2m	h^2	C.Vg.	b	Gs entre		Gs dentro	
	(g/planta) ²							g/planta		%	
XI	34,16	136,65	143,61	29,40	7,80	4,32	0,40	5,54	4,10	1,90	1,41
XII	6,58	39,60	100,85	9,99	3,01	2,82	0,25	1,74	1,56	0,62	0,55
XIII	41,62	166,48	246,15	21,58	14,87	5,14	0,61	5,25	4,18	2,61	2,08

Para cálculo dos ganhos considerou-se a relação $\sigma_p^2 = 10\sigma_c^2$ conforme Gardner (1961).

aos obtidos com as médias de progênies, evidenciando que a seleção com progênies de meios-irmãos deve ser mais eficiente que a seleção massal para o presente caso e, esta evidência está de acordo com Santos e Napolini Filho (1986), Pacheco (1987) e Carvalho et al. (1998c).

As estimativas obtidas dos coeficientes de variação genética e dos índices de variação b (Tabela 3) mostraram as mudanças ocorridas na variabilidade genética da variedade, nos diferentes ciclos de seleção. Para o coeficiente de variação genética, as estimativas obtidas nos ciclos XI e XII foram equivalentes aos valores encontrados por Carvalho et al. (1995 e 1998b), na média de dois locais, que também trabalharam com populações de base genética ampla à semelhança da variedade BR 5011. Comparando-se a variabilidade genética dos diferentes ciclos, através dos índices de variação b , constatou-se que o ciclo XII forneceu uma situação mais favorável para a seleção ($b=0,61$). Os resultados obtidos com os índices b foram coerentes com as apresentadas por Segovia (1976) e Santos e Napolini-Filho (1986).

Os ganhos estimados com a seleção entre e dentro de progênies nos ciclos XI, XII e XIII foram, respectivamente, de 5,51%, 2,11% e 6,26%. Convém salientar que, na condição do presente trabalho, um ciclo de seleção entre e dentro de progênies de meios-irmãos com sementes remanescentes foi completado em um ano, haja visto que as progênies foram avaliadas na época do inverno, enquanto que a recombinação foi realizada no período seco, com irrigação. Pode-se assim verificar que o progresso genético médio esperado por ciclo/ano foi de 4,63%.

Inúmeros trabalhos segundo Santos e Napolini Filho (1986) têm relatado progressos genéticos operados com a seleção entre e dentro de progênies de meios-irmãos, sendo, porém, um ciclo completado em dois anos (Webel e Lonquist, 1967; Paterniani, 1968; Segovia 1976; Compton e Bahadur 1977; Aguillar Moran, 1984). Os resultados obtidos no presente trabalho apesar de não serem concordantes com os obtidos pelos autores acima mencionados, deve-se destacar a sua superioridade quando são feitas comparações de um ano para dois anos e o fato também, de as estimativas do presente trabalho serem obtidas na média de mais de um local, estando menos influenciadas pela interação progênies x locais. Considerando que a variabilidade detectada por meio das estimativas dos parâmetros genéticos e o fato de essa variedade apresentar alto potencial para a produtividade, acredita-se que substanciais progressos, serão obtidos com a continuidade do programa de melhoramento.

Conclusões

1. A variabilidade genética apresentada pela variedade BR 5011-Sertanejo, associada a altas médias de produtividades das progênies, são indicadores do grande potencial dessa variedade em um programa de melhoramento.
2. O ganho médio esperado com a seleção entre e dentro de progênies, por ciclo de seleção, foi de 4,63%;
3. Após a realização de treze ciclos de seleção, a variedade BR 5011-Sertanejo ainda apresenta variabilidade genética suficiente para permitir ganhos, com vistas ao aumento da produtividade, com o decorrer de novos ciclos de seleção.

Literatura Citada

- AGUILLAR MÓRAN, J. F. 1984. Avaliação do potencial de linhagens e respectivos testadores obtidos de duas populações de milho (*Zea mays* L.) Tese de Mestrado. Piracicaba: ESALQ/USP. 118p.
- CARDOSO, M. J. et al. 1997. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho no Estado do Piauí no biênio 1993/94. Revista Científica Rural (Brasil) 2 (1) : 35-44.
- CARVALHO, H. W. L. de, MAGNAVACA, R. e LEAL, M. de L. da S. 1992. Estabilidade de cultivares de milho no Estado de Sergipe. Pesquisa Agropecuária Brasileira 27(7): 1073-1082.
- CARVALHO, H. W. L. de, et al. 1994. Três ciclos de seleção entre e dentro de progênies de meios-irmãos na população de milho BR 5028-São Francisco no Nordeste brasileiro. Pesquisa Agropecuária Brasileira 29 (11): 1727-1733.
- CARVALHO, H. W. L. de, et al. 1995. Potencial genético da população de milho (*Zea mays* L. "CMS 33") para fins de melhoramento no Nordeste brasileiro. Ciência e Prática (Brasil) 19 (1): 37-42.
- CARVALHO, H. W. L. de, et al. 1998a. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho no Nordeste brasileiro no ano de 1995. Revista Científica Rural (Brasil) 3 (2): 8-14.
- CARVALHO, H. W. L. de, et al. 1998b. Três ciclos de seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos na população de milho BR 5011 no Nordeste brasileiro. Pesquisa Agropecuária Brasileira 33 (5): 713-720.
- CARVALHO, H. W. L. de, et al. 1998c. Melhoramento genético de variedade de milho BR 5028-São Francisco no Nordeste brasileiro. Pesquisa Agropecuária Brasileira 33 (4): 441-448.

- CARVALHO, H. W. L. de., SANTOS, M. X. dos e CARVALHO, P.C.L. de. 1996. Seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos na variedade de milho BR 5011-Sertanejo. Aracaju, EMBRAPA-CPATC, Pesquisa em Andamento n°13. 9p.
- CARVALHO, H. W. L. de, et al. 1996. Décimo ciclo de seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos na variedade de milho BR 5011-Sertanejo. Aracaju, EMBRAPA-CPATC. Pesquisa em Andamento n°15. 8p.
- COCHRAN, W. G. and COX, G. M. 1957. Experimental designs. 2 ed. New York, J. Willey. 611p.
- COMPTON, W. A. and BAHADUR, K. 1977. Ten cycles of progress from modified ear-to-row selection in corn. *Crop Science* 17: 378-380.
- GARDNER, C.O. 1961. An evaluation of effects of mass selection and seed irradiation with thermal neutrons on yield of corn. *Crop Science* 1: 241-245.
- HALLAUER, A. R. and MIRANDA FILHO, J. B. 1988. Quantitative Genetics in maize breeding. 2. ed. Ames, Iowa State University. 468p.
- MONTEIRO, A.A.T. et al. 1998. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho no Estado do Ceará. *Revista Científica Rural (Brasil)* 3 (2) :1-10.
- PACHECO, C.A.P. 1987. Avaliação de progênies de meios-irmãos da população de milho CMS-39 em diferentes condições de ambiente: 2º ciclo de seleção. Tese de Mestrado. Lavras, ESAL. 100p.
- PACKER, D. 1988. Variabilidade genética e endogamia em quatro população de milho (*Zea mays* L.). Tese de Mestrado. Piracicaba, ESALQ/USP. 102p.
- PATERNIANI, E. 1968. Avaliação de métodos de seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos no melhoramento de milho (*Zea mays* L.) Tese de Mestrado. Piracicaba, ESALQ/USP. 92p.
- PATERNIANI, E. 1967. Selection among and within half sibs families in a Brazilian populations of mayze (*Zea mays* L.). *Crop Science* 7 (3) : 212-216.
- RAMALHO, M. A. P. 1977. Eficiência relativa de alguns processos de seleção intra-populacional no milho baseados em famílias não-endógamas. Tese de Mestrado. Piracicaba, ESALQ/USP. 122p.
- SANTOS, M. X. dos. e NASPOLINI-FILHO, W. 1986. Estimativas de parâmetros genéticos em três ciclos de seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos no milho (*Zea mays* L.) Dentado Composto Nordeste. *Revista Brasileira de Genética* 9: 307-317.
- SAWAZAKI, E. 1979. Treze ciclos de seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos no milho (*Zea mays* L.) IAC Maya. Tese de Mestrado. Piracicaba, ESALQ/USP. 98p.
- SCAPIM, C. A., CARVALHO, C. G. P. de e CRUZ, C.D. 1995. Uma proposta de classificação dos coeficientes de variação para a cultura do milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 30 (5): 683-686.
- SEGOVIA, R.T. 1976. Seis ciclos de seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos no milho (*Zea mays* L.) Centralmex. Tese de Mestrado. Piracicaba, ESALQ/USP, 74p.
- SENTZ, J.C. 1971. Genetic variances in a synthetic variety of maize estimated by two mating designs. *Crop Science* 11: 234-238.
- VENCOVSKY, R. 1980. Herança quantitativa. In: Paterniani, E. Melhoramento e produção de milho no Brasil. Piracicaba, Fundação cargill, p.122-201.
- VIANNA, R.T. e SILVA, J. C. 1978. Comparação de três métodos estatísticos de análise de variância em experimento em "látice" em milho (*Zea mays* L.). *Experientiae (Brasil)* 24: 21-41.
- WEBEL, O. D. and LONQUIST, J. M. 1967. An evaluation of modified ear-to-row selection in a population of corn (*Zea mays* L.). *Crop Science* 7: 651-655.

CONDUTÂNCIA ESTOMÁTICA, POTENCIAL HÍDRICO FOLIAR E EMISSÃO DE FOLHAS E INFLORESCÊNCIAS EM TRÊS GENÓTIPOS DE COQUEIRO ANÃO

Edson Eduardo Melo Passos¹, Carlos Henrique B. A. Prado² e Maria de Lourdes da Silva Leal¹

¹EMBRAPA, CPATC, Caixa Postal 44, 49001-970, Aracaju, Sergipe, Brasil. ²Universidade Federal de São Carlos, Departamento de Botânica, Caixa Postal 676, 13565-905, São Carlos, São Paulo, Brasil.

O potencial hídrico foliar (Ψ_f), a condutância estomática (gs) e a emissão de folhas e inflorescências em três genótipos de coqueiro anão (*Cocos nucifera* L.), com 10 anos de idade, foram medidos sob condições de campo. Os genótipos estudados foram: Anão Verde de Jequi (AveJ); Anão Amarelo da Malásia (AAM) e Anão Vermelho da Malásia (AVM). Os valores médios mensais de gs em função de Ψ_f puderam ser representados por uma função sigmóide nos três genótipos estudados. No AveJ os valores de gs decresceram rapidamente (de 1,15 a 0,24 cm s⁻¹) em resposta a um mínimo decréscimo nos valores do Ψ_f de -1,18 a -1,22 MPa; não havendo mudanças nos valores de gs em função de valores de Ψ_f menores que -1,2 MPa. No AAM os valores de gs decresceram mais lentamente (de 1,61 a 0,28 cm.s⁻¹) em função de uma ampla faixa de valores decrescentes do Ψ_f de -1,0 a -1,6 MPa. No AVM o decréscimo dos valores de gs foi menos acentuado (de 0,78 a 0,43 cm s⁻¹) em função de um decréscimo do Ψ_f de -1,3 a -1,4 MPa. Através da equação de ajuste de gs em função de Ψ_f foi possível detectar um gradiente de resposta entre os genótipos. O genótipo AAM apresentou o maior valor máximo e a maior amplitude de variação de gs em função do Ψ_f , o AVM apresentou um comportamento oposto em relação a estes parâmetros e o AveJ uma resposta intermediária. O genótipo AAM também apresentou a maior emissão de folhas no período chuvoso e a maior emissão de inflorescências no período seco. O genótipo AAM demonstrou ser o mais adequado, quanto a resposta à seca de verão, para o plantio em zonas sem irrigação e marcadas pela sazonalidade da precipitação, como no Nordeste do Brasil.

Palavra chave: *Cocos nucifera*.

Stomatal conductance, leaf water potential and foliar and inflorescence emission in three dwarf coconut genotypes. The leaf water potential (Ψ_f), stomatal conductance (gs), and leaf and inflorescence unfold in three adult dwarf coconut (*Cocos nucifera* L.) genotypes were measured under field conditions. The genotypes studied were: the Jiqui Green Dwarf (JGD), the Malayan Yellow Dwarf (MYD) and the Malayan Red Dwarf (MRD). Mean monthly values of gs as a function of Ψ_f could be represented by a sigmoidal relationship in all genotypes studied. The values of gs in the JGD decreased rapidly (from 1,15 to 0,24 cm s⁻¹) in response to values of Ψ_f (from -1,18 to -1,22 MPa); there were no responses of gs to Ψ_f values lower than -1,22 MPa. In the MYD the values of gs decreased from 1,61 to 0,29 cm.s⁻¹ in a large range of Ψ_f from -1,0 to -1,6 MPa. In the MRD occurred a lower decrease of gs (from 0,78 to 0,43 cm s⁻¹) in response to values of Ψ_f (from -1,3 to -1,4 MPa). A gradient of response between genotypes was detected adjusting gs as a function of the Ψ_f : the MYD genotype showed the higher maximum value and the higher amplitude of gs variation as a function of Ψ_f , the MRD genotype showed an opposite behavior in relation to these parameters and the JGD genotype an intermediate response. The MYD genotype also showed the greater foliar emission in wet season and greater inflorescence emission in dry season. The MYD genotype was the best adapted under dry season conditions, being indicated to be cropped in regions without irrigation and with seasonal rainfall as is Brazilian Northeast.

Key word: *Cocos nucifera*.

Introdução

O coqueiro (*Cocos nucifera* L.), na maior parte do mundo, é cultivado em regiões onde a deficiência hídrica se constitui no principal fator limitante do seu desenvolvimento. No Brasil, o coqueiro é cultivado principalmente no litoral do Nordeste, onde os longos períodos de estiagem de verão comprometem seu crescimento e produção. Com o crescente consumo de água de coco em todo o país, novos plantios comerciais da variedade anão estão surgindo nas regiões Sudeste e Centro-Oeste. Nessas regiões, apesar da melhor distribuição das chuvas, déficits hídricos sazonais e veranicos também podem provocar estresse hídrico no coqueiro, afetando sua produtividade. Apesar da disponibilidade hídrica ser o principal fator limitante nas áreas de maior plantio de coco, existem poucos estudos sobre o balanço hídrico do coqueiro sob condições de campo no Brasil (Passos e Silva, 1990, 1991; Prado et al., 2000)

A condutância estomática (gs) e o potencial hídrico foliar (Ψ_f) são parâmetros que se revelam importantes para o estudo do balanço hídrico de diferentes espécies de palmeiras, cultivadas na África (Dufrene and Saugier, 1993), na América Central (Villalobos et al., 1992), na Índia (Shivashankar et al., 1993; Voleti et al., 1993), na América do Sul (Smith, 1989) e na América do Norte (Milburn e Zimmermann, 1977). A forte influência de gs sobre o balanço hídrico ocorre porque a transpiração é diretamente proporcional aos valores de gs para uma determinada diferença de pressão de vapor de água entre a folha e a atmosfera (Larcher, 2000). A redução dos valores de gs pode ser uma resposta direta da diminuição dos valores do Ψ_f (Schulze, 1982) e, portanto, os valores do Ψ_f podem influenciar diretamente o balanço hídrico da planta.

A importância ecofisiológica do comportamento estomático e sua resposta aos valores do potencial hídrico foliar é ainda relevante em termos genotípicos para o coqueiro, pois para cada genótipo existe um comportamento diferente de gs e do Ψ_f em função do estresse hídrico (Shivashankar et al., 1993; Voleti et al., 1993; Prado et al., 2000).

Este trabalho teve por objetivo estudar as variações do potencial hídrico da folha e sua influência no comportamento estomático de três genótipos de coqueiro sob condições de campo, durante o período de estiagem e de chuva em região típica de plantio desta cultura no Nordeste do Brasil, inferindo a relação entre estes dois parâmetros (gs e Ψ_f) e os valores limiares de Ψ_f para respostas de gs. Objetivamos assim, determinar qual dos

três genótipos estudados apresenta o melhor controle de gs durante o estresse hídrico provocado pela seca de verão. Outro objetivo deste trabalho foi determinar a maior emissão de estruturas vegetativas (folhas) e reprodutivas (inflorescências) nos períodos seco e chuvoso, evidenciando a capacidade de manutenção/crescimento da área fotossintética e da produção de frutos.

Material e Métodos

A condutância estomática (gs) e o potencial hídrico foliar (Ψ_f) foram avaliados em três genótipos de coqueiro anão (*Cocos nucifera* L.) com 10 anos de idade, sob condições de campo: o Anão Verde de Jiqui (AveJ), o Anão Amarelo da Malásia (AAM) e o Anão Vermelho da Malásia (AVM). Os coqueiros foram cultivados em solo do tipo areia quartzosa distrófica e pertencem ao banco ativo de germoplasma de coco da EMBRAPA-CPATC, situado no Campo Experimental do Betume (10°26'S, 36°32'W, 28 m de altitude), no estado de Sergipe, Brasil. O clima se caracteriza principalmente pela distribuição desigual da pluviosidade durante o ano (Fig. 1), com verão seco e inverno chuvoso, sendo classificado como AS' (tropical chuvoso com verão seco) pela classificação de Köppen.

Durante 12 meses (de Novembro de 1990 a Outubro de 1991) foram realizadas medições de gs e de Ψ_f sempre na última semana de cada mês e no período da manhã, entre às 09:00 e 09:50 h. Para que as medições de gs e Ψ_f fossem obtidas em densidades de radiação comparáveis (aproximadamente 1400 μ mol. m^{-2} . s^{-1}), efetuou-se a intercalação das leituras entre os genótipos. Como o coqueiro apresenta folha hipostomática, as medições de gs foram realizadas na face inferior dos folíolos, no terço médio de folhas completamente maduras mas não senescentes (normalmente a 14ª folha a partir do ápice). Para obter valores de gs foram utilizados valores inversos da resistência estomática difusiva ao vapor da água, obtidos através de um porômetro "Steady State" (LI-COR, modelo 1600), o qual também media, simultaneamente, o fluxo de fótons fotossinteticamente ativos (FFFA) incidente sobre a folha. Os valores de Ψ_f foram obtidos no folíolo oposto com auxílio de uma câmara de pressão (Soilmoisture Equipment Corp., modelo 3000), logo após as medições de gs. Os folíolos foram destacados na altura de sua inserção na folha com a ajuda de uma haste de 4 m com uma lâmina na ponta e efetuada a medição imediatamente após o corte. Este procedimento foi adotado por ser impraticável a manipulação do porômetro devido a altura das folhas e ao número de medições para três genótipos dentro de

um horário similar. O folíolo cortado começa a fechar seus estômatos de três a cinco minutos após o corte, sendo este método válido para o estudo das trocas gasosas, conforme observado, também, por outros autores (Wormer e Ochs, 1959; Prado et al, 2000). No entanto, todo o processo de medição foi realizado em menos de dois minutos a fim de se evitar valores subestimados de g_s e de Ψ_f . Para a obtenção de cada valor médio de g_s e de Ψ_f foram utilizados valores provenientes de um folíolo em dois indivíduos diferentes para cada genótipo estudado.

O desenvolvimento das plantas foi avaliado através do número de folhas emitidas, número de folhas mortas, variação do número de folhas vivas e inflorescências emitidas durante os períodos seco (novembro/90 a abril/91) e chuvoso (maio/91 a outubro/91), em seis plantas por genótipo. Como inflorescência emitida considerou-se a última inflorescência aberta que está situada na axila da folha 9 ou 10 a partir do ápice.

Resultados e Discussão

Os valores de pluviosidade, por decêndio, durante os 12 meses de condução do experimento, estão apresentados na Fig.1. Nos meses de estiagem de verão (de novembro de 1990 a abril de 1991) não há valores de pluviosidade em cada decêndio maiores que 50 mm, e este período coincide com os meses de menores valores de g_s e de Ψ_f para os três genótipos estudados (Fig. 2).

O AVM apresentou menor variação de g_s ao longo do ano (de 0,78 a 0,43 cm.s^{-1}), bem como o menor valor máximo de g_s (0,78 cm.s^{-1} , Fig.2 e 3) e o menor coeficiente de determinação para o ajuste da curva sigmoideal de g_s em função de Ψ_f dos três genótipos estudados ($r^2=0,62$, Figura 3). Portanto, este genótipo não apresenta uma relação clara entre g_s e Ψ_f , pois não há uma resposta variada e correlata de g_s em uma ampla faixa de valores de Ψ_f .

O AAM apresentou uma relação g_s - Ψ_f oposta ao genótipo AVM descrita anteriormente. Neste genótipo ocorreu o maior valor máximo de g_s (1,81 cm.s^{-1}) e a maior amplitude de variação de g_s ao longo do ano (de 1,81 a 0,28 cm.s^{-1}) entre os três genótipos estudados. Adicionalmente, a variação de g_s foi influenciada em uma ampla faixa de valores de Ψ_f (de -1,0 a -1,6 MPa) apresentando o mais alto coeficiente de determinação g_s - Ψ_f ($r^2=0,794$), sendo a relação entre g_s e Ψ_f mais clara neste genótipo (Fig.3).

O AVeJ ocupa uma posição intermediária em relação aos outros dois genótipos quanto ao valor máximo de g_s (1,15 cm.s^{-1}) e amplitude de variação dos valores de g_s ao longo do ano (de 1,15 a 0,24 cm.s^{-1}). A curva

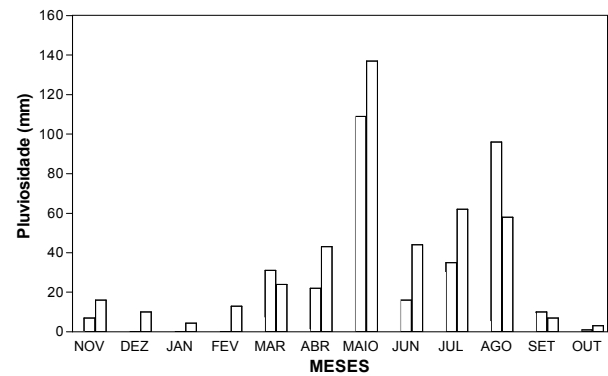


Figura 1. Pluviosidade por decêndio do Campo Experimental do Betume (Neópolis-SE) no período de novembro/1990 a outubro/1991.

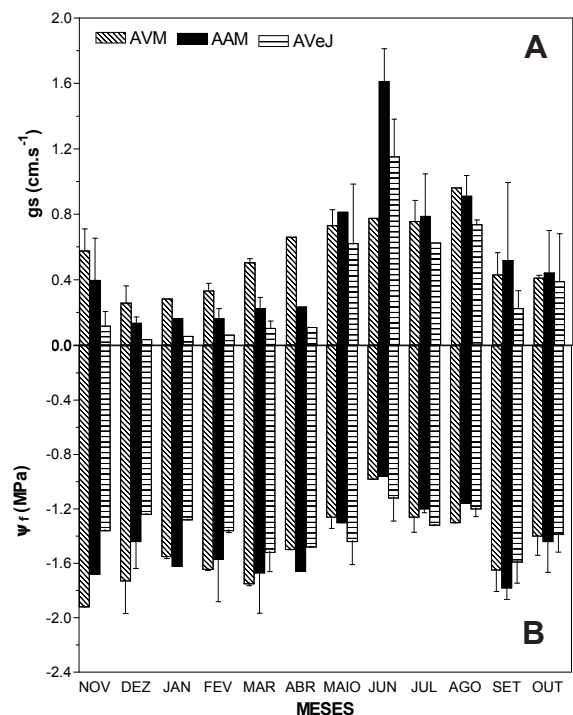


Figura 2. Valores médios mensais da condutância estomática (g_s , A) e do potencial hídrico foliar (Ψ_f , B) medidos às 9:00 h em três genótipos de coqueiro anão sob condição de campo no período de novembro de 1990 a outubro de 1991: AVM (Anão Vermelho da Malásia); AAM (Anão Amarelo da Malásia) e AVeJ (Anão Verde de Jiqui).

sigmoideal ajustada para esse genótipo apresentou o valor do coeficiente de determinação (r^2) entre g_s - Ψ_f igual a 0,637.

Diferentes respostas de g_s e de Ψ_f para diferentes genótipos de coqueiro crescendo em solo arenoso durante estresse hídrico causado por estiagem, também foram detectadas por Voleti et al. (1993). Estes autores, trabalhando com três genótipos de coqueiro, encontraram

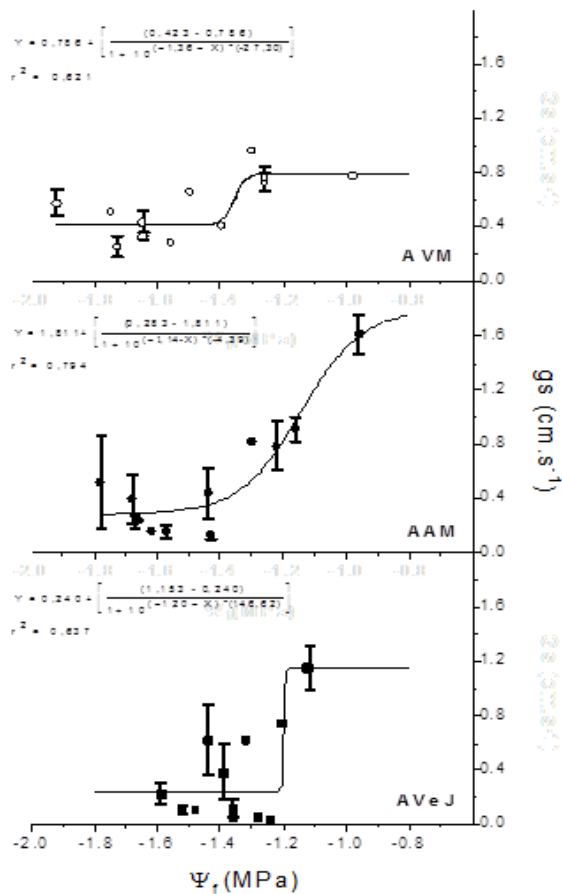


Figura 3. Valores médios mensais da condutância estomática (gs) em função dos valores médios mensais do potencial hídrico foliar (Ψ_f) em três genótipos de coqueiro anão sob condições de campo; AVM m (Anão Vermelho da Malásia); AAM I (Anão Amarelo da Malásia) e AVeJ n (Anão Verde de Jiqui).

um gradiente de decréscimo de gs em um mesmo momento da estação seca, concluindo que o genótipo que apresentou a maior regulação estomática foi o mesmo que apresentou também o maior decréscimo de gs. Esta parece ser a situação do AAM neste trabalho, o qual apresentou a maior sensibilidade aos valores do Ψ_f , decrescendo proporcionalmente os valores de gs em função de valores mais negativos de Ψ_f provocados pela seca (Fig. 2 e 3).

Maiores valores de gs na estação chuvosa, como apresentado pelo AAM, aumenta a possibilidade de intercâmbio gasoso neste período, facilitando a difusão do CO_2 até o sítio de carboxilação com consequente aumento das taxas fotossintéticas. Adicionalmente, maiores valores de gs também aumentam a capacidade de resfriamento da folha (Parkinson, 1985) e a absorção e translocação de nutrientes via corrente transpiratória (Larcher, 2000) na época chuvosa.

As vantagens acima expostas para o AAM poderiam ser encontradas de forma menos característica para o AVeJ, mas dificilmente ocorreriam para o AVM, pois este último apresentou maior independência dos valores de gs em relação aos valores de Ψ_f e um baixo valor máximo de gs, mesmo na estação chuvosa ($0,78 \text{ cm.s}^{-1}$).

Estas características aparentemente vantajosas que o AAM demonstrou, podem estar relacionadas com as características morfológicas do seu sistema radicular. Este genótipo apresentou uma diferença significativa ($P < 0,05$) em relação aos genótipos AVeJ e AVM para a densidade de raízes finas e para o peso seco total de raízes na época seca e chuvosa no mesmo local deste estudo (Cintra et al., 1992). Com um sistema radicular mais desenvolvido o AAM pode ser capaz de responder de maneira mais adequada em relação ao estado da água no solo, mantendo valores de gs mais altos quando há mais água disponível e regular gs de maneira mais gradual conforme a seca for se intensificando (Fig. 2 e 3).

A melhor capacidade de regulação estomática e um sistema radicular mais desenvolvido no AAM estão certamente relacionados com uma maior capacidade de escape à dessecação em relação aos outros dois genótipos. Portanto este genótipo parece ser o mais adequado quanto a resposta à seca de verão, para o plantio em zonas sem irrigação e marcadas pela sazonalidade da precipitação como no Nordeste brasileiro.

É importante notar que a faixa de transição dos valores de gs (dos mais altos para os mais baixos) nos três genótipos estudados ocorre para valores de Ψ_f de $-0,95$ a $-1,4 \text{ MPa}$. O valor de $-1,4 \text{ MPa}$ já indica um forte decréscimo no intercâmbio gasoso, sendo próximo a $-1,0 \text{ MPa}$ o valor ideal para a manutenção de trocas gasosas intensas nos folíolos dos três genótipos estudados. Portanto, estes valores limiares de Ψ_f ($-1,0$ e $-1,4 \text{ MPa}$) podem ser utilizados como referências, dentro do horário 09:00 – 09:50 h, para o controle da irrigação em plantios que utilizam os genótipos aqui estudados.

O maior ganho de folhas (folhas emitidas - folhas mortas) pelo AAM (1,8) em relação ao AVM (1,6) e ao AVeJ (sem ganho) durante o período seco (Fig. 4) e uma recuperação mais evidente durante o período chuvoso, onde o AAM teve um ganho de 9,3 folhas durante um período de seis meses, contra 7,2 folhas para o AVM e 6,7 folhas para o AVeJ, evidenciam também a melhor adaptação do AAM a essas condições de irregularidade na distribuição das chuvas.

Com relação à emissão de inflorescências, um parâmetro altamente sensível a qualquer estresse ambiental, pode-se observar na Fig. 5 que, nos três genótipos, durante os meses secos ocorreu maior emissão que nos meses chuvosos. Esse fato deve-se à

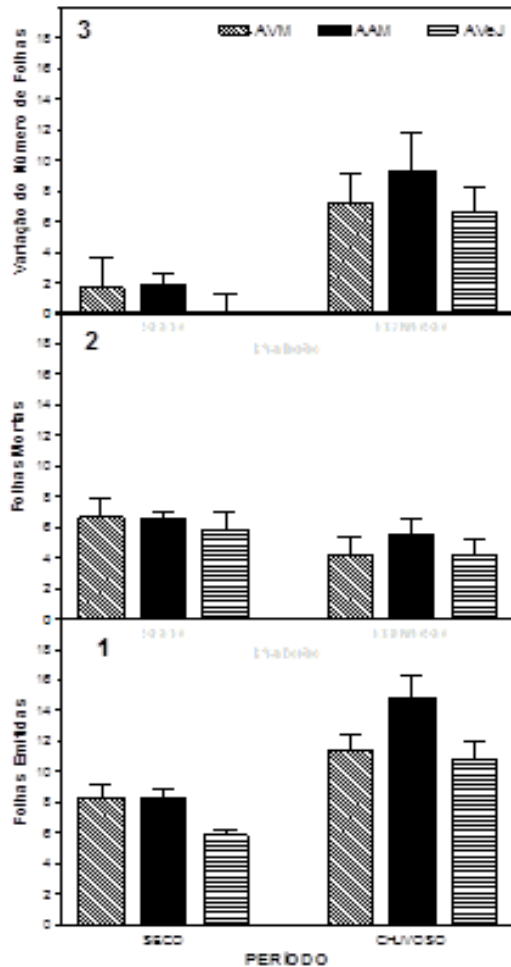


Figura 4. Número médio de folhas emitidas (1), folhas mortas (2) e variação no número de folhas (3) de três genótipos de coqueiro anão nos períodos seco (novembro/90 a abril/91) e chuvoso (maio/91 a outubro/91).

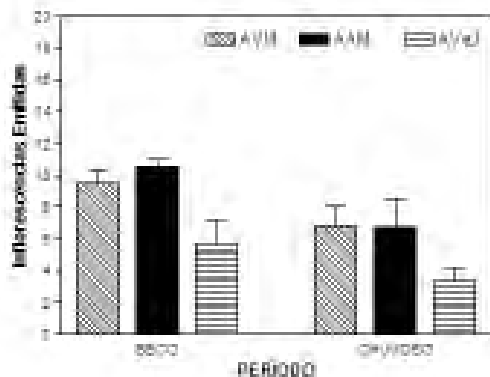


Figura 5. Número médio de inflorescências emitidas de três genótipos de coqueiro anão nos períodos seco (novembro/90 a abril/91) e chuvoso (maio/91 a outubro/91).

inflorescência recém-aberta, na axila da folha 9 ou 10 a partir do ápice, ter seu desenvolvimento ocorrido nos seis meses chuvosos que antecederam o rompimento da espata, o contrário ocorrendo com as inflorescências abertas na estação chuvosa, que se desenvolveram durante os meses de baixa pluviosidade. O melhor rendimento do AAM mais uma vez fica evidenciado (Fig. 5) quando o número de inflorescências emitidas no período seco (10,5) é maior que no AVM (9,5) e que no AVEJ (5,7). No período chuvoso, o AAM emitiu 6,7 inflorescências, sendo superior ao AVEJ que emitiu apenas 3,3 inflorescências e se igualando com o AVM que emitiu 6,8 inflorescências.

Literatura Citada

- CINTRA, F. L. D., LEAL, M. L. S. et PASSOS, E. E. M. 1992. Distribution du système racinaire des cocotiers Nains. *Oléagineux* 47(5):225-234.
- DUFRENE, E. and SAUGIER, B. 1993. Gas exchange of oil palm in relation to light, vapour pressure deficit, temperature and leaf age. *Functional Ecology* 7: 97-104.
- LARCHER, W. 2000. *Ecofisiologia vegetal*. São Carlos, Rima. 531p.
- MILBURN, J.A. and ZIMMERMANN, M.H. 1977. Preliminary studies on sapflow in *Cocos nucifera*. *New Phytologist* 79: 535-541.
- PARKINSON, K.J. 1985. A simple method for determining a boundary layer resistance in leaf cuvettes. *Plant Cell and Environment* 8: 223-226.
- PASSOS, E. E. M. et SILVA, J. V. 1990. Fonctionnement des stomates de cocotier (*Cocos nucifera* L.) au champ. *Canadian Journal of Botany* 68: 458-460.
- PASSOS, E. E. M. et SILVA, J. V. 1991. Détermination de l'état hydrique du cocotier par le méthode dendrométrique. *Oléagineux* 4 (6): 233-238.
- PRADO, C.H.B.A., PASSOS, E.E.M. and MORAES, J.A.P.V. 2000. Photosynthesis and water relations of six tall genotypes of *Cocos nucifera* in wet and dry seasons. *South African Journal of Botany*. (No prelo).
- SCHULZE, E.D. 1982. Plant life forms and their carbon, water and nutrient relations. *In Encyclopedia of plant physiology*. New York, Springer-verlag. pp. 615-676.
- SHIVASHANKAR, S. et al. 1993. Comparative physiological studies on the drought tolerance on three hybrids of coconut. *Oléagineux* 48: 8-9.
- SMITH, B. G. 1989. The effects of soil water and atmospheric vapour pressure deficit on stomatal behaviour and photosynthesis in the oil palm. *Journal of Experimental Botany* 40: 647-651.
- VILLALOBOS, E., UMAÑA, C. H. y CHINCHILLA, C. 1992. Estado de hidratación de la palma aceitera, en

- respuesta a la séquia en Costa Rica. Oléagineux 47(3): 217-223.
- VOLETI, S.R. et al. 1993. Influence of soil type on the development of moisture stress in coconut (*Cocos nucifera* L.) genotypes. Oléagineux 48: 505-509.
- WORMER, M. et OCHS, R. 1959. Humidité du sol, ouverture des stomates et transpiration du palmier a huile et de l'arachide. Oléagineux n°10: 571-580.



ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE VARIEDADES E HÍBRIDOS DE MILHO NO ESTADO DA BAHIA

Benedito Carlos Lemos de Carvalho¹, Hélio Wilson Lemos de Carvalho², Maria de Lourdes da Silva Leal², Manoel Xavier dos Santos³, Hélio da Silva Marques⁴, Ismário Oliveira Silva⁴, Giderval Vieira Sampaio⁴, Valfredo Vilela Dourado⁴

¹Embrapa/Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola, 44635-150, Salvador, Bahia, Brasil. ²Embrapa/Centro de Pesquisa Agropecuária dos Tabuleiros Costeiros (CPATC), Caixa Postal 44, 49001-970, Aracaju, Sergipe, Brasil. ³Embrapa/Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (CNPMS), Caixa Postal 152, 35701-970, Sete Lagoas, Minas Gerais, Brasil. ⁴Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola, 44635-150, Salvador, Bahia, Brasil.

Foram realizados dez ensaios de competição de variedades e de híbridos de milho, em cinco localidades, nas principais zonas produtoras de milho do Estado da Bahia, no ano agrícola de 1998, visando conhecer a adaptabilidade e a estabilidade desses materiais para fins de recomendação. Foram avaliados 25 variedades e 30 híbridos em blocos ao acaso, com três repetições. As análises de variância conjuntas evidenciaram diferenças entre as variedades e os híbridos, entre os locais, e um comportamento inconsistente das cultivares nas diferentes condições ambientais para os caracteres: altura da planta e da inserção da espiga, estande de colheita, número de espigas colhidas e peso dos grãos. As produtividades médias alcançadas com as variedades e os híbridos mostraram o potencial das regiões produtoras para o desenvolvimento da cultura do milho. Os híbridos expressaram melhor adaptação que as variedades e, dentre eles, destacaram-se Dina 1000, Pioneer 3021 e Cargill 909. A maioria dos híbridos mostrou uma alta estabilidade nos ambientes considerados. As variedades AL 30, CMS 50 e Sintético Dentado expressaram bom desempenho produtivo e se destacaram para os ambientes com boa tecnologia de produção. Entretanto, as variedades Sintético Duro, BR 5028-São Francisco, BR 5037-Asa Branca, BR 5011-Sertanejo e CMS 453, que também expressaram boa adaptação, podem proporcionar melhoria na agricultura regional.

Palavras-chave: *Zea mays*, milho, híbrido, variedade.

Adaptability and stability of corn hybrids and varieties in Bahia State. Twenty five varieties and 30 hybrids of corn were grown in five experiments on five environments of Bahia State to test the adaptation and stability of these materials to be recommended for corn growers. The experimental design was complete randomized block with three replications. Analyses showed difference among varieties, hybrids and location. Cultivars were non-consistent for plant height, ear insertion height, harvested stand, number of ears and grains weight. Corn hybrids had superior adaptation than corn varieties in the study areas with outstanding values for Dina 1000, Pioneer 3021 and Cargill 909. Among the varieties studied AL 30, CMS 50, and Sintético Dentado had higher yield and adaptation to the environmental conditions. Other varieties of great potential for improvement on corn production systems in Bahia State are Sintético Duro, BR5028-São Francisco, BR 5037- Asa Branca, BR 5011-Sertanejo and CMS 453.

Key words: *Zea mays*, corn hybrids, corn varieties.

Introdução

No Estado da Bahia, cerca de 600.000 hectares são cultivados com a cultura do milho, nos mais variados sistemas de produção, indo desde aqueles tradicionais, onde é marcante a ausência de tecnologia da produção, até aqueles onde se procura explorar o máximo do potencial da cultura, através do uso de insumos modernos. Nesse contexto, tanto o uso de variedades, para atender aos sistemas de produção dos pequenos e médios produtores rurais, quanto a utilização de híbridos para aqueles produtores que praticam uma agricultura empresarial, revestem-se de grande importância para o Estado, justificando, dessa forma, o desenvolvimento de um programa de avaliação de variedades e híbridos de milho, visando à difusão daquelas cultivares de melhor adaptação e portadoras de características agronômicas desejáveis, tais como: menor altura de planta e da inserção da espiga, de ciclos superprecoce, precoce e semi-tardios, de bom empalhamento das espigas. Variedades e híbridos com essas características permitem a utilização de um maior número de plantas por hectare, são mais tolerantes ao acamamento e quebraimento do colmo, e, em razão de serem mais precoces, podem escapar do estresse hídrico no período do florescimento, com um melhor aproveitamento da estação chuvosa.

O volume de milho produzido no Estado ainda é insuficiente para atender à demanda regional, a qual vem crescendo gradativamente em decorrência do aumento da densidade demográfica e da agroindústria de suínos e de aves, havendo necessidade de importação desse produto. O Estado apresenta grande potencial para o desenvolvimento da cultura, principalmente nas regiões de Irecê, Oeste e Nordeste, que se destacam como principais regiões produtoras. O cultivo de variedades melhoradas e o de híbridos poderão trazer mudanças substanciais no rendimento da cultura, elevando o volume da produção, o que certamente atenderá à demanda estadual, e/ou reduzirá a importação desse cereal.

Diversos trabalhos já foram realizados no Nordeste brasileiro procurando recomendar variedades e híbridos de milho de maior adaptação e melhor estabilidade de produção. Assim, Carvalho et al. (1992) recomendaram as variedades BR 5011, BR 5028, BR 5033 e BR 106 para o Estado de Sergipe. Cardoso et al (1997) verificaram que as variedades BR 5011 e BR 106 mostraram melhor adaptação para as condições do Estado do Piauí, juntamente com os híbridos AG 510, Dina 170, Zeneca 8447 e Cargill 805. Monteiro et al. (1998) recomendaram também esses materiais para as condições do Estado do Ceará, comentando ainda que todo o conjunto avaliado,

à exceção da variedade BR 106, mostrou boa estabilidade de produção nos ambientes considerados ($R^2 > 80\%$). Em um trabalho mais amplo, envolvendo todo o Nordeste brasileiro, Carvalho et al. (1998 a) confirmaram o bom comportamento das variedades BR 5011, BR 5028, BR 5033, BR 5039 e dos híbridos Pioneer 3041, BR 3123, AG 510, dentre outros, justificando a divulgação desses materiais na região. Posteriormente, Carvalho et al. (1998 b), avaliando vinte e três cultivares em dezenove ambientes do Nordeste brasileiro, constataram a superioridade dos híbridos em relação às variedades, concluindo também que os híbridos Zeneca 8501, BR 3123, Braskalb XL 370, Pioneer 3041 e Germinal 600 têm recomendação para ambientes favoráveis. Entre as variedades, esses autores verificaram que as BR 106, BR 5011, BR 5028 e BR 5037 mostraram boa adaptação, justificando, mais uma vez, suas indicações para exploração comercial no Nordeste brasileiro.

Considerando estes aspectos e a necessidade de atender à demanda regional, desenvolveu-se o presente trabalho, visando verificar a adaptabilidade e a estabilidade de variedades e híbridos de milho, quando submetidos a diferentes condições ambientais nas principais zonas produtoras de milho do Estado da Bahia, para posterior recomendação ao agricultor.

Material e Métodos

Foram realizados dez ensaios de variedades e de híbridos de milho no Estado da Bahia, no ano agrícola de 1998. Os experimentos de variedades e de híbridos foram instalados em dois locais, no município de Barreiras, em dois locais, no município de Adustina, e em um local, nos municípios de Paripiranga e Ibititá. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com três repetições. As parcelas constaram de 4 fileiras de 5,0m de comprimento, espaçadas entre si 0,9m, com 0,5m entre covas. Foram colocadas 3 sementes/cova, deixando-se 2 plantas/cova, após o desbaste. Foram colhidas as duas fileiras centrais de forma integral, correspondendo a uma área útil de 9,0m².

As adubações realizadas nesses ensaios foram de acordo com os resultados das análises de solo, de cada área experimental.

Na Tabela 1 constam os índices pluviométricos ocorridos em cada área experimental e, na Tabela 2, estão as coordenadas geográficas e os tipos de solos dessas áreas.

Foram coletados os dados referentes ao número de dias para o florescimento feminino, altura de planta e de

Tabela 1. Índices pluviométricos (mm) ocorridos durante o período experimental. Estado da Bahia, 1998.

Locais	Meses								Total
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	
Adustina 1	-	-	-	70*	82	160	200	82	594
Adustina 2	-	-	-	104*	111	250	213	125	903
Ibititá	76*	54	66	10	-	-	-	-	206
Barreiras (Faz. Melancias)	257*	194	91	42	-	-	-	-	584
Barreiras (Faz. Sta. Cruz)	150*	121	29	14	-	-	-	-	314
Paripiranga	-	-	-	104*	111	250	213	125	903

* Refere-se ao mês de plantio
- não registrado

Tabela 2. Coordenadas geográficas dos locais e tipos de solos das áreas experimentais. Estado da Bahia, 1998.

Municípios	Latitude (S)	Longitude (W)	Altitude (m)	Tipo de solo
Adustina 1	10°32'	38°07'	250	LVA
Adustina 2	10°32'	38°07'	250	PVA
Paripiranga	10°41'	37°51'	430	LVA
Barreiras (Faz. Melancia)	12°12'	46°07'	810	AQ
Barreiras (Faz. Sta. Cruz)	12°14'	45°20'	670	AQ

LVA-Latossolo Vermelho-amarelo; PVA-Podzólico Vermelho-amarelo; AQ-Areia Quartzosa.

inserção da espiga, estande de colheita, número de espigas colhidas e peso de grãos. Os dados do florescimento feminino foram tomados quando 50% das plantas das duas fileiras centrais emitiram os estilos-estigmas. A altura da planta foi medida do solo até a base do pendão e a altura de inserção da espiga, do solo até a base de inserção da primeira espiga. Os pesos de grãos de todos os tratamentos foram ajustados para o nível de 15% de umidade. Os dados de florescimento feminino, em razão de serem anotados em uma repetição, não foram submetidos a uma análise estatística. Os demais dados foram submetidos a uma análise de variância por local, obedecendo-se ao modelo em blocos ao acaso, e, logo após, a uma análise de variância conjunta, considerando aleatórios os efeitos de blocos e de locais e, fixo, o efeito de variedades (ensaios de variedades) e híbridos (ensaios de híbridos), conforme o seguinte modelo:

$Y_{ijk} = \mu + C_i + A_j + CA_{ij} + B/A_{ij} + \Sigma_{ijk}$, em que:
 μ é a média geral; C_i é o efeito da cultivar i ; A_j é o efeito do ambiente j ; CA_{ij} é o efeito da interação da cultivar i com o ambiente j ; B/A_{ij} é o efeito de bloco k dentro do ambiente j ; Σ_{ijk} é o erro experimental.

Os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade fenotípica foram estimados obedecendo-se à metodologia proposta por Eberhart e Russel (1966), conforme modelo abaixo:

$Y_{ij} = \beta_{oi} + \beta_{ij} I_j + \delta_{ij} + \Sigma_{ij}$, em que:
 Y_{ij} é a média da cultivar i no ambiente j ; β_{oi} é a média da cultivar i ; β_{ij} é o coeficiente de regressão linear, que mede a resposta da i -ésima cultivar à variação do ambiente; I_j é o índice ambiental; δ_{ij} é o desvio da regressão; Σ_{ij} é o erro experimental médio.

Foi calculado, também, o coeficiente de determinação (R^2) (Steel and Torrie, (1960), visando avaliar quanto da variação total de cada cultivar era explicado pelo modelo.

Resultados e Discussão

Foram observadas nas análises de variância conjuntas para os caracteres altura de planta e de inserção da espiga, estande de colheita e número de espigas colhidas, tanto para os ensaios com variedades, quanto para os ensaios com híbridos, efeitos significativos para tratamentos (variedades e híbridos), locais e interação tratamentos x locais, evidenciando diferenças entre as cultivares (variedades e híbridos), os locais e um comportamento inconsistente das variedades e dos híbridos frente às mudanças ambientais (Tabelas 3 e 4). Sabe-se que a utilização de cultivares de milho de menor altura de planta e de inserção da espiga confere uma maior tolerância ao acamamento e quebraimento do colmo, reduzindo, por conseguinte, as perdas na colheita, e possibilitando a utilização de um maior número de plantas por unidade de área. As médias observadas para a altura de planta e altura de inserção da espiga foram de 191cm e 91cm, respectivamente, nos ensaios envolvendo as variedades, sobressaindo as variedades CMS 50, BR 5011-Sertanejo e AL 30, com os maiores valores, apesar de não diferirem estatisticamente (Tabela 3). Nesses ensaios, as médias

Tabela 3. Comportamento das cultivares quanto ao florescimento feminino (dias), alturas (cm) de planta e de inserção de espiga, estande de colheita e número de espigas colhidas e resumo da análise de variância conjunta referente às variáveis abordadas. Estado da Bahia, 1998.

Variedades	Altura de plantas (cm)	Altura de inserção espiga(cm)	Estande de colheita n°	Espigas colhida n°	Florescimento feminino(dias)
AL 30	213	104	32	33	59
BR 5011-Sertanejo	209	105	27	28	60
CMS 50	209	104	31	32	59
CMS 22	207	101	29	28	58
BR 5028-São Francisco	203	101	29	33	59
AL 25	202	105	29	29	59
BR 106	201	101	29	37	60
BR 5039-São Vicente	199	95	28	31	60
BR 2121	196	91	32	35	60
Sintético Duro	195	95	31	33	61
BR 3123	195	91	32	33	58
Across 8528	194	90	26	31	56
BR 473	193	94	25	28	59
Cargill 909	192	82	35	35	59
Saracura	192	96	24	28	60
Sintético Dentado	189	96	28	33	60
BR 5037-Cruzeta	187	89	30	30	54
CMS 453	187	82	31	33	57
CMS 59	185	88	27	31	59
BR 5033-Asa Branca	182	88	30	29	59
BR 5004	182	81	23	24	59
CMS 52	170	80	29	33	54
Pool 18	164	73	31	35	58
CMS 47	162	66	31	33	49
CMS 35	159	67	30	30	56
Média	191	91	29	31	58
C.V.(%)	8	14,4	14,2	15,9	-
F(T)	13,6**	10,8**	6,0**	5,0**	-
F(L)	18,0**	127,6**	210,0**	144,0**	-
F(TxL)	1,6ns	1,1ns	1,4ns	1,1ns	-
D.M.S.(T-5%)	27	19	7	7	-

**Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

ns não significativo.

obtidas para o estande de colheita e número de espigas colhidas foram de 29 plantas por parcela e 31 espigas colhidas por parcela, correspondendo a uma população de 32.222 plantas/ha, quando comparado com o estande proposto (44.444 plantas/ha). As maiores reduções no número de plantas na colheita foram verificadas nas variedades BR 5004, Saracura, BR 473 e Across 8528, o que refletiu, negativamente, nas suas produtividades médias de grãos (Tabela 3).

As médias de alturas de planta e de inserção de espigas nos ensaios englobando os híbridos foram, respectivamente, de 179cm e 82cm, sobressaindo os híbridos AG 4051 e Master com os maiores valores para a altura de planta e inserção da espiga, apesar de não diferirem dos outros, estatisticamente (Tabela 4). A média

obtida para o estande de colheita (32 plantas/parcela) ficou abaixo daquela proposta (40 plantas/parcela), o que provocou, a exemplo dos ensaios com as variedades, reduções nos rendimentos dos híbridos, sendo essas reduções mais expressivas nos híbridos AG 5011 e Planagri 8440 (Tabela 4).

Observou-se também que os dois conjuntos avaliados requereram 58 dias para atingir a fase de florescimento feminino (Tabelas 3 e 4), sobressaindo, entre as variedades, a CMS 47 e, entre os híbridos, o Cargill 901 como mais precoces. Nota-se também que, entre os híbridos, a amplitude de variação no período de florescimento foi de 57 dias a 61 dias, evidenciando uma maior uniformidade em relação às variedades, onde se observou uma variação de 49 dias a 61 dias. Vale ressaltar

Tabela 4. Comportamento dos híbridos quanto ao florescimento feminino (dias), alturas (cm) de planta e de inserção de espiga, estande de colheita e número de espigas colhidas e um resumo das análises de variância conjuntas para esses caracteres. Estado da Bahia, 1998.

Híbridoss	Altura de plantas (cm)	Altura de inserção espiga(cm)	Estande de colheita n°	Espigas colhida n°	Florescimento feminino (dias)
AG 4051	201	102	34	36	60
Master	196	99	34	39	59
AG 1051	192	98	33	34	59
Planagri 8440	190	85	26	25	58
Cargill 435	189	86	32	35	59
BR 2121	189	89	33	35	58
Braskalb XL 360	186	96	34	40	60
Cargill 333 B	185	85	38	40	61
Pioneer 3041	184	82	35	37	58
Dina 270	183	81	34	33	59
Agromen 2003	182	78	30	32	60
Colorado 42	182	82	35	36	58
Pioneer 3227	181	84	36	39	61
Pioneer 3021	181	89	37	37	61
Dina 1000	181	85	36	42	58
Zeneca 8501	179	81	31	32	60
BR 3123	178	84	28	29	60
Pioneer X 1296 B	178	83	29	30	59
AG 9012	175	76	28	28	60
Colorado 32	174	78	36	36	59
Braskalb XL 345	173	84	33	37	59
Zeneca 8452	173	85	28	29	60
Cargill 909	173	75	35	35	61
MR 2601	170	78	29	31	59
Agromen 3010	168	75	30	33	59
AG 9014	166	72	29	29	59
AG 5014	165	75	29	30	59
Agromen 3100	164	72	27	28	59
AG 5011	161	65	25	26	59
Cargill 901	158	71	32	32	57
Médias	179	82	32	33	58
C.V.(%)	7,3	13,1	15,5	14,5	-
F(T)	9,3**	9,3**	7,5**	13,0**	-
F(L)	375,3**	339,3**	114,8**	123,2**	-
F(TxL)	1,4ns	1,7*	1,9*	2,3**	-
D.M.S.(5%-T)	22	20	9	10	-

** e * Significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

ns não significativo.

que a precocidade, além de permitir que o produto chegue mais cedo ao mercado, é uma característica que confere à lavoura maior chance de escapar de estiagens no período mais crítico para a produção, que é o florescimento.

As produtividades médias e um resumo das análises de variância dos locais e conjunta para os ensaios envolvendo as variedades e os híbridos, respectivamente, encontram-se nas Tabelas 5 e 6. Nota-se que tanto as variedades quanto os híbridos mostraram comportamento diferenciado entre si, ao nível de 1% de probabilidade,

pelo teste F. Os coeficientes de variação oscilaram de 9,4% a 21,7% (Tabela 5) e 8,9% a 18,8% (Tabela 6), nos ensaios envolvendo as variedades e os híbridos, respectivamente, conferindo de boa a regular a precisão nos ensaios (Scapim et al., 1995). Os municípios de Adustina e Paripiranga apresentaram produtividades médias superiores a 5.200kg/ha, no que se refere aos ensaios de variedades (Tabela 5), e a 5.823kg/ha no caso dos híbridos. As variações observadas nas produtividades de grãos entre os municípios ocorreram,

Tabela 5. Produtividades médias de grãos (kg/ha) e um resumo das análises de variância em nível de local e conjunta, obtidos nos ensaios de competição de cultivares. Bahia, 1998.

Variedades	Barreiras (Faz. Sta. Cruz)	Barreiras (Faz. Melancia)	Adustina 1	Adustina 2	Paripiranga	Análise Conjunta
Cargill 909	1.500	4.600	7.533	3.400	8.165	5.040
BR 3123	2.800	4.775	5.567	4.200	7.000	4.868
AL 30	1.800	4.300	6.533	2.700	7.400	4.547
Sintético Duro	2.300	4.150	5.700	3.133	6.467	4.350
CMS 50	1.750	3.850	6.133	3.033	6.467	4.247
BR 2121	850	4.025	6.533	3.233	6.450	4.218
Sintético Dentado	2.200	3.200	5.533	2.700	7.233	4.173
BR 5028-São Francisco	2.600	3.650	5.350	3.050	6.033	4.137
BR 5033-Asa Branca	2.033	3.683	5.633	2.333	5.750	3.887
CMS 453	2.400	3.417	5.367	2.800	5.233	3.843
BR 5011-Sertanejo	2.800	2.700	5.733	2.400	5.167	3.760
Pool 18	1.200	3.600	5.333	3.150	5.067	3.670
CMS 59	3.550	3.333	5.300	1.817	5.333	3.667
CMS 22	2.250	3.567	5.700	2.750	3.967	3.647
AL 25	1.700	3.100	5.167	2.667	5.300	3.587
BR 106	2.200	3.400	4.833	2.533	4.933	3.580
Across 8528	1.667	3.500	4.733	2.833	4.700	3.487
BR 5037-Cruzeta	1.400	3.550	5.533	2.900	4.033	3.483
BR 5039-São Vicente	2.075	2.900	4.933	2.167	5.200	3.455
CMS 52	1.750	3.050	4.900	2.600	4.273	3.315
CMS 35	1.133	3.750	4.767	2.350	4.300	3.260
BR 473	1.750	2.850	4.200	1.433	4.367	2.920
Saracura	1.600	2.633	4.133	2.150	3.883	2.880
CMS 47	950	3.600	4.000	2.683	2.767	2.800
BR 5004	1.350	2.533	3.867	2.000	2.567	2.463
Média	1.864	3.508	5.320	2.680	5.282	3.731
C.V.(%)	19,9	12,4	9,4	21,7	12,9	4,1
F(T)	6,7**	5,3**	8,6**	2,8**	12,6**	21,4**
F(TxL)	-	-	-	-	-	4,5**
Q.M.R.	137400	189721	248194	338213	464677	-
D.M.S. (5%-T)	1174	1379	1577	1841	2158	1526

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

predominantemente, em função da distribuição das chuvas e tipos de solos das áreas experimentais, indicando variação nas condições ambientais onde foram realizados os ensaios. De fato, constata-se que as análises de variância conjuntas revelaram significância a nível de 1% de probabilidade pelo teste F, para os efeitos de locais, tratamentos e interação tratamentos x locais, evidenciando diferenças entre os locais, os tratamentos (variedades e híbridos), e mostrando que o comportamento das variedades e dos híbridos não foi consistente nos diferentes locais, justificando estudo mais detalhado dessa interação. Em vários ensaios comparativos de variedades e híbridos realizados no Nordeste brasileiro têm-se detectado interações significativas entre cultivares e locais (Cardoso et al. 1997; Monteiro et al. 1998; Carvalho et al. 1998 a; Carvalho et al. 1998 b).

Na análise conjunta para variedades (Tabela 5), a produtividade média de grãos variou entre 2.463kg/ha a 5.040kg/ha (Cargill 909), com média geral de 3.731kg/ha. Vale ressaltar que nesses ensaios foram colocados os híbridos Cargill 909, BR 3123 e BR 2121 como testemunhas, os quais mostraram produtividades semelhantes a algumas variedades, o que evidencia o bom comportamento produtivo das variedades AL 30, Sintético Duro, CMS 50, Sintético Dentado e BR 5028 – São Francisco, com rendimentos superiores a 4.000kg/ha. No tocante aos híbridos (Tabela 6), a produtividade de grãos variou de 2.442kg/ha (AG 1051) a 5.255kg/ha (Dina 1000), com uma média geral de 4.099kg/ha. Considerando os rendimentos médios dos dois tipos de ensaios, constata-se uma superioridade de 9,9% dos híbridos em relação às variedades. Cardoso et al. (1997),

Tabela 6. Produtividades médias de grãos (kg/ha) e um resumo das análises de variância por local e conjunta, obtido nos ensaios de competição de híbridos, Bahia, 1998.

Híbridos	Barreiras (Faz. Sta. Cruz)	Barreiras (Faz. Melancia)	Ibititá	Adustina 1	Adustina 2	Análise Conjunta
Dina 1000	4.036	5.733	2.440	6.267	7.800	5.255
Cargill 333 B	5.037	5.683	2.447	4.800	6.967	4.986
Pioneer 3221	3.167	5.967	1.920	6.133	7.000	4.837
Pioneer 3021	3.550	5.750	2.427	5.767	6.500	4.799
Cargill 909	2.900	2.767	1.717	7.067	6.350	4.760
Braskalb XL 360	4.400	5.533	2.607	4.933	5.733	4.641
Master	3.800	4.767	2.597	5.533	6.467	4.633
AG 1051	3.333	5.533	2.410	5.567	6.233	4.615
Dina 270	3.433	5.100	2.833	5.950	5.750	4.613
Braskalb XL 345	3.050	5.317	2.517	5.450	6.567	4.580
Pioneer 3041	2.967	5.350	2.360	4.067	7.533	4.455
AG 4051	3.367	4.750	2.150	5.367	6.500	4.427
Colorado 32	2.517	5.500	2.390	5.500	5.700	4.321
Zeneca 8501	3.700	5.950	2.707	3.500	5.367	4.245
Colorado 42	2.867	5.300	2.100	4.300	6.400	4.193
Agromen 3010	3.000	5.450	3.050	3.867	5.533	4.180
Cargill 901	3.350	5.533	1.113	4.650	5.833	4.096
Cargill 435	3.300	4.525	2.050	3.833	6.400	4.022
Pioneer X 1296 B	3.033	4.667	2.070	3.800	6.450	4.004
Agromen 2003	2.200	4.650	2.317	3.867	6.300	3.866
Zeneca 8452	3.667	5.300	2.263	4.000	4.000	3.846
MR 2601	3.500	3.733	1.503	4.900	5.100	3.747
AG 5014	2.600	4.150	2.013	4.300	5.500	3.713
BR 3123	3.600	3.733	2.680	3.700	4.650	3.675
BR 2121	3.067	4.267	2.033	3.667	5.317	3.670
AG 9014	2.700	3.667	2.060	2.367	5.850	3.329
Agromen 3100	2.100	3.900	1.200	4.333	4.333	3.173
AG 9012	1.583	3.267	1.957	2.667	5.633	3.021
Planagri 8440	2.367	3.333	1.833	2.600	3.750	2.777
AG 5011	1.300	3.167	1.810	2.733	3.200	2.442
Médias	3.116	4.844	2.186	4.527	5.823	4.099
C.V.(%)	14,5	8,9	18,8	14,7	9,6	12,4
F(T)	8,7**	12,3**	3,5**	9,4**	10,8**	25,9**
F(L)	-	-	-	-	-	716,3**
F(TxL)	-	-	-	-	-	5,2**
Q.M.R.	203224	186333	169171	441545	309539	-
D.M.S.(5%-T)	1451	1389	1324	2139	1791	1635

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Monteiro et al. (1998), Carvalho et al. (1998 a) e Carvalho et al. (1998 b) constataram também superioridades dos híbridos em relação às variedades.

Detectada a presença da interação variedades x locais (Tabela 5) e híbridos x locais (Tabela 6), procurou-se minimizar o seu efeito, por meio da identificação de cultivares mais adaptadas e com melhor estabilidade fenotípica, usando-se a metodologia de Eberhart e Russel (1966). No tocante à adaptação, utilizou-se o conceito de Mariotti et al. (1976), que define como cultivar melhor adaptada aquela com produtividade de grãos superior à média geral dos ensaios. As variedades AL 30, CMS 50, Sintético Duro, Sintético Dentado, BR 5028-São Francisco, BR 5033-Asa Branca, CMS 453 e a BR 5011-Sertanejo apresentaram boa adaptação nos ambientes onde foram testadas. Contudo, Al 30, CMS 50 e Sintético Dentado mostraram-se exigentes nos locais que apresentavam condições desfavoráveis ($\beta > 1$), sendo, por isso, recomendadas para exploração em ambientes com boas condições de solo e de pluviosidade (Tabela 7). Esses materiais mostraram também uma alta estabilidade de produção nos ambientes considerados ($R^2 > 80\%$), principalmente a AL 30 ($R^2 = 98\%$) e CMS 50, o que indica que apenas 2% e 1% das suas variações totais são explicadas por fatores não incluídos no modelo. Nota-se que dentro do grupo de variedades que produziram acima da média geral, ou seja, que apresentaram melhor adaptação, não se encontrou qualquer variedade para ambiente desfavorável ($\beta > 1$). As variedades BR 5028-São Francisco, BR 5033-Asa Branca e BR 5011-Sertanejo repetiram o comportamento apresentado em outros trabalhos (Carvalho et al. 1992; Carvalho et al. 1998 a; Cardoso et al. 1997), justificando as suas recomendações para exploração comercial nas diferentes regiões produtoras do Estado; notadamente aquelas onde predomina a pequena produção. O híbrido Cargill 909 (testemunha) apresentou boa adaptação nas diferentes localidades e alta estabilidade ($R^2 = 99\%$) nos ambientes favoráveis, contudo é muito exigente nos ambientes desfavoráveis ($\beta > 1$), daí sua recomendação para sistemas de produção onde os agricultores praticam boa tecnologia. O híbrido BR 2121, de boa aceitação, mostrou resposta semelhante ao Cargill 909, no tocante à exigência nos ambientes desfavoráveis (baixa fertilidade de solo e distribuição irregular da pluviosidade), e à estabilidade nos ambientes considerados.

Com relação aos híbridos (Tabela 8), nota-se que, à exceção dos Zeneca 8501, Zeneca 8452, MR 2601, BR 3123, AG 9014, AG 9012 e AG 5011, os quais mostraram valores de $R^2 < 80\%$, denotando baixa estabilidade nos ambientes estudados, os demais expressaram uma boa estabilidade nos ambientes considerados ($R^2 > 80\%$),

Tabela 7. Produtividades médias de grãos (kg/ha), coeficientes de regressão (β) e de determinação (R^2), obtidos em Ibititá, Adustina, Paripiranga e Barreiras, Estado da Bahia, no ano de 1998, referentes aos ensaios de variedades.

Cultivares	Médias	β	R^2
AL 30	4.547	1,53**	98
Sintético Duro	4.350	1,10ns	97
CMS 50	4.247	1,30**	99
BR 2121	4.218	1,51**	97
Sintético Dentado	4.173	1,29**	87
BR 5028-São Francisco	4.137	0,93ns	95
BR 5033-Asa Branca	3.887	1,12ns	98
CMS 453	3.843	0,88ns	98
BR 5011-Sertanejo	3.760	0,91ns	82
Pool 18	3.670	1,04ns	94
CMS 59	3.667	0,97ns	88
CMS 22	3.647	0,76**	79
AL 25	3.587	1,02ns	99
BR 106	3.580	0,81ns	99
Across 8528	3.487	0,83ns	97
BR 5037-Cruzeta	3.483	0,89ns	84
BR 5039-São Vicente	3.455	0,95ns	95
CMS 52	3.315	0,80*	97
CMS 35	3.260	0,92ns	91
BR 473	2.920	0,84ns	92
Saracura	2.880	0,70**	99
CMS 47	2.800	0,54**	52
BR 5004	2.463	0,51**	74
Média	3.731		

** e* Coeficientes de regressão significativamente diferentes de 1,00, pelo teste "t" de Student, aos níveis de 1% e 5% de probabilidade, respectivamente.

ns não significativo.

evidenciando um bom ajustamento às retas de regressão. Os híbridos que apresentaram rendimentos médios acima da média geral (4.099kg/ha), mostraram boa adaptação, sobressaindo, entre eles, os Dina 1000, Cargill 333 B, Pioneer 3021, Pioneer 3027 e Cargill 909, apesar de mostrarem rendimentos semelhantes a muitos outros, estatisticamente. Nota-se também que, nesse grupo, os híbridos Dina 1000, Pioneer 3021, Cargill 909, Pioneer 3041, Colorado 42 e Cargill 901 foram os mais exigentes nos ambientes desfavoráveis ($\beta > 1$) o que, associado a bons rendimentos, justifica suas recomendações para ambientes favoráveis. Os híbridos Zeneca 8501 e Agromen 3010, também de rendimentos acima da média geral, foram os menos exigentes nas condições desfavoráveis ($\beta > 1$), justificando sua recomendação para ambientes desfavoráveis. Os demais híbridos, pertinentes ao grupo que apresentou rendimento médio acima da

Tabela 8. Produtividades médias de grãos (kg/ha), coeficientes de regressão (β) e determinação (R^2), em Ibititá, Adustina e Barreiras, Estado da Bahia, no ano de 1998, referentes aos ensaios de competição de híbridos.

Híbridos	Médias	β	R^2
Dina 1000	5.255	1,41**	96
Cargill 333 B	4.986	1,03ns	82
Pioneer 3021	4.837	1,48**	96
Pioneer 3027	4.799	1,18ns	97
Cargill 909	4.760	1,45**	81
Braskalb XL 360	4.641	0,81ns	87
Master	4.633	1,00ns	92
AG 1051	4.615	1,12ns	96
Dina 270	4.613	0,89ns	84
Braskalb XL 345	4.580	1,18ns	97
Pioneer 3041	4.455	1,36**	90
AG 4051	4.427	1,15ns	95
Colorado 32	4.321	1,11ns	88
Zeneca 8501	4.245	0,76*	66
Colorado 42	4.193	1,20*	98
Agromen 3010	4.180	0,78*	81
Cargill 901	4.096	1,28**	92
Cargill 435	4.022	1,06ns	91
Pioneer X 1296 B	4.004	1,11ns	92
Agromen 2003	3.866	1,13ns	90
Zeneca 8452	3.846	0,55**	53
MR 2601	3.747	0,87ns	77
AG 5014	3.713	0,96ns	97
BR 3123	3.675	0,34**	51
BR 2121	3.670	0,84ns	96
AG 9014	3.329	0,87ns	67
Agromen 3100	3.173	0,94ns	89
AG 9012	3.021	0,96ns	76
Planagri 8440	2.777	0,50**	91
AG 5011	2.442	0,52**	77
Média	4.099		

** e * Coeficientes de regressão significativamente diferentes de 1,00, pelo teste “t” de Student, aos níveis de 1% e 5% de probabilidade, respectivamente.

ns não significativo.

média geral, e tiveram os seus coeficientes de regressão semelhantes à unidade ($\beta_1=1$), têm as suas recomendações justificadas para os diferentes tipos de ambientes.

Os resultados obtidos evidenciaram a potencialidade de alguns híbridos e variedades melhoradas para utilização no Estado da Bahia, haja vista a capacidade adaptativa e características agrônômicas desses materiais. Considerando, todavia, os diferentes níveis tecnológicos dispensados à cultura do milho no Estado, é aconselhável, na recomendação de cultivares, averiguar as condições prevaletentes para cada sistema de produção. Assim sendo, para ambientes favoráveis destacaram-se as variedades AL 30, CMS 50, Sintético Dentado, as quais mostraram alta estabilidade nos ambientes considerados,

associada a uma alta capacidade adaptativa. As variedades BR 5028-São Francisco, BR 5033-Asa Branca, BR 5011-Sertanejo confirmaram o bom desempenho produtivo e a alta estabilidade apresentados em outros trabalhos realizados na Região Nordeste (Cardoso et al. 1997; Monteiro et al. 1998; Carvalho et al. 1998 a; Carvalho et al. 1998 b; Carvalo et al. 1998 c; Carvalho et al. 1998 d), justificando, desta forma, sua recomendação para exploração em quaisquer sistemas de produção.

Os híbridos Dina 1000, Pioneer 3021, Cargill 909, Pioneer 3041, Colorado 42 e Cargill 901 podem ser recomendados para ambientes favoráveis (fertilidade de solo de média a alta e boa distribuição da pluviosidade durante o ciclo de plantio) em razão de expressarem alto potencial para a produtividade e alta exigência nos ambientes desfavoráveis. Esses híbridos associaram essas vantagens a uma alta estabilidade de produção nos ambientes considerados. Ainda entre os híbridos, apenas o Zeneca 8501 e Agromen 3010 de baixa exigência nos ambientes desfavoráveis (Fazenda Santa Cruz, baixa fertilidade de solo, e Ibititá, escassez e má distribuição de chuvas), justificaram suas recomendações para essa classe de ambiente. Os híbridos Cargill 333 B, Pioneer 3027, Braskalb XL 360, Ag 1051, Dina 270, Braskalb XL 345, AG 4051 e Colorado 32 justificam suas recomendações para os diversos ambientes por expressarem um coeficiente de regressão semelhante à unidade, alta capacidade produtiva e mostraram, também, uma alta estabilidade de produção nos ambientes estudados.

Conclusões

1. As variedades melhoradas BR 5033-Asa Branca, BR 5028-São Francisco, Sintético Duro e BR 5011-Sertanejo podem ser recomendadas para os diferentes sistemas de produção, especialmente, para aqueles praticados por pequenos e médios produtores rurais das regiões de Irecê e Nordeste do Estado;
2. Os híbridos Dina 1000, Pioneer 3021, Cargill 909, Pioneer 3041 e Colorado 42, de alto potencial para a produtividade, se adequam aos ambientes favoráveis da região do Oeste baiano;
3. A maioria dos híbridos e variedades mostra boa estabilidade de produção nas regiões produtoras de Irecê, Nordeste e Oeste ($R^2>80\%$);
4. A utilização de híbridos e de variedades de melhor adaptação melhorará substancialmente a produtividade do milho no Estado da Bahia, podendo, inclusive, transformar a exploração desse cereal em uma atividade de cunho empresarial.

Literatura Citada

- CARDOSO, M. J. et al. 1997. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho no Estado do Piauí no biênio 1993/94. *Revista Científica Rural Bagé (Brasil)* 2 (1): 35-44.
- CARVALHO, H.W. L. de, MAGNAVACA, R., LEAL, M. de L. da S. 1992. Estabilidade de cultivares de milho no Estado de Sergipe. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 27(7):1073-1082.
- CARVALHO, H.W. L. de et al. 1998. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho no Nordeste brasileiro no ano de 1995. *Revista Científica Rural (Brasil)* 3 (2):8-14.
- CARVALHO, H. W. L. de. 1998. Estabilidade de cultivares de milho no Nordeste brasileiro no ano de 1996. *Revista Científica Rural (Brasil)* 3 (2):20-26.
- CARVALHO, H.W. L. de. et al. 1998. Estabilidade de cultivares de milho no Estado de Sergipe. *Revista Científica Rural, (Brasil)* 3 (1):15-22.
- CARVALHO, H.W. L. de. et al. 1998. Avaliação de cultivares de milho no Nordeste brasileiro. *Revista Científica Rural (Brasil)* 3 (2):27-36.
- EBERHART, S. A. and RUSSEL, W. A. 1966. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science, Madison*, v 6:36-40.
- MARIOTTI, J. A. et al. 1976. Analisis de estabilidad y adaptabilidad de genotipos de caña de azucar. I. Interacciones dentro de una localidad experimental. *Revista Agronomica del Nordeste Argentino* 13 (14): 105-127.
- MONTEIRO, A.T.T. et al. 1998. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho no Estado do Ceará. *Revista Científica Rural (Brasil)* 3 (2):01-12.
- RAMALHO, M. A. P., SANTOS, J. dos e ZIMMERMANN, M. J. de O. 1993. Interação dos genótipos x ambientes. In: Ramalho, M.A.P., Santos, J.B. dos e Zimmermann, M.J. de O. *Genética quantitativa nas plantas autógamas – aplicação no melhoramento do feijoeiro*. Goiânia, UFG. pp131-169.
- SCAPIM, C. A., CARVALHO, C. G. P. de e CRUZ, C. D. 1995. Uma proposta de classificação dos coeficientes de variação para a cultura do milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 30 (50):683-686.
- STEEL, R.G.D. and TORRIE, J.H. 1960. *Principles and Procedures of Statistics*. New York, Mc Graw Hill. 481p.



ESTIMATES OF GENETIC PARAMETERS IN RUBBER TREE (*Hevea* spp). I. GENERAL COMBINING ABILITY IN JUVENILE SEEDLINGS

Uilson Vanderlei Lopes¹, José Raimundo Bonadie Marques¹ and Wilson Reis Monteiro¹

¹CEPLAC/CEPEC/Seção de Genética, Caixa Postal 07, 45600-970, Ilhéus, Bahia, Brasil.

General combining ability estimates (GCA) were obtained for some yield components, plant vigor and disease resistance for an unbalanced mating design involving 15 parents (clones) representing the following populations: *Hevea brasiliensis*, *H. pauciflora* and *H. benthamiana*. The highest GCA values were observed for the clones Fx 3864, AVROS 1126, AVROS 255 and Fx 2261 for the characters dry rubber production. Among these clones, AVROS 1126 and AVROS 255, also presented high GCAs for trunk girth and bark thickness; and Fx 3864 and Fx 2261, small GCAs (low disease) for South American leaf blight severity. These traits seem to be under the genetic control of both additive and non-additive genes. These GCA estimates were greatly affected by the array of parents in the diallel, but not by the fact of considering the use of one or three cycles (10 tappings/cycle) of the modified Hamaker-Morris-Mann test.

Key words: *Hevea* spp, rubber tree, combining ability, yield, disease resistance

Estimativas de parâmetros genéticos em seringueira (*Hevea* spp). I. Capacidade geral de combinação em plantas jovens. Estimativas de capacidade geral de combinação (CGA) foram obtidas para alguns componentes de produção, vigor de planta e resistência a doenças para um delineamento desbalanceado envolvendo 15 progenitores (clones) das espécies *Hevea brasiliensis*, *H. pauciflora* e *H. benthamiana*. Os valores mais altos de GCA foram observados para os clones Fx 3864, AVROS 1126, AVROS 255 e Fx 2261 para o caracter produção de borracha seca. Entre estes clones, AVROS 1126 e AVROS 255 também apresentaram altos valores de GCA para circunferência do tronco e espessura da casca; já os clones Fx 3864 e Fx 2261, apresentaram baixos valores de GCA (baixa incidência de doença) para severidade da doença mal-das-folhas. Estes caracteres estão sob controle genético de efeitos gênicos aditivos e não aditivos. As estimativas de GCA foram fortemente afetadas pelo arranjo dos pais no dialelo, mas não pelo fato de se usar 1 ou 3 ciclos (10 cortes/ciclo) do teste HMM (“Hamaker-Morris-Mann”) modificado.

Palavras-chave: *Hevea* spp, seringueira, Capacidade Combinatória, produção, resistência a doença

Introduction

In Bahia, Brazil, the major objectives of the rubber tree breeding program are the development of high yielding cultivars with a good level of resistance to South American Leaf Blight (SALB), a serious disease caused by *Microcyclus ulei* (P. Henn.) v. Arx. Basically, the breeding procedures involve the identification of valuable individuals with superior genotypes and their subsequent intermating to produce a new population with an increased frequency of desirable alleles, in which clonal selection can be successfully practiced. This is one of the most widely used procedure for improving varieties in perennial crops. This procedure, however, is rather complex when applied to rubber tree because of many other factors inherent to the crop, such as the time required for the first flowering, the absence of synchronism for flowering among clones, the height of the plants and the abscission of fruits. For such reasons, the mass selection, based exclusively on the phenotypic performance of individuals and followed by vegetative propagation of the best ones represent most of the breeding work practiced in this crop.

Some advanced methods have been developed for estimating the general combining ability (GCA) in unbalanced mating design, where irregular crosses are treated as a non-systematic partial diallel (Gilbert, 1967; Milliken et al. 1970). These methods have already been used successfully for identification of clones in the rubber tree breeding program at the Rubber Research Institute of Malaysia (Gilbert et al. 1973).

A predominance of additive effects over dominant, epistatic (Simmonds, 1969; Gilbert et al., 1973; Nga and Subramaniam, 1974; Tan and Subramaniam, 1976; Tan, 1978a,b) and reciprocal effects (Tan and Subramaniam, 1976) have been verified in the control of the main characters considered by rubber tree breeders. However, in some populations non-additive effects have been reported to be more important than the additive ones (Olapade, 1988).

Positive correlation has been observed between GCA estimates in young and mature seedlings and between seminal and clonal progenies for yield and vigor (Tan, 1978a,b) indicating great possibilities of using young seedlings in the estimation of genetic parameters in rubber tree.

The objective of this study was to estimate the general combining ability for some rubber tree clones of CEPLAC's breeding program, Brazil and to evaluate the effect of the array of the parents on the estimates of GCA, in unbalanced mating design.

Material and Methods

1. Details of the Experiments

Twenty-six progenies resulting from the crosses of 15 clones of *Hevea brasiliensis*, *H. pauciflora* and *H. benthamiana* were used in this study (Table 1). The clones Fx 25, Fx 985, Fx 2261, Fx 3864, Fx 4049, RRIM 605, C 256, AVROS 255, AVROS 1126 and AVROS 1191 are all descendants of *H. brasiliensis* and derived from simple or three-way crosses, except AVROS 255 which was selected in commercial plantings, in Sumatra. The clones IAN 6471 and IAN 6490 are descendants of F₁ crosses between *H. pauciflora* and *H. brasiliensis* species, whereas IAN 6598 and IAN 6904 are descendants of F₁ crosses between *H. benthamiana* and *H. brasiliensis*. SIAL 842 is a clone derived from a backcross (BC₁) between *H. pauciflora* and *H. brasiliensis*.

Among the 26 progenies evaluated, 20 were sown in January 1983, five in December 1984 and one (Fx 2261 x RRIM 605) in both seasons. These seedlings were transplanted, right after the second flushing, to nurseries at the Djalma Bahia Experimental Station (EDJAB), in single plots of 2 to 52 plants at the spacing of 1 x 1 m. This experimental station is situated in Una, Bahia, Brazil at the latitude of 15° 17' 34" S, longitude of 39° 4' 38" W and altitude 14 m. The two nursery areas (called nursery 83 and 84) were relatively small (450 m²), flat and with a homogeneous soil. Thus, the data obtained were clustered and treated as being from a single experiment. The local weather is characterized as warm and wet, with an average temperature of 23°C and average annual rainfall of 2,100 mm.

Table 1- Crosses and number of progenies used in the estimation of the general combining ability.

Female	Male									
	Fx 25	Fx 985	Fx 2261	Fx 3864	IAN 6471	IAN 6490	IAN6598	IAN6904	RRIM 605	SIAL842
Avros 255	17	10	25	-	-	-	-	-	-	2
Avros 1126	22	8	-	13	36	-	25	19	-	8
Avros 1191	5	15	-	-	-	-	-	-	-	9
C 256	2	8	-	-	-	-	-	-	-	5
Fx 2261	-	-	-	-	-	43	-	-	52	-
Fx 985	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7
Fx 3864	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-
Fx 4049	-	4	-	-	-	-	-	-	39	28
IAN 6490	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11
RRIM 605	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2

(-) Missing cross

The assessment of seedlings began right after the 30th month in the nursery 83 and the 36th month in the nursery 84 for the following traits:

- ♦ Dry rubber production (DR) - obtained after three cycles of exploitation by the modified Hamaker-Morris-Mann test (HMM - test), using 10 tappings per cycle, at 20 cm from the soil on the tapping system 1/2S d/3 (Gonçalves et al., 1983). The dry weight of rubber was measured at intervals of 45 days. The coagulated latex was dried at 45°C, for 48h, and then weighted. In the statistical analysis weights were expressed in grams per tree per tapping.
- ♦ Trunk girth (TG) - measured at 20cm from the soil, and expressed in centimeters.
- ♦ Bark thickness (BT) - measured at 20cm from the soil, and expressed in millimeters.
- ♦ Disease severity (DS) - assessed by a scale of ratings ranging from 1 (plants free of SALB infection) to 4 (highest level of infection).

2. General Combining Ability (GCA)

The analysis of variance was performed and the within progeny variance was used as an estimate of the experimental error. The two nurseries were regarded as a single experiment without plot randomization. The cross Fx 2261 x RRIM 605, present in both nurseries, was used as a calibrator for the other progenies. Thus every trait scored in the progenies of the nursery 84 was expressed in terms of percentage in relation to the calibrator cross.

The analysis was performed on the data obtained from a 15 x 15 partial non-systematic diallel mating design, using the procedures outlined by Milliken et al. (1970), with modifications. The model used in the analyses was:

$$y_{ijk} = m + b_i + t_j + e_{ijk}$$

where, y_{ijk} is the observed value for the k^{th} tree, of the

cross between the i^{th} female and the j^{th} male parents; m is the general mean; b_i is the GCA of the i^{th} female parent; t_j is the GCA of the j^{th} male parent; and e_{ijk} is the experimental error. In the modified version, the same 15 parents participated as male and female in the two sets of crosses; so, the F_1 s and their reciprocals were available. In this procedure, where all crosses with a particular clone were considered for the estimation of its GCA, the genotypic values are more precisely determined than averaging the GCAs of a given clone, as used by Gilbert et al. (1973), Tan (1977; 1978a,b) and Simmonds (1979).

Here only 11.5% of the possible crosses with a particular clone were available, but according to Milliken et al. (1970), accurate GCA estimates can be obtained even when 10% of these crosses are present. The confidence interval for the differences between two GCA estimates was used for testing the differences between them.

In order to check the reliability of the GCA estimates as predictors of the cross means, the regression of the observed progeny means on the predicted means was estimated. The predicted means were obtained for each cross as:

$$M_{ij} = b_i + t_j$$

where, M_{ij} is the predicted mean for the cross between the i^{th} female with the j^{th} male clone; b_i is the general combining ability of the i^{th} female; and t_j is the general combining ability of the j^{th} female.

3. Simulations

Simulations were done to quantify the sampling effect on the GCA estimates, when using different groups of parents as male or female. Thus, seven arrays were simulated using original data of the present experiment (Table 2) and GCA estimated as outlined by Millikan et al. (1970). Here, the F_1 s and their reciprocal are not

Table 2 - Parentage, number of progenies (PR), number of plants (PL) and estimate of general combining ability of rubber tree clones for dry rubber production (DR), trunk girth (TG), bark thickness (BT) and disease severity (DS).

Parents	Parentage	PR	PL	General Combining Ability Estimates ^a			
				DR	TG	BT	DS
Fx 3864	PB 86 X B 38	2	18	1.768 a	-0.335 c	0.076 cdef	-0.139 de
AVROS 1126	AVROS 214 X AVROS 308	7	131	1.582 a	4.381 a	0.791 ab	0.097 abc
Fx 2261	F 1619 X AVROS 183	3	120	1.526 a	-3.185 def	-0.436 gh	-0.094 cde
AVROS 255	Primary Clone	4	54	1.465 a	4.593 a	1.020 a	0.093 abc
SIAL 842	IAN 6539 X SIAL 703	7	72	0.672 ab	-3.110 def	-0.494 gh	0.026 abcd
C 256	Primary Clone	3	15	0.272 ab	2.845 ab	0.308 bc	-0.077 bcde
Fx 4049	F 4542 x PB 86	3	71	0.191 b	4.372 a	0.139 cd	-0.034 bcde
RRIM 605	Tjir 1 x PB 49	3	93	0.082 b	2.980 b	0.076 cde	0.138 ab
Fx 985	F 315 x AVROS 183	7	57	0.034 b	-1.869 cd	-0.200 efg	0.036 abcd
AVROS 1191	AVROS 256 X AVROS 317	3	29	-0.148 b	2.750 ab	0.486 bc	0.030 abcd
Fx 25	F 351 x AVROS 49	4	46	-0.715 bc	-2.321 cde	-0.156 defg	-0.074 bcde
IAN 6490	P 10 x PB 86	2	54	-1.093 bc	1.887 b	0.078 cde	0.066 abcd
IAN 6598	Fx 43-651 x PB 86	1	25	-1.547 c	-4.401 ef	-0.432 fgh	-0.212 e
IAN 6471	P 10 x PB 86	1	36	-1.940 c	-4.908 ef	-0.558 gh	0.169 a
IAN 6904	Fx 43-651 x PB 86	1	19	-2.148 c	3.680 ef	-0.699 h	-0.024 bcde

^a Any two GCAs with the same letter are not significantly different at 5% of significance by the t test.

necessarily present. In many occasions a particular clone played as female parent and in others as male in the same array. Further, the number of crosses in which each clone participated and the number of plants within progenies are variable. When a given clone participated as both male and female, the two GCAs obtained were averaged, as described by Simmonds (1979).

The cyclical effect of the HMM test on the GCA estimates was also studied and the analyses were performed on the data of the three cycles using the procedure of Milliken et al. (1970) with some modifications, i.e., analysis with duplication of F_1 values in the reciprocal crosses and use of every clone as male and female parents at the same time. Linear correlation coefficients were estimated between the GCA estimates obtained for each cycle and the mean over the three cycles in order to verify the possible use of a single tapping cycle for the estimation of the GCAs.

Results and Discussion

1. Preliminary Analysis

Significant differences were observed among progenies (Table 3) for the following traits: dry rubber production (DR), trunk girth (TG), and bark thickness (BT). However, these progenies did not differ in their levels of resistance (DS) to SALB. The highest coefficient of variation (61.21%) was observed for the dry rubber production, which is in agreement to that found by Tan and Subramaniam (1976). This variation can be attributed to environmental and physiological factors as well as methodological factors such as the plot size, which inflates the experimental error with genetic variation.

In respect to the dry rubber production, some specific crosses as AVROS 1126 x Fx 3864 and AVROS 255 x Fx 2261 outperformed the other crosses in all tapping cycles. They yielded over 6.0 g of dry rubber per tree per tapping (results not shown).

Table 3 - Analysis of variance for dry rubber production (DR), trunk girth (TG), bark thickness (BT), and disease severity (DS), in progenies of rubber tree.

Sources of Variation	Degrees of Freedom	Mean Squares			
		DR	TG	BT	DS
Progenies	25	21.30**	128.22**	4.30**	0.18 ^{ns}
Error	394	5.60	13.28	0.47	0.17
CV(%)		61.21	20.91	22.74	19.35

** significant by F test (P < 0.01)

^{ns} not significant by F test

2. General Combining Ability (GCA)

The GCA effects of male, adjusted to female and vice versa, were significant for all traits (Table 4), indicating that additive effects play an important role in their genetic control. These findings agree with the results obtained by Simmonds (1969), Gilbert et al. (1973), Nga and Subramaniam (1974) and Tan and Subramaniam (1976). On the other hand, the regression deviations observed for most traits in Figure 1, also show that the non-additive effects are somehow important in their genetic control, as already reported by Olapade (1988).

The GCA estimates were observed to be larger for the clones Fx 3864, AVROS 1126, AVROS 255 and Fx 2261, for dry rubber production (Table 2). However, it is necessary to be cautious in relation to the estimates of Fx 3864 and Fx 2261, since they were based on two and three progenies, respectively. These two clones show high yield and resistance to SALB in commercial fields in

Table 4 - Analysis of variance for adjusted general combining ability for dry rubber production (DR), trunk girth (TG), bark thickness (BT), and disease severity (DS), in progenies of rubber tree.

Sources of Variation	Degrees of Freedom	Mean Squares			
		DR	TG	BT	DS
Male Adj. Female	14	36.36**	221.23**	4.48**	0.28*
Female Adj. Male	14	36.36**	221.23**	4.48**	0.28*
Error	811	5.67	14.37	0.54	0.16

** significant by F test (P < 0.01)

* significant by F test (P < 0.05)

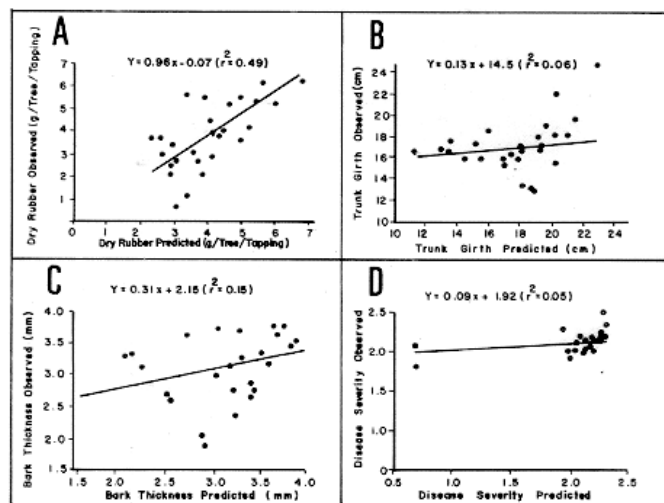


Figure 1- Regression of observed on predicted means of dry rubber production (A), trunk girth (B), bark thickness (C), and disease severity (D) in progenies of rubber.

Southeast Bahia, while the AVROS clones present high susceptibility to this disease. Nevertheless, it is expected that by crossing these AVROS clones with resistant clones, such as Fx 2261 and Fx 3864, progenies with high yield and resistance should result. The possible existence of non-additive effects in the control of these traits reinforces this hypothesis. Thus, the four top clones have large potential and should be used as parentals of the next cycles of selection.

3. Simulations

There were strong inversions in the rank of GCA estimates in the seven arrays (Table 5). For example, the clone Fx 3864 showed the highest GCA in the first six arrays, but showed the lowest estimate in the array 7. Thus, by changing only the array of the parents in the crossing system, wrong conclusions can be drawn. This justifies the use of the modifications proposed here for the estimation of GCA values, i.e., analysis with duplication of F_1 values in the reciprocal crosses and use of every clone as male and female parents at the same time.

This bypasses the problem of the parent array effect in the estimates of GCA, which always occurs when a non-balanced crossing scheme is used in the traditional method originally suggested by Milliken et al. (1970).

The linear correlation coefficients between the GCA estimates (0.81***, 0.98***, 0.97***) obtained for the tapping cycles 1, 2, and 3, respectively allowed us to verify that just a single cycle of 10 tappings is enough to provide precise estimates of GCA. However, if the objective is selection of individual plants, the use of three tapping cycles is advisable, because of the differences in leaf flushing stages of the trees during the tapping.

Conclusions

♦ Additive and non-additive effects are involved in the control of dry rubber production, trunk girth, bark thickness and resistance to South American leaf blight in the population studied.

♦ The clones Fx 3864, AVROS 1126, AVROS 255 and

Table 5 - Estimates of the general combining ability (GCA) of rubber tree clones for dry rubber production in seven simulated arrays of the parents and their respective ranks (Rk).

Parents	1 ^a		2		3		4		5		6		7	
	GCA	Rk	GCA	Rk	GCA	Rk	GCA	Rk	GCA	Rk	GCA	Rk	GCA	Rk
Fx 3864	2.299	(1)	2.438	(1)	2.412	(1)	2.422	(1)	1.725	(3)	2.675	(1)	-3.008	(15)
AVROS 1126	1.209	(5)	1.519	(3)	0.870	(3)	1.682	(4)	2.460	(2)	1.332	(3)	4.429	(1)
AVROS 255	1.436	(4)	1.556	(2)	0.358	(5)	2.245	(2)	2.721	(1)	0.768	(5)	-0.312	(8)
Fx 2261	1.457	(3)	-0.516	(9)	-2.614	(14)	0.918	(5)	0.901	(7)	-2.535	(14)	-2.081	(12)
Fx 985	1.670	(2)	-0.399	(7)	1.079	(2)	0.367	(7)	1.075	(5)	1.296	(4)	1.002	(2)
IAN 6490	-1.224	(12)	-0.980	(12)	-0.349	(10)	-2.987	(14)	-2.527	(14)	0.565	(7)	-0.624	(9)
C 256	0.525	(6)	0.700	(5)	0.196	(7)	0.446	(6)	0.913	(6)	-0.070	(9)	0.617	(5)
SIAL 842	-0.073	(8)	0.914	(4)	0.466	(4)	2.081	(3)	1.479	(4)	1.892	(2)	0.717	(4)
AVROS 1191	0.098	(7)	0.260	(6)	-0.268	(9)	0.043	(8)	0.512	(8)	-0.496	(11)	0.201	(6)
RRIM 605	-0.346	(9)	-0.636	(10)	0.071	(8)	-1.029	(10)	-0.795	(10)	0.461	(8)	-0.270	(7)
Fx 25	-1.202	(11)	-0.466	(8)	0.303	(6)	-0.566	(9)	-0.614	(9)	0.743	(6)	0.934	(3)
Fx 4049	-3.078	(15)	-2.619	(15)	-3.076	(15)	-3.561	(15)	-3.116	(15)	-3.063	(15)	-2.490	(14)
IAN 6598	-0.881	(10)	-0.743	(11)	-0.577	(11)	-1.269	(11)	-1.340	(11)	-0.270	(10)	-1.573	(10)
IAN 6471	-1.273	(13)	-1.135	(13)	-0.969	(12)	-1.662	(12)	-1.733	(12)	-0.662	(12)	-1.966	(11)
IAN 6904	-1.482	(14)	-1.343	(14)	-1.177	(13)	-1.870	(13)	-1.941	(13)	-0.870	(13)	-2.174	(13)

^a Arrays:

1 Male: Fx 25, 985, 2261, AVROS 1126, SIAL 842 and RRIM 605

Female: Fx 985, 3864, 4049, IAN 6471, 6490, 6598, 6904, AVROS 255, 1126, 1191, RRIM 605 and C 256

2 Male: Fx 25, 985, 2261, Avros 1126, SIAL 842 and RRIM 605

Female: Fx 25, 2261, 3864, 4049, IAN 6471, 6490, 6598, 6904, AVROS 255, 1126, 1191, SIAL 842 and C 256

3 Male: Fx 25, 985, 2261, AVROS 1126, SIAL 842 and RRIM 605

Female: Fx 25, 985, 3864, 4049, IAN 6471, 6490, 6598, 6904, AVROS 255, SIAL 842, RRIM 605 and C 256

4 Male: Fx 3864, 4049, IAN 6490, AVROS 255, 1126, 1191, RRIM 605 and C 256

Female: Fx 25, 985, 2261, IAN 6471, 6598, 6904, AVROS 1126, SIAL 842 and RRIM 605

5 Male: Fx 985, 4049, IAN 6490, AVROS 255, 1126, 1191, RRIM 605 and C 256

Female: Fx 25, 985, 2261, 3864, IAN 6471, 6598, 6904, SIAL 842 and RRIM 605

6 Male: Fx 25, 985, 2261, 3864, 4049, IAN 6471, 6598, 6904 and SIAL 842

Female: Fx 985, 4049, IAN 6490, AVROS 255, 1126, 1191, RRIM 605 and C 256

7 Male: Fx 25, 985, 2261, 3864, 4049, AVROS 1126, 1191, SIAL 842 and C 256

Female: Fx 25, 985, IAN 6471, 6490, 6598, 6904, AVROS 255, 1126, RRIM 605 and SIAL 842

Fx 2261 showed the highest estimates of general combining ability for dry rubber production. AVROS 1126 and AVROS 255 also presented high estimates of GCA for trunk girth and bark thickness; and Fx 3864 and Fx 2261 low estimates for severity of South American leaf blight.

♦The estimates of general combining ability are greatly affected by the array of the parents, but it was not affected by either one or three cycles (10 tappings/cycle) of HMM test.

Acknowledgments

The authors are grateful to Drs. Luiz R. M. Pinto, Raul Valle, and the anonymous reviewers for their valuable comments and suggestions.

Literature Cited

- GILBERT, N. 1967. Additive combining abilities fitted to plant breeding data. *Biometrics* 23:45-49.
- GILBERT, N.E.; DODDS, K.S. and SUBRAMANIAM, S. 1973. Progress of breeding investigations with *Hevea brasiliensis*. V. Analysis of data from early crosses. *Journal of Rubber Research Institute of Malaysia* 23: 365-380.
- GONÇALVES, P. de S., PAIVA, J.R. de e SOUZA, R.A. 1983. Retrospectiva e atualidade do melhoramento genético da seringueira (*Hevea* spp.) no Brasil e em países asiáticos. Manaus, EMBRAPA/CNPQ. Série Documentos, nº2, 69p.
- MILLIKEN, G. A. et al. 1970. Estimating general combining ability from an incomplete crossing system. *Journal of the American Society of Sugar Beet Technology* 16: 264-274.
- NGA, B. H. and SUBRAMANIAM, S. 1974. Variation in *Hevea brasiliensis*. I. Yield and girth data of 1937 hand pollinated seedlings. *Journal of Rubber Research Institute of Malaysia* 24: 69-74.
- OLAPADE, E. O. 1988. General and specific combining abilities for latex yield in *Hevea brasiliensis*. In: *Coloquio Exploitation-Physiologie et Amelioration de l'Hevea*, Paris, 1988. Paris, IRCA/CIRAD. pp. 423-430.
- SIMMONDS, N.W. 1969. Genetical basis of plant breeding. *Journal of Rubber Research Institute of Malaysia* 21:1-10.
- SIMMONDS, N.W. 1979. Principles of crop improvement. New York, Longman Inc. 408p.
- TAN, H. 1977. Estimates of general combining ability in *Hevea* breeding at the Rubber Research Institute of Malaysia. I. Phases II and IIIa. *Theoretical and Applied Genetics* 50:29-34.
- TAN, H. 1978a. Assessment of parental performance for yield in *Hevea* breeding. *Euphytica* 27:521-528.
- TAN, H. 1978b. Estimates of parental combining abilities in rubber (*Hevea brasiliensis*) based on young seedling progeny. *Euphytica*, 27: 817-823.
- TAN, H. and SUBRAMANIAM, S. 1976. A five-parent diallel cross analysis for certain characters of young *Hevea* seedlings. In *International Rubber Conference*, Kuala Lumpur, Malaysia, 1975. *Proceedings*. Kuala Lumpur, RRIM, 1976. v.2. pp. 13-26.



ASSOCIAÇÃO SIMBIÓTICA DE BACTÉRIAS DIAZOTRÓFICAS E FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES EM MUDAS DE DENDEZEIRO (*Elaeis guineensis* Jaquim.).

André Ricardo Vieira de Carvalho¹ Eliane Maria Ribeiro da Silva¹, Vera Lúcia Divan Baldani¹ e Johanna Dobreiner¹

¹Universidade Federal Rural do Rio Janeiro-UFRRJ, Caixa Postal 74505, 23851-970, Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil. E-mail: acanavieiras@usa.net

O dendezeiro, palmeira originária da África, pode produzir até 38 toneladas de cachos.ha⁻¹.ano⁻¹ com um rendimento que pode chegar até a 8,4 toneladas de óleo.ha⁻¹.ano⁻¹. O uso do óleo desta palmeira é uma fonte alternativa de energia renovável. Se 30 % da área desflorestada da amazônia brasileira fosse utilizada para o plantio desta palmeira oleaginosa, haveria possibilidade de suprir a demanda diária de 460.000 barris de óleo diesel consumidos no país. Para comprovar a eficiência das bactérias diazotróficas endofíticas e dos fungos micorrízicos arbusculares na contribuição da nutrição nitrogenada e fosfática para as mudas do dendezeiro, foi realizado um experimento de inoculação com bactérias diazotróficas, fungos micorrízicos arbusculares, testemunha nitrogenada micorrizada e testemunhas nitrogenadas ou não. As mudas de dendezeiro mostraram-se bastante responsivas ao nitrogênio, sendo o tratamento micorrizado nitrogenado o que melhor contribuiu para o desenvolvimento das plantas. Destaca-se também o tratamento inoculado com as estirpes Padrões (260, M130, Br 17 e Z 67) + Isolados de Palmeiras (sendo dois isolados da espécie *Herbaspirillum* e um isolado da espécie *Azospirillum brasilense*), que apresentou um comportamento estatisticamente superior à testemunha para os parâmetros diâmetro, altura, área foliar, conteúdo de nitrogênio nas raízes e peso seco da parte aérea 270 dias após a inoculação. Foi verificado também que todos os tratamentos que foram inoculados com os fungos micorrízicos arbusculares associados ou não às bactérias diazotróficas apresentaram um conteúdo de fósforo na parte aérea estatisticamente superior à testemunha.

Palavras-chave: nitrogênio, fósforo e simbiose.

Simbiotic association between diazotrophic bacteria and arbuscular mycorrhize fungi in Oil Palm (*Elaeis guineensis* Jaquin). The Oil Palm (*Elaeis guineensis* Jaquim.), originally imported from Africa, can produce up to 38 t of sunchs. ha⁻¹. year⁻¹ with up to 8,4 tons of palm oil. Besides, this palm is adapted to humid tropical conditions in Brazil, represents a renewable alternative for diesel oil. If 30% of the deforested amazon region would be planted with this oil Palm it could supply the daily requirement of 460.000 barrels of diesel consumed in the country. In order to prove the role of endophytic diazotrophic bacteria, and of arbuscular mycorrhize fungi for N and P supply for these oil palm seedlings, an experiment was conducted with these treatments with and without mineral N application. The plants showed good response to N applications, wherever, the treatment inoculated with type strains (260, M130, Br 17 and Z 67) and oil palm isolates (two strains of *Herbaspirillum* and one isolate of *Azospirillum brasilense*) also showed significant increases of plant diameter, height, leaf area, N content in roots and dry weight of the aerial parts 270 days after inoculation. All treatments inoculated with arbuscular mycorrhize fungi, with or without inoculation of diazotrophic bacteria, showed significant increases of phosphate contents in the aerial part of the plants.

Key words: nitrogen, phosphorus and symbioses.

Introdução

O dendezeiro (*Elaeis guineensis* Jaquim) é uma palmeira originária da África Central (Guiné/Bissau), que pode produzir até 38 toneladas de cachos . hectare⁻¹ . ano⁻¹, com um rendimento de óleo que pode chegar até 8,4 toneladas.hectare⁻¹.ano⁻¹. Boddey (1993) ressalta que se 30 % da área desflorestada da amazônia brasileira fosse utilizada para o plantio desta palmeira oleaginosa, haveria possibilidade de suprir a demanda diária de 460.000 barris de diesel consumidos no país. Berger e Ong (1985), salientam sobre a versatilidade da utilização do óleo de dendezeiro, podendo ser componente nos processos de fabricação de margarinas, óleo de mesa, ceras, tintas, velas e na laminação do aço. A utilização do óleo de dendezeiro na laminação do aço, é devido ao mesmo possuir propriedades anti-oxidantes que o credencia para o uso em laminação de materiais que se oxidam facilmente.

O comércio de óleo no mundo vem tomando um grande impulso nos últimos anos, sendo que cerca de 33 % do total de óleos vegetais comercializados são provenientes de palmeiras. Deste montante, a Malásia detêm 50,6 %, enquanto que o Brasil contribui apenas com 0,6%. Isto traz uma perspectiva para que nosso país aumente a sua participação neste mercado promissor, aumentando a sua área plantada com esta palmeira e gerando mais empregos para a população das regiões norte, centro-oeste e da zona da mata do nordeste, aumentando assim a eficiência de utilização dos solos destas regiões.

O período de tempo que compreende a passagem das plantas pelo viveiro é tido como muito importante na fenologia de plantas perenes, como é o caso do dendezeiro. Assim, para que esta palmeira possa expressar um melhor desenvolvimento, precocidade, resistência a fitopatógenos, vigor e uma boa produtividade de cachos em condições de campo é necessário que sejam atendidas às suas necessidades fisiológicas e nutricionais neste período de sua fenologia. Neste enfoque, uma perspectiva a ser considerada na nutrição desta palmeira na fase de viveiro é o uso de alternativas biotecnológicas, como a inoculação conjunta de bactérias diazotróficas e fungos micorrízicos arbusculares.

A associação entre raízes de dendezeiro e fungos micorrízicos arbusculares, tem sido benéfica para a formação de mudas de dendezeiro, promovendo principalmente uma melhoria na absorção de fósforo, um elemento de fundamental importância para a planta (Blal et al.1990). Quanto a associação de bactérias diazotróficas a esta palmeira, Ferreira et al. (1997) constataram a presença destas bactérias diazotróficas em

diferentes genótipos de dendezeiro, sendo que as espécies que mais predominavam eram *Azospirillum* spp e *Herbaspirillum seropedicae*.

A importância da interação de fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) e bactérias diazotróficas se deve principalmente ao fato dos FMAs, propiciarem uma melhoria na absorção de fósforo pelas plantas, o que proporciona uma atividade mais eficiente da enzima nitrogenase das bactérias diazotróficas, que demandam quantidade significativa de ATP, favorecendo assim a fixação biológica de nitrogênio. Além disso, a inoculação de fungos micorrízicos arbusculares pode promover uma melhoria no estabelecimento e na colonização das bactérias diazotróficas no vegetal, como é relatado por Bianncioto et al. (1996). Certas bactérias diazotróficas como o *Rhizobium* spp também podem favorecer um aumento na colonização de raízes por fungos micorrízicos arbusculares, o que pode ser explicado pela atuação deste fungos diretamente na raiz, excretando substâncias que modificam a permeabilidade da plasmalema da célula vegetal (Kapulnik et al. 1985). O uso da dupla inoculação de bactérias diazotróficas e FMAs, pode também contribuir para a melhoria na absorção de água e nutrientes, além de promover uma maior tolerância da planta a estresses bióticos (Paula e Siqueira, 1987; Siqueira e Franco, 1988), como também aumentar a liberação de substâncias promotoras de crescimento, como fitohormônios para as plantas.

O objetivo deste trabalho foi investigar se existe contribuição através inoculação de bactérias diazotróficas e fungos micorrízicos arbusculares sobre o desenvolvimento e nutrição do dendezeiro, na fase de mudas em casa de vegetação.

Material e Métodos

O experimento foi realizado em casa de vegetação na *Embrapa Agrobiologia*, com sementes pré germinadas (aproximadamente com 45-60 dias após o início da germinação), retiradas de dendezeiros adultos (genótipo Dura Dumpy), gentilmente fornecidas pela Estação Experimental “Lemos Maia” da CEPLAC (Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira), na cidade de Una-Bahia, sendo estas acondicionadas em recipientes de plástico, contendo vermiculita. Antes da montagem do ensaio, algumas plântulas foram reservadas para a observação da ocorrência de bactérias diazotróficas em raízes e parte aérea, utilizando-se os meios LGI (Lipman, 1904), JNFb (Baldani, et al. 1992); NFb (Tarands,1978) e JMV (Baldani,1996).

Foram utilizados 9 tratamentos com 12 repetições, em blocos ao acaso, representados pela Testemunha (tratamento 1); Plântulas fertilizadas com 14 mg de nitrogênio por planta a cada 25 dias na forma de $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (tratamento 2); plântulas inoculadas com uma mistura de 3 isolados de bactérias diazotróficas, oriundos de raízes de pupunheiras e de dendezeiro (sendo 2 isolados da espécie de *Herbaspirillum* e um isolado da espécie *Azospirillum brasilense*), sem a inoculação dos fungos micorrízicos arbusculares (tratamento 3); plântulas inoculadas com as estirpes padrões de *Azospirillum lipoferum* (sp 260), *Herbaspirillum seropedicae* (Z-67), *Burkholderia* sp (M-130) e *Azospirillum lipoferum* (BR-17), sem a inoculação dos fungos micorrízicos arbusculares (tratamento 4); plântulas inoculadas com uma mistura de fungos micorrízicos arbusculares, utilizando esporos, em bom estado vegetativo (esporos viáveis). Sendo 100 esporos de *Scutellospora heterograma*, 100 esporos de *S. gregaria* e 100 esporos de *Glomus clarum* (tratamento 5); tratamento 3 com a inoculação de fungos micorrízicos arbusculares (tratamento 6); tratamento 4 com a inoculação de fungos micorrízicos arbusculares (tratamento 7); plântulas inoculadas com 100 esporos de cada espécie de fungos micorrízicos arbusculares (*S. heterograma*, *S. gregaria* e *G. clarum*) e fertilizadas com 14 mg de N por planta a cada 25 dias, na forma de $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, (tratamento 8); e os tratamentos 3 (Isolados de Palmeiras, sendo 2 isolados da espécie *Herbaspirillum* e um isolado da espécie *Azospirillum brasilense*) e 4 (Estirpes Padrões, sp 260, M 130, Z 67 e Br 17) juntos com ausência da inoculação de fungos micorrízicos arbusculares (tratamento 9).

As sementes pré germinadas de dendezeiro foram plantadas em recipientes de polietileno (com capacidade para 3 litros), contendo substrato com a seguinte composição: 45 % do horizonte B de um solo Podzólico Vermelho Amarelo (Alfissol), 45% de areia lavada, 10 % de Fosfato de rocha Patos de Minas (24 % de P_2O_5) e FTE-Br 12 (a indicação do fabricante mencionava a seguinte composição: 9% de Zn; 1,8% de B; 0,8% de Cu; 3% de Fe; 2% de Mn e 0,10% de Mo) dosado em 20 kg . ha⁻¹. O substrato foi fumigado 3 vezes com intervalos de uma semana, em tanque de 1000 litros, utilizando-se como fumigante o Brometo de Metila, que foi dosado de acordo com o fabricante. Em seguida, esperou-se 10 dias para a utilização do mesmo.

A análise química após a fumigação revelou por kg de substrato os seguintes teores: Al:0 mmol_c; Ca:25 mmol_c; Mg:18 mmol_c; P:4,86 mg; K:45 mg.kg de substrato⁻¹, N total:0,06 g e pH:6,1.

Nos tratamentos com os FMAs, procedeu-se à inoculação no momento do transplante das plântulas para

os recipientes, utilizando-se 1ml da solução inóculo contendo 100 esporos de cada espécie de FMAs utilizada, aplicados sobre as raízes das plântulas. Antes da inoculação com os FMAs foi necessária a desinfestação dos esporos com hipoclorito de sódio 0,5% por 6 minutos e estreptomina a 100 mg.litro⁻¹ por 15 min, seguido de lavagem por três vezes em água destilada e esterilizada. Para detectar a ocorrência de bactérias diazotróficas dentro dos esporos foram utilizados grupos de 50 esporos desinfestados intactos, estourados ou não desinfestados que foram colocados em frascos contendo 5 ml de meio semi-sólidos (LGI, JNFb, JMV e NFb). As bactérias diazotróficas foram inoculadas no momento do plantio das plântulas nos recipientes utilizando-se 2 ml contendo até 10⁸ células de cada estirpe ou isolados utilizados no experimento.

O experimento foi conduzido em casa de vegetação por 270 dias após a inoculação. O diâmetro à altura do colo e a altura das plantas, medida do colo até a inserção da folha mais nova, foi analisado a cada 90 dias. No momento da colheita foram separados aproximadamente 5 gramas de parte aérea e raízes frescas, de 3 plantas de cada tratamento, para a quantificação e reisolamento das bactérias diazotróficas, conforme a metodologia de Dobereiner et al. (1995). Foram também separadas 0,4 g de raízes finas frescas, que foram colocadas em álcool etílico a 92,8% para clarificação e obtenção da porcentagem de colonização. As raízes foram clarificadas e coradas obedecendo a metodologia de Grace e Stribley (1991). A porcentagem do comprimento de raízes finas colonizadas por FMAs foi avaliada pelo método de intercessão em placa, descrito por Giovanetti e Mosse (1980), adaptado a partir do método de medida de comprimento de raízes de Newman (1966). A quantificação do número de esporos em cada vaso dos tratamentos inoculados ou não com fungos micorrízicos arbusculares foi feita retirando 50 cm³ de solo, após a separação das raízes, homogeneização do solo (Gerdemann e Nicolson, 1963) centrifugação em água e sacarose 45% (Jenkins, 1964) e observação sob microscópio estereoscópico.

Todos os dados foram submetidos a análise de variância (Anova 2) e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5 %. O programa estatístico utilizado foi o MSTAT.

Resultados e Discussão

Foi verificado que, para os parâmetros diâmetro do colo e altura das plantas aos 270 dias após a inoculação com bactérias diazotróficas e fungos micorrízicos

arbusculares, o tratamento 9 (estirpes padrões inoculado conjuntamente com isolados de palmeiras), mostrou-se estatisticamente superior à testemunha (Tabela 1). Foi observado também um efeito positivo da inoculação conjunta dos fungos micorrízicos arbusculares com a fertilização nitrogenada (T8). Este tratamento evidenciou, para ambos os parâmetros analisados, um comportamento estatisticamente superior a todos os tratamentos testados (Tabela 1). O tratamento N-mineral em ausência dos FMAs (T2) expressou um comportamento superior a todos os tratamentos testados, com exceção apenas do tratamento Isolados de palmeiras + Isolados padrões (T 9). Cabe aqui ressaltar a importância do efeito sinérgico entre o N-mineral e os FMAs. Este tratamento expressou resultados superiores para diâmetro, altura, peso seco da parte aérea, área foliar, nitrogênio, fósforo e potássio total. Atribui-se este fato ao bom estado nutricional da planta em relação ao Nitrogênio proporcionado pela aplicação do N-mineral, que conseqüentemente promoveu uma melhor eficiência da simbiose dos FMAs com a planta estudada. Também foi observado que no parâmetro altura, os tratamentos 3 (Isolados de Palmeiras) e 4 (Isolados Padrões) apresentaram comportamento estatisticamente superior a testemunha (Tabela 1). Resultado este que pode ser devido a liberação de substâncias promotoras de crescimento (fitormônios) por parte destas bactérias (Falik et al., 1989).

Para o parâmetro peso da matéria seca da parte aérea, foi verificado que o tratamento 9 (Estirpes Padrões + Isolados de palmeiras) apresentou valor estatisticamente superior somente em relação a testemunha (Tabela 1), o que pode ter sido devido à liberação de substâncias promotoras de crescimento pelas bactérias diazotróficas, fato verificado por Barea et al. (1982). Também foi

observado que os tratamentos 2 e 8 foram os que evidenciaram melhor comportamento para este parâmetro. Quanto aos tratamentos que tiveram as bactérias diazotróficas estirpes padrões inoculadas individualmente ou associadas aos fungos micorrízicos arbusculares, bem, como a inoculação das bactérias diazotróficas isoladas de palmeiras associadas ou não com os fungos micorrízicos arbusculares, não contribuíram para a melhoria parâmetro peso da matéria seca da parte aérea, o que pode ser atribuído ao fato da dose de N-mineral ser elevada. Talvez, em doses menores, o efeito benéfico da inoculação pudesse ser observado com mais intensidade.

Para o parâmetro área foliar, foi observado que os tratamentos 2 (N-mineral) e 8 (FMAs + N-mineral) foram estatisticamente superiores aos demais tratamentos testados (Tabela 1). Isto pode ser justificado pelo adequado suprimento de nitrogênio às plantas. Este elemento, segundo Magalhães (1985), está diretamente relacionado com a maior ou menor área foliar da planta. Este autor menciona ainda, que a captação de energia

Tabela 1. Diâmetro, medido à região do colo, altura, medida do colo até a inserção da folha mais nova, peso de parte aérea seca e área foliar em mudas de dendezeiro 270 dias após inoculação (DAI) com bactérias diazotróficas e fungos micorrízicos arbusculares

Tratamentos*	Diâmetro 270 DAI (cm)	Altura 270 DAI (cm)	Peso da parte aérea seca (gramas/planta)	Área Foliar (cm ² por planta)
1	0,68c	4,19c	3,40c	84,46c
2	2,37ab	11,88a	28,40a	680,25a
3	1,45bc	7,10b	6,95bc	150,57bc
4	1,48bc	7,83b	9,19bc	136,75bc
5	1,37bc	6,95bc	11,79bc	277,86bc
6	1,41bc	6,83bc	10,73bc	166,00bc
7	1,26bc	6,71bc	9,98bc	213,56bc
8	2,67a	12,80a	37,10a	655,05a
9	1,98ab	8,45b	14,40b	341,41b

¹ Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas (entre tratamentos), não diferem entre si ($p < 0,05$) pelo teste Tukey.

*Tratamentos:

1: Testemunha

2: N-mineral

3: Isolados de palmeiras

4: Isolados padrões

5: *Scutellospora gregaria* + *Scutellospora heterogama* + *Glomus Clarum* (FMAs)

6: Isolados de palmeiras + FMAs

7: Isolados padrões + FMAs

8: N-mineral + FMAs

9: Isolados de palmeiras + Isolados padrões

solar e a produção de substâncias orgânicas estão diretamente relacionadas a uma maior área foliar. Em geral o maior incremento de área foliar e uma maior eficiência de sua atividade metabólica são obtidas com um suprimento adequado de nitrogênio (Murata, 1969 e Murata and Matsushima, 1975).

Foi verificado que o tratamento 9 (Estirpes padrões+ Isolados de palmeiras), contribuiu para que as mudas de dendezeiro apresentassem uma maior área foliar em relação à testemunha. Matos (1995), em trabalho com a inoculação de batata inglesa com bactérias diazotróficas observou resultado semelhante, o que foi atribuído pela autora a uma provável liberação de substâncias promotoras de crescimento por parte destas bactérias.

Para o parâmetro N-total em raízes 270 DAI (Tabela 2) foi verificado que a presença dos fungos micorrízicos arbusculares do tratamento 8 (FMAs + N-mineral), conferiu às plantas um incremento no conteúdo de N nas raízes de 71,18% em relação ao tratamento 2 (plântulas apenas fertilizadas com o N-mineral) e de 88,67% em relação ao tratamento 5 (FMAs inoculados na ausência da fertilização nitrogenada). Isto evidencia que a planta nutrida adequadamente com este elemento, pode melhorar suas atividades metabólicas, refletindo assim em uma maior sustentabilidade da simbiose planta-FMAs. Com a escassez de nitrogênio, se tem menos clorofila e uma atividade fotossintética menor que a de uma planta nutrida adequadamente com este elemento. Assim, a planta reduziria o envio de fotosintatos para sustentar a simbiose e com menos fotosintatos disponíveis, a atividade metabólica dos FMAs, seria bastante comprometida, fazendo com que os mesmos não expressassem um desempenho melhor como o observado no tratamento 8 (FMAs + N-mineral). Mais uma vez deve ser ressaltado o efeito sinérgico entre o N-mineral e

os FMAs. Este tratamento sempre mostrou valores superiores em relação aos demais tratamentos testados.

Outro efeito positivo observado no tratamento 9 (Estirpes padrões + isolados de palmeiras), foi o conteúdo de N nas raízes, estatisticamente superior à testemunha, como também nos tratamentos que foram inoculados com bactérias diazotróficas (Estirpes padrões ou Isolados de palmeiras), inoculadas ou não com os fungos micorrízicos arbusculares. Isto pode ser explicado pelo maior sinergismo entre os grupos de bactérias diazotróficas (T9), do que dos Isolados de Palmeiras (T3) ou Estirpes padrões (T4) inoculadas isoladamente. O fato das bactérias diazotróficas promoverem uma melhoria no conteúdo total de nitrogênio nas raízes, está de acordo com os resultados obtidos por Urquiaga e Dobereiner (1991), em cana-de-açúcar, como também por Boddey e Dobereiner (1982 e 1988), em gramíneas e cereais.

Para o parâmetro conteúdo total de P na parte aérea de

Tabela 2. Conteúdo total de Nitrogênio nas raízes; conteúdo total de Fósforo e Potássio na parte aérea em mudas de dendezeiro 270 dias após inoculação (DAI) com bactérias diazotróficas e fungos micorrízicos arbusculares.

Tratamentos*	Nitrogênio Total em raízes (mg por planta)	Fósforo Total em parte aérea (mg por planta)	Potássio Total em parte aérea (mg por planta)
1	13,49c	7,767e	11,51c
2	92,15bc	58,59b	162,60b
3	14,26c	14,93de	60,97bc
4	25,56c	21,21cde	92,38bc
5	36,21c	34,03c	171,40b
6	35,43c	29,01cd	95,04bc
7	30,77c	30,22cd	99,20bc
8	319,80a	102,30a	445,40a
9	145,50b	26,02cde	95,35bc

¹ Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas (entre tratamentos), não diferem entre si ($p < 0,05$) pelo teste Tukey.

*Tratamentos:

- 1: Testemunha
- 2: N-mineral
- 3: Isolados de palmeiras
- 4: Isolados padrões
- 5: *Scutellospora gregaria* + *Scutellospora heterogama* + *Glomus Clarum* (FMAs)
- 6: Isolados de palmeiras + FMAs
- 7: Isolados padrões + FMAs
- 8: N-mineral + FMAs
- 9: Isolados de palmeiras + Isolados padrões

mudas de dendezeiro, bactérias diazotróficas e fungos micorrízicos arbusculares, foi verificado que todos os tratamentos inoculados com os fungos micorrízicos arbusculares (T5, T6, T7 e T8), apresentaram um conteúdo total de P na parte aérea estatisticamente superior à testemunha (Tabela 2). Resultado semelhante foi obtido por Sudo et al. (1996) em mudas de pupunheira, e também por Blal et al. (1990) em mudas de dendezeiro. Destaca-se o desempenho superior do tratamento 8 (FMAs + N-mineral), único tratamento que ao mesmo tempo mostrou superioridade à testemunha e aos demais tratamentos testados.

Para o parâmetro conteúdo total de K na parte aérea de mudas de dendezeiro (Tabela 2), foi verificado que o desempenho superior dos fungos micorrízicos arbusculares, como também a resposta positiva da planta à micorrização foi maior quando as plantas, além de estarem micorrizadas, eram também fertilizadas com N. A presença dos fungos micorrízicos arbusculares no tratamento 8, por exemplo, conferiu a este tratamento um incremento de 63,49 % no conteúdo de K em relação ao tratamento 2 (N-mineral na ausência dos fungos micorrízicos arbusculares). Observando-se, também, um incremento de 159,86 % no conteúdo de K na plantas do tratamento 8 (N-mineral + FMAs) em relação às do tratamento 5 (Fungos micorrízicos arbusculares na ausência da fertilização nitrogenada). O que mostra mais uma vez a importância da planta se encontrar bem nutrida de nitrogênio. Este elemento apresenta sinergismo com o potássio, além dos FMAs contribuírem também para a absorção de potássio. O nitrogênio estando em teores considerados ideais, do ponto de vista nutricional, favorece a melhoria dos teores de potássio no interior da

planta. O fato dos tratamentos 5 e 8 evidenciarem um aumento no conteúdo de K em relação à testemunha, está de acordo com os obtidos por Gerdemann (1964), Ross (1971) e Deal et al. (1972) com plantas micorrizadas.

A ausência de raízes finas dificultou a avaliação da colonização micorrízica (Tabela 3), como também observado por Sudo et al. (1996), em mudas de pupunheira inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares. Mesmo existindo esta dificuldade foi constatado uma porcentagem de colonização de raízes finas por FMAs de 16,87 % no tratamento 5 (Fungos micorrízicos arbusculares), 16,97% no tratamento 6 (Isolados de palmeiras + FMAs), 15,82% no tratamento 7 (Estirpes padrões + FMAs) e 15,29% no tratamento 8

Tabela 3. Porcentagem do comprimento de raízes finas colonizadas por fungos micorrízicos arbusculares e população total de Bactérias Diazotróficas nos meios JNFb, LGI, JMV e NFB (somatória de crescimento de película típica de diazotróficas em todos os respectivos meios) em raízes e parte aérea de mudas de dendezeiro 270 dias após inoculação (DAI) com bactérias diazotróficas e fungos micorrízicos arbusculares.

Tratamentos*	% de Colonização de raízes finas por FMA	População de Bactérias diazotróficas em raízes (Log de X)	População de Bactérias diazotróficas em parte aérea (Log de X)
1	1,62 b	6,84 a	5,48 b
2	1,25 b	3,79 f	3,37 cd
3	1,45 b	5,45 bc	3,06 de
4	2,24 b	4,76 cd	0,0 f
5	16,87 a	2,60 g	2,60 e
6	16,97 a	4,43 def	3,92 c
7	15,82 a	4,54 de	3,72 cd
8	15,29 a	5,92 b	3,53 cd
9	0,74 a	3,69 f	7,15 a

¹ Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas (entre tratamentos), não diferem entre si ($p < 0,05$) pelo teste Tukey.

OBS. Os valores de colonização estão transformados pelo fator de conversão raiz quadrada de $X + 1$.

*Tratamentos:

1: Testemunha

2: N-mineral

3: Isolados de palmeiras

4: Isolados padrões

5: *Scutellospora gregaria* + *Scutellospora heterogama* + *Glomus Clarum* (FMAs)

6: Isolados de palmeiras + FMAs

7: Isolados padrões + FMAs

8: N-mineral + FMAs

9: Isolados de palmeiras + Isolados padrões

(N-mineral + FMAs). Observou-se também que, entre os tratamentos micorrizados mencionados anteriormente não havia diferenças estatísticas e que estes foram estatisticamente superiores aos tratamentos não micorrizados (Tabela 3). Nos esporos das diferentes espécies de FMAs utilizados neste experimento não foi constatado a presença de bactérias diazotróficas. Quanto a população total de bactérias diazotróficas (somatória da população de diazotróficas nos meios JNFb, LGI, JMV e NFb) nas raízes e na parte aérea das mudas de dendezeiro ao final do experimento (Tabela 3), os resultados evidenciaram a presença destas bactérias diazotróficas tanto nos tratamentos inoculados com as bactérias diazotróficas, como também nos tratamentos não inoculados com estas bactérias. A constatação de bactérias diazotróficas nos tratamentos não inoculados com este microrganismo pode ser justificado pela presença de uma população de microrganismos diazotróficos pré existentes no endosperma das sementes da plântulas pré germinadas utilizadas neste experimento. Com a germinação e o desenvolvimento da plântula, estas colonizam também as raízes e a parte aérea. A ocorrência de bactérias nativas no tratamento testemunha oferece parâmetros de comparação que mostra maior eficiência das bactérias inoculadas sobre as de ocorrência natural. Entretanto, levanta a possibilidade de que os efeitos observados com a inoculação possam ser resultado da atividade fixadora das bactérias nativas, ou mesmo da interação destas com as inoculadas.

Nas raízes (Tabela 3), a maior população de microrganismos diazotróficos foi detectada no tratamento 1 (Testemunha), o que pode ser explicado pela ausência de competição das bactérias diazotróficas pré existentes com as bactérias diazotróficas inoculadas, como também ao fato das bactérias diazotróficas pré existentes não terem a presença de fatores influenciando a sua população (como a presença da fertilização nitrogenada, ou ainda a presença dos fungos micorrízicos arbusculares). Na parte aérea foi observado que a maior população de bactérias diazotróficas encontrada foi no tratamento 9 (Estirpes Padrões + Isolados de Palmeiras).

Conclusões

- As mudas de dendezeiro mostraram resposta à fertilização nitrogenada
- A inoculação individual de estirpes de bactérias diazotróficas padrões ou de isolados de bactérias diazotróficas de palmeiras não contribuiu para a melhoria dos parâmetros testados em relação a testemunha.

- A contribuição dos FMAs com as mudas de dendezeiro, foi claramente observada, mesmo quando o nitrogênio foi adicionado.

- A inoculação conjunta de estirpes Padrões ou de isolados de palmeiras com os FMAs não contribuiu para a melhoria dos parâmetros investigados, em relação a testemunha.

- Quando as estirpes Padrões foram inoculadas com os Isolados de Palmeiras, este tratamento proporcionou maior área foliar, conteúdo de nitrogênio nas raízes, diâmetro do colo, altura e peso de parte aérea seca com 270 dias após a inoculação, superior a testemunha.

- O tratamento N-mineral associado aos fungos micorrízicos arbusculares, foi o tratamento que evidenciou o melhor comportamento entre os demais tratamentos testados.

- Os FMAs associados ou não às bactérias diazotólicas (estirpes Padrões ou isolados de palmeiras) contribuíram para um incremento no conteúdo de fósforo na parte aérea das mudas.

Agradecimentos

A Embrapa-Agrobiologia pela infra-estrutura e ao CNPq pelo aporte financeiro para a elaboração deste trabalho e ao Dr. José Inácio Moura, Chefe da Estação experimental Lemos Maia pelo fornecimento das sementes pré-germinadas de dendezeiro.

Literatura Citada

- BALDANI, V. L. D., BALDANI J. I. and DOBEREINER J. 1992. Identification and ecology of *Herbaspirillum rubrisulbaceans* and the closely related *Pseudomonas rubrisulbaceans*. *Simbioses*, 13: 65-73.
- BALDANI, V. L. D. 1996. Efeito da inoculação de *Herbaspirillum* spp. no processo de colonização e infecção de plantas de arroz e ocorrência e caracterização parcial de uma nova bactéria diazotrófica. Tese de Doutorado. Itaguaí. UFRRJ. 234 p.
- BAREA, J. M. and AZCON-AGUILAR, C. 1983. Mycorrhizas and their significance in nodulation, nitrogen. *Nitrogen Fixing Plants*, 43 (4): 1-54
- BAREA, J. M., BONIS, A. F. and OLIVARES J. 1982. Interactions between *Azospirillum* and VA mycorrhiza and their effects on growth and nutrition of maize and ryegrass. *Soil Biology and Biochemistry* 15 (6): 705-709.
- BERGER, K. G. and ONG, S. H. 1985. The industrial usuf of palm and coconut oils. *Oleagineux* 40 (12): 413-421.

- BIANCIOTTO et al. 1996. An obligately endosymbiotic mycorrhizal fungus itself harbors obligately intracellular bacteria applied and environmental. *Microbiology* 62 (8). 3005-3010.
- BLAL, M.C. et al. 1990. Influence of VAM mycorrhizae on phosphate fertilizer efficiency in two tropical acid soil planted with micropropagated oil palm (*Elaeis guineensis* Jack.). *Biology and Fertility of Soils* 9 : 43-48.
- BODDEY, R. 1993. Green energy from sugar cane. *Chemistry and industry* n° 10: 355-358.
- BODDEY, R. M. and DOBEREINER, J. 1982. Association of *Azospirillum* and other diazotrophic bacteria with tropical gramineae. *In International Congress of Soil Science 12th*, New Delhi. Non-symbiotic nitrogen fixation and organic matter in the tropics. New Delhi. Indian Society of Science. pp 28-47.
- BODDEY, R. M. and DOBEREINER, J. 1988. Nitrogen fixation association with grass and cereals. Recent results and perspectives for future research. *Plant and soil* 108: 53-65.
- DEAL, D. R. MAI, W. F. and BOOTHROD, C.W. 1972. A survey of biotic relations in grape replant situations, *Phytopathology* 62 (5) : 503 -507.
- DOBEREINER J., BALDANI V. L. D. e BALDANI, J. I. 1995. Como isolar e identificar bactérias fixadoras de Nitrogênio em não leguminosas. Brasília, Embrapa-SPI. 60p.
- FERREIRA, A. C., COZZOLINO K. e DOBEREINER . J. 1997. Identificação de Bactérias Diazotróficas colonizando raízes e colmos de dendeeiro. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 69 (1). p. 115-116
- FALLIK , E. et al. 1989. Identification and quantification of IAA and IBA in *Azospirillum brasilense* inoculated maize root. *Soil Biology and Biochemistry* 21:147-153.
- GERDEMANN, J.W. and NICOLSON, T. H. 1963. Spores of Mycorrhizal edogone species extracted from soil by wet sieving and decating. *Transaction British Mycological Society* 46: 235-246.
- GERDEMANN, J.W. 1964. The effect of mycorrhiza on the growth of maize. *Microbiology*, 56: 342-349.
- GIOVANNETTI, M. and MOSSE B. 1980. An avaluation of techniques for measuring VAM, infection in roots. *The New Phytopatology* 84: 489-500.
- GRACE, C. and STRIBLEY, D. P. 1991. A safer procedure for routine staining of vesicular arbuscular mycorrhizae fungi: *Mycology* 95: 1160-1162.
- JEKINS, W. R. 1964. A rapid centrifugal flotation technique for separating nematodes from soil. *Plant Disease Report* 48 (9): 692.
- KAPULINK, Y., OKON, Y. and HENISY, Y. 1985. Change in roots morphology of wheat caused by *Azospirillum* cultivation, *Canadian Journal of Microbiology* 31 : 881-887.
- LIPMAN, J. G. 1904. Soil bacteriological studies. Further contributions to the physiology and morphology of members of the *Azotobacter* sp. groups. Report of the New Jersey State Agricultural Experiment Station n° 25: 237-289.
- MAGALHÃES, A. C. N. 1985. Análise Quantitativa do Crescimento. *In Ferri, M.G. Coord. Fisiologia Vegetal* 2 ed. São Paulo, EPU. pp 330-350.
- MATOS, R. M. B. 1995. Fungos micorrízicos arbusculares em plantas micropropagadas de abacaxizeiro (*Ananas comosus* L.), bananeira (*Musa* sp) e batata inglesa (*Solanum tuberosum* L.). (Tese de Mestrado). Itaguaí, UFRRJ. 107 p.
- MURATA Y. 1969. Physiological responses to nitrogen in plants. *In Eastin, J. D. et al. Physiological Aspects of Crop Yeld. Madison, ASA/CSSA.* pp 235-259.
- MURATA, Y. and MATSHUSHIMA S. 1975. Rice. *In Evans L.I. ed. Crop Physiology. Some Carvalho case histories.* Cambridge University Press. pp 73-99.
- NEWMAN, E. J. 1966. A method of estimating the total length of root sample. *Journal of Applied Ecology* 3: 139-145.
- ORLANDO FILHO, HAAG, J. e ZAMBELLO, H. P. E. 1980. Crescimento e absorção de macronutrientes em cana de açúcar (variedade CB 41-46) em função da idade em solos do Estado de São Paulo, Piracicaba. *Boletim Técnico PLANAL SUCAR (Brasil) n° 2* : 1-128.
- PAULA, M. A. e SIQUEIRA, J. O. 1987. Efeito da umidade do solo sobre a simbiose endomicorrízica em Soja II, Crescimento, nutrição e relação água-planta. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 11: 289-293.
- ROSS, J. P. 197. Effect of phosphate fertilization on yield of mycorrhizal and non mycorrhizal soybeans. *Phytopathology* 61: 1400-1403.
- SIQUEIRA, J. O. e FRANCO A. A. 1988. Biotecnologia do Solo. Fundamentos e perspectivas. Brasília, MEC. 236 p.
- SUDO A. et al. 1996. Produção de mudas de pupunheira colonizadas por fungos micorrízicos arbusculares. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 20: 529-532.
- TARRANT, J. J., KRIEG, N. R. and DOBEREINER J. 1978. A taxonomy study of the *Spirillum lipoferum* group with descriptions of new genes *Azospirillum lipoferum* (Beijerinck), comb. nov. and *Azospirillum brasilense*. *Canadian Journal Microbiological* 24: 967-980.
- URQUIAGA, S. y DOBEREINER, J. 199. Fijación biológica de nitrogeno com gramíneas forrageras cereales y caña de azúcar. *In Olivares J. y Baraea J.M. eds. Fijacion y movilizacion biological de nutrientes. Madrid, Consejo Superior de Investigacion Científica. v 2* pp 71-89.

VASSOURA-DE-BRUXA EM CUPUAÇUZEIRO NO SUL DA BAHIA *

*Trabalho financiado pelo Convênio CEPLAC/EMBRAPA/SEAGRI/EBDA/FUNDECAU

José Ronaldo Monteiro Lopes¹, Edna Dora Martins Newman Luz², José Luiz Bezerra²

¹CEPLAC/CENEX, Caixa Postal 7, 45600-970, Itabuna, Bahia, Brasil. E-mail: setec@ceplac.gov.br.

²CEPLAC/CEPEC, Caixa Postal 7, 45600-970, Itabuna, Bahia, Brasil. E-mail: sefit@cepec.gov.br.

Objetivando diagnosticar a disseminação da vassoura-de-bruxa na cultura do cupuaçu no Sul da Bahia, foi efetuado um levantamento minucioso nos municípios que compõem a região, visitando-se imóveis rurais e catalogando as áreas existentes de cupuaçuzeiros. Foram observadas plantações de cupuaçu em 44 municípios do Sul da Bahia, sendo que a maioria das plantas foi oriunda do Pará, sugerindo uma base genética estreita. A vassoura-de-bruxa foi diagnosticada em 20 municípios, sendo mais freqüente em plantas safreiras nos municípios de Camacan, Camamu, Coaraci, Ibirataia, Ilhéus, Itajuípe, Pau Brasil, Santa Luzia e Uruçuca. Proporcionalmente aos danos no cacauzeiro, as perdas provocadas por esta doença no cupuaçuzeiro ainda são pequenas, embora crescentes.

Palavras-chave: cupuaçu, cupuaçu-suscetibilidade, *Theobroma grandiflorum*, *Crinipellis perniciosa*, hospedeiros alternativos

Witches' broom disease of cupuassu in the South of Bahia. A detailed survey of cupuassu population was done in all municipalities of the Southern region of Bahia aiming to characterize this population and to assess witches' broom disease incidence on this crop. All existing cupuassu orchards were visited and surveyed. These were found in 44 municipalities most of them formed from seeds originated from the State of Para. This suggests a narrow genetic basis for the crop. The witches' broom disease was detected in plants located in 20 municipalities and it was most frequent in yielding plants of the Camacan, Camamu, Coaraci, Ibirataia, Ilhéus, Itajuípe, Pau Brasil, Santa Luzia and Uruçuca municipalities. Comparing with the losses caused on cacao by witches' broom the losses on cupuassu, although increasing, are much lower.

Key words: cupuassu, cupuassu-susceptibility, *Theobroma grandiflorum*, *Crinipellis perniciosa*, collateral hosts

Introdução

O cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) Schum.) é uma fruteira arbórea, do gênero *Theobroma*, da família Sterculiaceae, oriunda da região Amazônica, encontrada em estado silvestre nas matas de terra firme e várzea alta no Sul e Leste do Pará, abrangendo as áreas do médio Tapajós, dos rios Tocantins, Xingu e Guamá, alcançando o noroeste do Maranhão, principalmente nos Rios Turiaçu e Pindaré (Calzavara et al., 1984).

O cupuaçu, é uma fruteira nativa da Amazônia brasileira e foi introduzida na Bahia por Gregório Bondar, em 1930, na antiga Estação Experimental de Água Preta, em Uruçuca (Ribeiro et al., 1992).

Com a chegada da vassoura-de-bruxa na região cacauzeira da Bahia (Pereira et al., 1989) e com seu conseqüente alastramento, trazendo o empobrecimento, endividamento de produtores e uma série de problemas de ordem econômica e social (Luz et al., 1997), começou-se a procurar outras alternativas para exploração concomitante ao cacauzeiro na região, surgindo então o cupuaçu como uma alternativa. Até aquela data, esta fruteira era mais ou menos proscrita na Bahia por ser considerada, na Amazônia, hospedeira de *Crinipellis perniciosa*, o agente causal da vassoura-de-bruxa. No período de 1979 a 1988, a maior quantidade de material botânico apreendido e incinerado pelos inspetores fitossanitários da Campanha para Controle da vassoura-de-bruxa (CAVAB) foi sementes, mudas e frutos de cupuaçu (Laker e Trevisan, 1992). Atualmente, no entanto, o panorama é outro, já que a exploração industrial de polpa de frutas da região está em expansão e o cupuaçu oferece grande potencialidade neste campo (Calzavara, 1982).

A vassoura-de-bruxa, é originária da Bacia Amazônica e está limitada ao Novo Mundo, ocorrendo na Bolívia, Colômbia, Equador, Guiana, Peru, Suriname, Venezuela, Guiana Francesa, Brasil (Bacia Amazônica do Brasil e Estado da Bahia), Granada, Trinidad-Tobago, México e Panamá (Pereira et al., 1989; Luz et al., 1997).

A vassoura-de-bruxa afeta toda a parte aérea do cupuaçuzeiro sendo considerada a doença mais destrutiva e a de maior importância para a cultura na região Amazônica, endêmica em toda a América do Sul Tropical (Lima e Souza, 1997; Yoneyama et al., 1997). O cupuaçuzeiro sofre o ataque do patógeno tanto na fase jovem como na adulta, prejudicando o desenvolvimento e a produção da cultura, afetando o vigor, a floração e a frutificação da planta (Stein et al., 1997).

A sintomatologia da doença inicialmente caracteriza-

se por um engrossamento do ramo bem como o aparecimento de muitos brotos laterais, formando-se as chamadas vassouras-verdes. Posteriormente, ocorre o secamento da brotação afetada, passando à denominação de vassoura-seca, cujo aspecto deu origem ao nome da doença. Nas vassoura-verdes das plantas adultas, na época da floração, observa-se a produção de um grande número de botões florais, com posterior queda das flores. Nos frutos jovens, há paralisação do crescimento e secamento dos mesmos. Quando a doença afeta os frutos em fase adiantada de desenvolvimento, observa-se manchas escuras na casca, que correspondem internamente à região de apodrecimento da polpa, que adquire a cor marrom. Geralmente, não se verifica o apodrecimento de sementes (Lima e Souza, 1997).

Nas flores observa-se processo semelhante, isto é, superbrotamento e supercrescimento. Os frutos originados de flores infectadas são pequenos e endurecidos. Naqueles em estágio de maturação, freqüentemente os sintomas são observados no interior, isto é, nas sementes e na polpa. Tanto nas flores como nos frutos ocorre, também, a produção de basidiocarpos (Müller et al., 1995).

A produção de frutos do cupuaçuzeiro é bastante afetada quando atacada pela vassoura-de-bruxa, embora não se tenha quantificado ainda o valor do prejuízo causado pela doença nessa cultura (Conceição et al., 1997). Segundo Vieira (1942), em relação ao cacauzeiro a produção de frutos do cupuaçuzeiro é mais afetada pela doença, visto que a frutificação ocorre somente nos ramos. Em suas excursões, Pound (1938), constatou que o cupuaçu era severamente atacado pela vassoura-de-bruxa no baixo vale do Amazonas.

De acordo com Stein (1996) e Stein et al. (1997), apesar de bem estudado na cultura do cacauzeiro, onde causa a mesma doença, pouco se sabe sobre a biologia e fisiologia deste patógeno no cupuaçuzeiro, bem como os impactos por ele causados na fisiologia do hospedeiro durante as diferentes fases de crescimento.

A poda profilática, que consiste na remoção dos ramos e frutos doentes uma vez por ano, na época mais seca, com repasse cerca de 3 meses depois, apesar de ser um método oneroso, é a medida de controle mais utilizada na região Amazônica (Bastos e Evans, 1979). Entretanto, segundo Yoneyama et al. (1997), inicialmente o controle cultural não teve muito sucesso devido ao porte das plantas, que dificulta a retirada das vassouras nos ramos mais altos. A redução do porte da planta, através da enxertia e poda de formação, contribuiu para o aumento da eficiência do controle integrado da doença.

A vassoura-de-bruxa do cupuaçuzeiro na Bahia foi identificada em frutos oriundos do município de Uruçuca, em 1997 (Lopes et al. no prelo).

Este trabalho teve como objetivo verificar e avaliar a disseminação da vassoura-de-bruxa em cupuaçuzeiros no sul da Bahia para oferecer subsídios aos produtores rurais da região sobre a viabilidade da expansão da cultura e controle da doença no sul da Bahia.

Material e Métodos

Mediante informações levantadas pelos extensionistas do Centro de Extensão da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CENEX/CEPLAC), de 43 Escritórios Locais da região Sul da Bahia, foram levantados os plantios existentes na região e visitados todos os produtores rurais, incluindo os pioneiros no plantio de cupuaçuzeiros. Procurou-se informações sobre as áreas plantadas e a origem do material introduzido. Foram visitadas 273 propriedades em 44 municípios onde havia plantios de cupuaçu.

Durante o levantamento das plantações de cupuaçuzeiros no Sul da Bahia, ao se encontrar ramos e/ou frutos infectados com sintomatologia típica da vassoura-de-bruxa, coletou-se o material vegetal para isolamento do patógeno e identificação. Em condições de laboratório, o material foi desinfestado, lavado em água corrente, levado para a câmara asséptica e, com auxílio de um bisturi esterilizado e flambado a cada incisão, foram retirados fragmentos para o isolamento em placas de Petri contendo batata-dextrose-ágar (BDA). Os fragmentos foram imersos em hipoclorito de sódio comercial a 1%, por um minuto, e em sequência lavados em água destilada estéril várias vezes, parcialmente secos ao ar, e colocados, em número de três fragmentos por placa, diretamente nas placas de Petri, contendo aproximadamente 15ml de BDA. As placas foram então incubadas à temperatura de 25°C. Após o desenvolvimento do micélio foram retirados discos das bordas das colônias identificadas como de *C. pernicioso* e transferidos, para outras placas de Petri contendo BDA, a fim de obter-se culturas puras do patógeno. Cada isolamento recebeu um número de acordo com a coleção de isolados da Seção de Fitopatologia do Centro de Pesquisas do Cacau (SEFIT/CEPEC). As colônias de outros fungos foram identificadas a nível de gênero.

Resultados e Discussão

Dos 44 municípios onde foram encontrados plantios ou plantas isoladas de cupuaçu, em 20 (Arataca,

Buerarema, Camacan, Camamu, Coaraci, Floresta Azul, Ibirataia, Igrapiúna, Ilhéus, Ituberá, Itajuípe, Jussari, Maraú, Nilo Peçanha, Pau-Brasil, São José da Vitória, Santa Luzia, Ubatã, Uruçuca e Taperoá) foram detectados a ocorrência de vassoura-de-bruxa (Figura 1). A incidência de vassoura-de-bruxa em cupuaçuzeiros na região, é baixa, observando-se poucas plantas infectadas e pequeno número de vassouras vegetativas por planta. Quando presentes, as vassouras verdes não são facilmente distinguidas na copa, sendo melhor identificadas quando secas (Figura 2). Vassouras de almofada floral não são ainda observadas, entretanto, a infecção em frutos é grande, sendo maior do que na copa da planta (Figura 3). As plantas mais infectadas estão localizadas próximas a áreas de cacau muito atacadas pela doença, a exemplo dos municípios de Camacan, Uruçuca, Ilhéus, Camamu, Ibirataia, Santa Luzia, Pau Brasil, Itajuípe, Coaraci. Porém, mesmo nesses municípios, observa-se o máximo de 5 vassouras por planta. Os produtores afirmam que a incidência da doença vem aumentando de ano para ano, assim como as perdas em frutos. Estas porém, não ultrapassam os 15%.

Como são poucas as vassouras por planta o controle é feito por meio da remoção e queima das mesmas, podendo ser realizado com frequência. No entanto, nas plantas dispersas dentro de áreas cultivadas com cacau este cuidado não é adotado.

Desde que o produtor não negligencie no controle da vassoura-de-bruxa, retirando as vassouras verdes e/ou secas, queimando-as e enterrando os frutos infectados, é possível a expansão do cultivo, pois a sua rentabilidade cobre os custos do controle. Todavia, são necessárias pesquisas para adaptar as medidas de controle existentes para a vassoura-de-bruxa do cacaueiro visando tornar mais racional e econômica a convivência dos produtores de cupuaçu com a doença.

Não há relatos, dos produtores rurais, sobre sintomas de pragas e outras doenças nas copas e/ou frutos, com exceção da vassoura-de-bruxa.

Durante o trabalho de isolamento de *C. pernicioso* no material vegetativo de cupuaçu foram detectados em associação com os sintomas de envassouramento e necrose dos frutos, como possíveis contaminantes, alguns fungos como: *Lasiodiplodia*, *Pestalotiopsis*, *Phomopsis*, *Trichoderma*, *Fusarium* e *Macrophoma*, de galhos, e *Xylaria*, *Phomopsis*, *Glomerella*, *Lasiodiplodia*, *Aspergillus*, *Trichoderma* e *Pestalotiopsis*, de frutos.

As espécies do gênero *Trichoderma* isoladas de cupuaçu poderão ser testadas quanto ao seu antagonismo a *C. pernicioso* visando o seu emprego, no futuro, no controle biológico da vassoura-de-bruxa do cupuaçuzeiro, a exemplo do que já é feito no cacau.

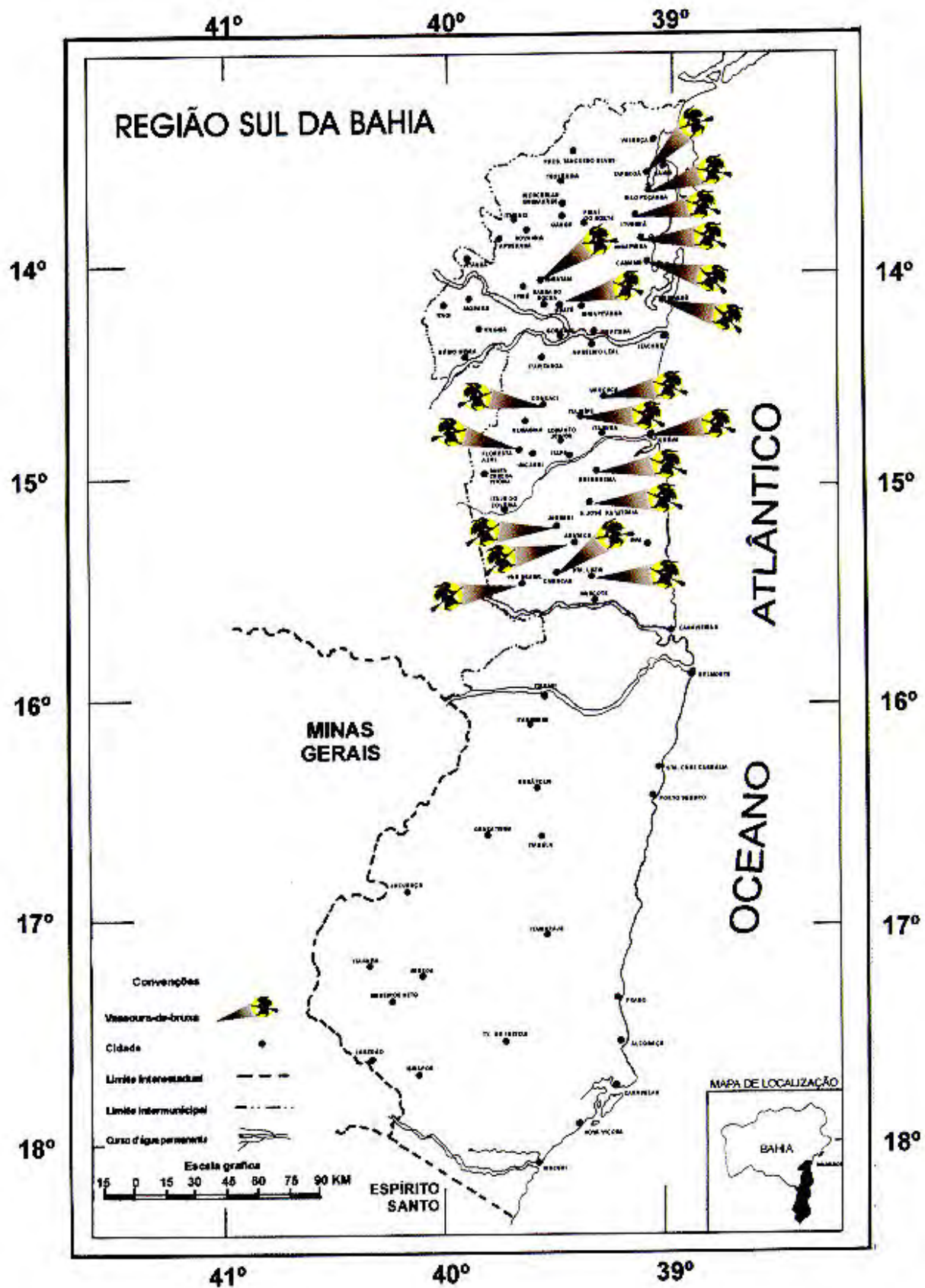


Figura 1. Ocorrência de vassoura-de-bruxa em cupuaçu, por município.



Figura 2. Vassoura seca em cupuaçuzeiro.



Figura 3. Frutos de cupuaçu infectados com *Crinipellis perniciosus*.

Literatura Citada

- BASTOS, C. N e EVANS, H.C. 1979. Hospedeiros da vassoura-de-bruxa (*C. pernicioso*). In Belém, CEPLAC/DEPEA. Informe Técnico. 1979. p. 35-36.
- CALZAVARA, B. B. G. 1982. Cupuaçuzeiro-*Theobroma grandiflorum* Schum. Belém, EMBRAPA/CPATU. 11p. (Cultivos Pioneiros).
- CALZAVARA, B. B. G., MÜLLER, C. H. e KAHWAGE, O. de N. da C. 1984. Fruticultura tropical: o cupuaçuzeiro cultivado, beneficiamento e utilização do fruto. Belém, EMBRAPA/CPATU. Documentos nº 32.
- COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO E AÇÃO REGIONAL. 1995. Sul da Bahia: perfil regional: programa de desenvolvimento regional sustentável Salvador. CAR. Cadernos CAR nº 7. 140 p.
- CONCEIÇÃO, H. E. O. da et al. 1997. Composição bioquímica e enzimas oxidativas em folhas de cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* (Willdenow ex Sprengel) Schumann infectadas por *Crinipellis pernicioso*. In Seminário Internacional sobre pimenta-do-reino e cupuaçu, 1, 1996, Belém. Anais. Belém, EMBRAPA/CPAA. Documentos nº 89. pp.173-181.
- LAKER, H. A. and TREVISAN, O. 1992. The increasing importance of cupuassu (*Theobroma grandiflorum*) in the Amazon region of Brazil. Cocoa Growers' Bulletin nº 45: 45-52.
- LIMA, M. I. P. M. e SOUZA, A. das G. C. de. 1997. Diagnóstico das principais doenças do cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) Schum.) e seu controle. Aracaju, EMBRAPA/CPAA. Documentos nº 9. 18p.
- LOPES, J. R. M., LUZ, E. D. M. N. e BEZERRA, J. L. Suscetibilidade cruzada do cupuaçuzeiro e outras espécies vegetais a isolados de *Crinipellis pernicioso*. Fitopatologia Brasileira (no prelo).
- LUZ, E. D. M. N. et al. 1997. Doenças do cacauzeiro. In Vale, F.X.R., Zambolim, L. eds. Controle de doenças de plantas. Viçosa, UFV. v. 2. p. 611-616.
- MÜLLER, C. H. et al. 1995. A cultura do cupuaçu. Brasília, EMBRAPA/SPI. Coleção plantar nº 24. 61p.
- PEREIRA, J. L. et al. 1998. Primeira ocorrência de vassoura-de-bruxa na principal região produtora de cacau do Brasil. Agrotropica (Brasil) 1(1): 79-81.
- POUND, F. J. 1938. Cacao and witches' broom disease (*Marasmius pernicioso*) of South America with notes on other species of *Theobroma*: report on a visit to Ecuador, the Amazon valley and Colombia, April, 1937 - April, 1938. Port-of-Spain, Yuille's Printerie. 58p.
- RIBEIRO, N. C. de et al. 1992. Características físicas e químicas de frutos de cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*) do sudeste da Bahia. Agrotropica (Brasil) 4 (2): 33-37.
- STEIN, R. L. B. 1996. Vassoura-de-bruxa do cupuaçuzeiro ações de pesquisa e resultados. In Workshop sobre as Culturas de Cupuaçu e Pupunha na Amazônia, 1, 1996, Manaus. Anais. Manaus, EMBRAPA/CPAA. Documentos nº 6. pp.149-157.
- STEIN, R. L. B., ALBUQUERQUE, F. C. de e NASCIMENTO, R. M. do. 1997. Vassoura-de-bruxa do cupuaçuzeiro: observações de campo. In Seminário Internacional sobre Pimenta-do-reino e Cupuaçu, 1, 1996, Belém. Anais. Belém, EMBRAPA/CPAA. Documentos nº 89. pp. 333-339.
- VIEIRA, J. T. 1942. "Lagartão" ou "vassoura-de-bruxa". Boletim da Sociedade Brasileira de Agronomia 5 (4): 393-400.
- YONEYAMA, S. et al. 1997. Controle químico da vassoura-de-bruxa em cupuaçuzeiro. In Seminário Internacional sobre pimenta-do-reino e cupuaçu, 1, 1996, Belém. Anais. Belém, EMBRAPA/CPAA. Documentos nº 89. pp. 161-169.



SITUAÇÃO ATUAL DO CUPUAÇUZEIRO NO SUL DA BAHIA*

*Trabalho financiado pelo Convênio CEPLAC/EMBRAPA/SEAGRI/EBDA/FUNDECAU

José Ronaldo Monteiro Lopes¹, Edna Dora Martins Newman Luz² e José Luiz Bezerra²

¹CEPLAC/CENEX, Caixa Postal 7, 45600-970, Itabuna, Bahia, Brasil. E-mail: setec@ceplac.gov.br,

²CEPLAC/CEPEC, Caixa Postal 7, 45600-970, Itabuna, Bahia, Brasil. E-mail: sefit@cepec.gov.br.

Existem plantações de cupuaçu em 44 municípios do sul da Bahia, sendo que a maioria das plantas foi oriunda do Pará, sugerindo uma base genética estreita. O cultivo do cupuaçuzeiro está em franca expansão na região e das plantações em desenvolvimento 61% estão tecnicamente conduzidas. Há uma boa aceitação no mercado e está crescendo o interesse industrial pela polpa, motivando os agricultores a se organizarem em associações. A vassoura-de-bruxa foi diagnosticada em 20 municípios, sendo mais freqüente em plantas safreiras nos municípios de Camacan, Camamu, Coaraci, Ibirataia, Ilhéus, Itajuípe, Pau Brasil, Santa Luzia e Uruçuca.

Palavras-chave: cupuaçu, *Theobroma grandiflorum*, vassoura-de-bruxa, *Crinipellis pernicioso*

Present situation of cupuassu plantations in the south of Bahia. There are cupuassu orchards in 44 municipalities in the south of Bahia. Most plants originate from Para State suggesting a narrow genetic basis for the crop. Cupuassu is an expanding crop in Bahia and 61% of the technically conducted plantations are still under development. Cupuassu fruit pulp has a good acceptance on the market and the increasing industrial interest in it has led the farmers to get organized in associations. The witches' broom disease was detected in plants located in 20 municipalities and it was most frequent in yielding plants of the Camacan, Camamu, Coaraci, Ibirataia, Ilhéus, Itajuípe, Pau Brasil, Santa Luzia and Uruçuca municipalities.

Key words: cupuassu, *Theobroma grandiflorum*, witches' broom, *Crinipellis pernicioso*

Introdução

O sul da Bahia, caracteriza-se como uma região tropical úmida, composta das sub-regiões: Cacaueira (com 42 municípios), Baixo Sul (com 11 municípios) e Extremo Sul (com 21 municípios), totalizando 74 municípios, estendendo-se de Valença a Mucuri. (CAR, 1995).

O cupuaçuzeiro (Figura 1), embora seja uma fruteira nativa da Amazônia brasileira, foi introduzida na Bahia por Gregório Bondar, em 1930, na antiga Estação Experimental de Água Preta, em Uruçuca (Ribeiro et al., 1992).

Dos 74 municípios componentes da região em foco, há plantios de cupuaçu em desenvolvimento ou safreiros em 44 municípios, num total de 273 propriedades com 70.486 plantas (Figura 2). A maior área é de plantios em desenvolvimento, representando 58.154 plantas ou 82,5% das plantas catalogadas (Tabela 1). O maior número de plantas safreiras encontra-se no município de Ituberá, seguido dos municípios de Taperoá, Nilo Peçanha e Ilhéus. O município de Ilhéus apresenta o maior número de plantas em desenvolvimento, com idade de até 4 anos, seguido de Ituberá, Una, Marau e Camamu. A existência de maior número de plantios em desenvolvimento demonstra que a cultura está em franca expansão na região.

No somatório total de plantas (safreiras e em desenvolvimento), o município de Ituberá apresenta o maior número, seguido dos municípios de Ilhéus, Taperoá e Una. As plantas mais antigas estão cultivadas nos municípios de Buerarema, Camamu, Ilhéus, Ituberá,

Nilo Peçanha e Uruçuca, e foram, na maioria, plantadas esparsas, com exceção de poucos agricultores pioneiros que efetuaram plantios ordenados, porém sem espaçamento definido. Em pequeno número, há plantios consorciados com coco, mamão ou banana, nos municípios de Ilhéus, Itabela, Porto Seguro e Santa Cruz Cabrália.

As plantas safreiras geralmente estão plantadas de modo disperso, em áreas comerciais de cacau, chácaras ou fundos de quintal de residências rurais. No entanto, nos municípios de Ibirataia, Ituberá, Nilo Peçanha, Santa Luzia e Taperoá, encontram-se imóveis rurais com cultivos estabelecidos com espaçamentos adequados.

De modo geral, foi observado que na região Sul da Bahia, a floração ocorre de agosto a dezembro e a frutificação de janeiro a junho, com pico de produção entre março a maio. De acordo com as variações climáticas, podem ocorrer frutos temporões nos meses de julho a setembro.

Em árvores adultas, com idade superior a 10 anos, a produção média citada pelos produtores na Bahia é superior a 80 frutos/ano, existindo relatos de produção de mais de 100 frutos/árvore/ano, em plantas irrigadas, no município de Una, acima, portanto, das médias da Amazônia brasileira, citadas por Falcão e Lleras (1983), Calzavara et al. (1984); Müller et al. (1995) e Villachica (1996), que variam de 12 a 26,8 frutos. Sacramento et al. (1993), efetuaram o controle de produção de frutos durante o período de 1986 a 1990, em cupuaçuzeiros plantados em 1975, em uma propriedade do município

de Ituberá, encontrando 4.713kg como média anual de produção de polpa por hectare, nestes cinco anos estudados, que também é superior a média da Amazônia. Fraife Filho et al. (1998), avaliaram cupuaçuzeiros do 3^o ao 5^o ano após o plantio na Estação Experimental Lemos Maia, Una, BA, registrando que a produção média de frutos por planta, em três safras, variou de 3,67 a 13,33 frutos por planta. Mediante o exposto, conclui-se pela necessidade de instalação de experimentos, para avaliar a produção de cupuaçuzeiros na Bahia.

São encontrados na Bahia frutos dos tipos redondo, mamorana e mamaú, segundo a classificação de Calzavara et al. (1984); Venturieri et al. (1985) e Müller et al. (1995), porém, com a predominância do tipo mamorana (Figura 3). Provavelmente



Figura 1. Cupuaçuzeiro safreiro.

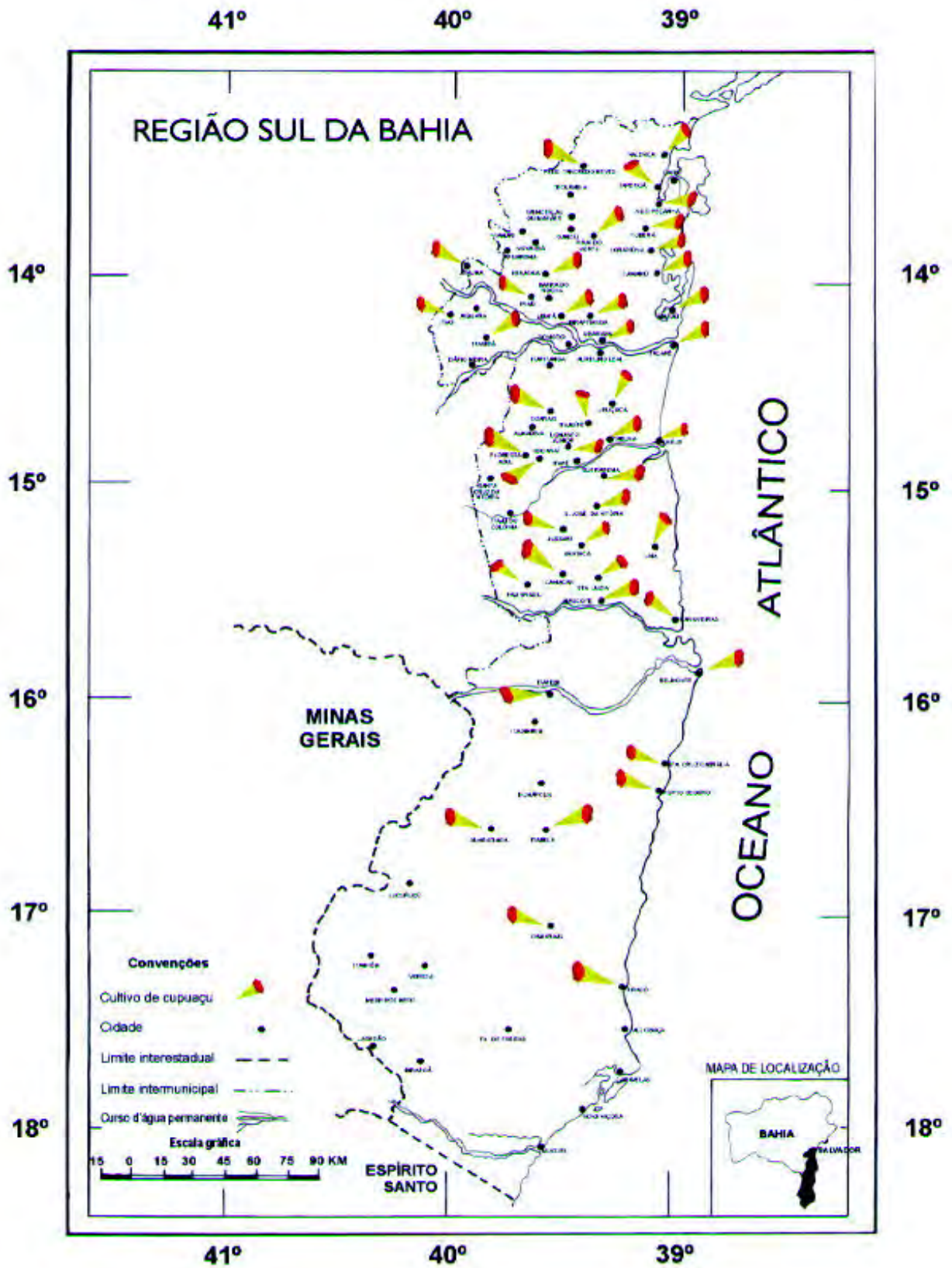


Figura 2. Municípios do sul da Bahia onde existem plantações de cupuaçu.

Tabela 1. Plantios de cupuaçuzeiro na região sul da Bahia - posição 1999.

Município	Imóveis visitados	Número de plantas		Total de plantas
		Safreira	Desenvolvimento	
Arataca	3	3	62	65
Belmonte	2	2	0	2
Buerarema	9	18	670	688
Camacan	5	8	10	18
Camamú	13	507	3254	3761
Canavieiras	4	0	635	635
Coaraci	4	9	1003	1012
Floresta Azul	1	5	5	10
Guaratinga	7	19	105	124
Ibicaí	2	2	10	12
Ibirataia	8	222	500	722
Ibirapitanga	11	66	1051	1117
Igrapiúna	6	25	2327	2352
Ilhéus	41	1374	7151	8525
Itabela	1	0	2100	2100
Itabuna	1	0	200	200
Itacaré	2	12	312	314
Itajuípe	10	10	1004	1014
Itagibá	2	19	12	31
Itagí	1	30	2000	2030
Itapebi	1	0	1	1
Itamarajú	6	31	217	248
Ituberá	23	3339	5845	9184
Ipiaú	2	2	0	2
Jitaúna	2	8	8	16
Jussari	4	12	68	80
Lomanto Júnior	2	8	2	10
Mascote	4	0	22	22
Maraú	7	15	4303	4318
Nilo Peçanha	8	2474	3000	5474
Pau Brasil	5	5	1501	1506
Piraí do Norte	1	200	2000	2200
Porto Seguro	1	0	1800	1800
Prado	1	0	5	5
Pres. Tanc. Neves	2	3	120	123
S.J. da Vitória	2	2	150	152
Santa Cruz Cabrália	2	0	1015	1015
Santa Luzia	5	61	1131	1192
Taperoá	15	2870	3370	6240
Ubaítaba	4	4	1310	1314
Ubatã	5	13	2450	2463
Una	16	479	5742	6221
Uruçuca	17	450	183	633
Valença	5	25	1500	1525
Total	273	12332	58154	70486

Safreira - plantas acima de 4 anos de plantadas.

Desenvolvimento - plantas até 4 anos de plantadas.



Figura 3. Alguns tipos de frutos de cupuaçu encontrados na região sul da Bahia: a) fruto típico da variedade mamorana, b) fruto redondo, e c) variações de tipos de frutos: (da esquerda para direita) oblongo, ovado e elíptico.

por estes serem os frutos maiores, foram escolhidos para obtenção de sementes e mudas que originaram novos plantios. No entanto, observa-se variação no tamanho e forma de frutos na mesma planta.

Geralmente, no período da colheita, os frutos são também comercializados em feiras livres, principalmente nos municípios de Camamu, Ilhéus, Ituberá e Nilo Peçanha, bem como em lanchonetes. Depois deste período, a polpa congelada é a principal forma de comercialização.

A quase totalidade dos frutos comercializados nas feiras livres ou em forma de polpa de fruta é oriunda das árvores cultivadas de modo disperso, haja vista que os plantios tecnicamente orientados, na grande maioria, estão ainda em desenvolvimento. Está havendo também uma expansão de novos plantios, orientados por programas de crédito rural, aos pequenos produtores rurais e assentados, principalmente via Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF). Isto significa que a cultura está tendo um bom nível de satisfação por parte dos produtores.

O consumo principal da polpa no Sul da Bahia é na forma de suco ou sorvete. Os outros subprodutos, tão apreciados no norte do país, como cupulate (chocolate caseiro de cupuaçu), geléia, geleiado, licor, picolé, creme

e doce em pasta ainda não estão difundidos aqui. A falta de variedades melhoradas que possibilitem maior rendimento de polpa é também um entrave à expansão da cultura do cupuaçu na Bahia.

Nos municípios da região do Baixo Sul o procedimento para separação da polpa é praticamente todo realizado com o uso de tesoura doméstica, havendo mulheres tão hábeis que chegam a extrair 50 kg de polpa por dia. A polpa é comercializada não só na região mas é também exportada para Salvador e outros Estados. O quilo da polpa é vendido pelo produtor ao preço médio de R\$ 2,00.

Os produtores devem concentrar seus esforços na conquista de novos mercados nos municípios mais populosos e incentivar o consumo per capita, para viabilizar a crescente produção. A organização dos produtores rurais em cooperativas ou associações é um passo importante, assim como a apresentação do produto em embalagens higiênicas, de boa qualidade, que obedeçam a legislação vigente no país.

Foi feito o levantamento histórico do material botânico utilizado na introdução do cultivo do cupuaçu no Sul da Bahia, efetuando-se uma revisão bibliográfica e contactando-se alguns agricultores pioneiros no plantio do cultivo no Sul da Bahia. Mediante informações levantadas pelos extensionistas do Centro de Extensão da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CENEX/CEPLAC), de 43 Escritórios Locais da região Sul da Bahia, foram cadastrados os plantios existentes na região e visitados todos os produtores, incluindo os pioneiros no plantio de cupuaçuzeiro. Foram visitadas 273 propriedades em 44 municípios onde foram constatados plantios de cupuaçu, inclusive plantas no fundo de quintal de casas da região, aplicando-se um questionário, contemplando informações sobre a área plantada ou o número de pés, a data do plantio, a procedência do material genético, a época de floração e frutificação e a incidência de vassoura-de-bruxa. Neste tocante, segundo os dados levantados, a incidência ainda é baixa na região, observando-se poucas plantas infectadas e pequeno número de vassouras vegetativas por planta. Quando presentes, as vassouras verdes não são facilmente distinguidas na copa, sendo melhor identificadas quando secas. Não foram observadas vassouras de almofada floral, entretanto, a infecção em frutos é grande, sendo

maior do que na copa da planta. As plantas mais infectadas estão localizadas próximas a áreas de cacau muito atacadas pela doença, a exemplo dos municípios de Camacan, Uruçuca, Ilhéus, Camamu, Ibirataia, Santa Luzia, Pau Brasil, Itajuípe, Coaraci. Porém, mesmo nessas plantas, foi observado o máximo de 5 vassouras por planta. Além destes foi detectada a incidência de vassoura-de-bruxa também nos municípios de Nilo Peçanha, Taperoá, Ituberá, Igrapiuna, Maraú, Ubatã, Floresta Azul, Buerarema, São José da Vitória, Jussari e Arataca, totalizando 20 municípios. Os produtores afirmam que a incidência da doença vem aumentando de ano para ano, assim como as perdas em frutos. Estas porém, não ultrapassam os 15%. As áreas foram consideradas em desenvolvimento até o quarto ano após o plantio. A partir desta data foram consideradas em produção. Foi utilizada a lista mínima de descritores citada por Souza (1996), para descrição do fruto.

Literatura Citada

- CALZAVARA, B. B. G., MÜLLER, C. H. e KAHWAGE, O. de N. da C. 1984. Fruticultura tropical: o cupuaçuzeiro: cultivo, beneficiamento e utilização do fruto. Belém, EMBRAPA/CPATU. Documentos nº 32. 101p.
- COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO E AÇÃO REGIONAL-CAR. 1995. Sul da Bahia: perfil regional: programa de desenvolvimento regional sustentável. Salvador. CAR Cadernos CAR nº 7. 140p.
- FALCÃO, M.L. e LLERAS, E. 1983. Aspectos fenológicos, ecológicos e de produtividade do cupuaçu-*Theobroma grandiflorum* (Willd ex Spreng) Schum. Acta Amazônica 13 (5-6): 725-736.
- FRAIFE FILHO, G.A. et al. Avaliação de genótipos de cupuaçuzeiro na região Sudeste da Bahia. In Congresso Brasileiro de Fruticultura, 15, 1998, Poços de Caldas. Resumos. Lavras, UFLA. p334.
- MÜLLER, C. H. et al. 1995. A cultura do cupuaçu. Brasília, EMBRAPA/SPI. Coleção plantar nº 24. 61 p.
- RIBEIRO, N. C. de et al. 1992. Características físicas e químicas de frutos de cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*) do Sudeste da Bahia. Agrotropica (Brasil) 4 (2): 33-37.
- SACRAMENTO, C. K. do, RIBEIRO, N. C. de A., BARRETO, W.S. 1993. Época de produção e qualidade de frutos de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) no Sudeste da Bahia. In International Symposium On Tropical Fruits, 1, 1993. Program and Abstracts. Vitória, EMCAPA. Documentos nº 79. pp.25.
- SOUZA, A. das G. C. de. 1996. Recursos genético e melhoramento do cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) Schum.) In Workshop sobre as Culturas de Cupuaçu e Pupunha na Amazônia, 1, 1996, Manaus. Anais. Manaus, EMBRAPA/CPAA. Documentos nº 6. pp.111-127.
- VENTURIERI, G. A., ALVES, M. L. B. e NOGUEIRA, M.D.O. 1985. Cultivo do cupuaçuzeiro. Informativo SBF (Brasil) 4 (1): 15-17.
- VILLACHICA, H. 1996. Copoasu: *Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) Schum. In Tratado de Cooperación Amazonica. Frutales y hortalizas promisorias de la Amazonia. Lima, FAO. pp. 104 -112.



COMISSÃO EXECUTIVA DO PLANO DA LAVOURA CACAUEIRA
Órgão Vinculado ao Ministério da Agricultura