

**ROLANDO ALFREDO RIOS-RUIZ**

**EPIDEMIOLOGIA E MANEJO DA MONILÍASE DO CACAUEIRO NO PERU**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitopatologia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2004

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e  
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

Rios-Ruiz, Rolando Alfredo, 1958  
R586e Epidemiologia e manejo da monilíase do cacauero no  
2004 Peru. – Viçosa : UFV, 2004.  
viii, 80f. : il. ; 29cm

Orientador: Luiz Antônio Maffia  
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa

Inclui bibliografia

1. Candidíase - Epidemiologia. 2. Cacau – Doenças e pragas - Controle. 3. Cacau – Resistência a *Moniliophthora roreri*. I. Universidade Federal de Viçosa.  
II. Título.

CDD 20.ed. 633.7494

**ROLANDO ALFREDO RIOS-RUIZ**

**EPIDEMIOLOGIA E MANEJO DA MONILÍASE DO CACAUEIRO NO PERU**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitopatologia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 26 de fevereiro de 2004.

---

Prof. Eduardo S. G. Mizubuti  
(Conselheiro)

---

Prof. Acelino Couto Alfenas  
(Conselheiro)

---

Dr. Trazilbo José de Paula Júnior

---

Dr. Luiz Antônio dos Santos Dias

---

Prof. Luiz Antonio Maffia  
(Orientador)

## CONTEÚDO

RESUMO.....	v
ABSTRACT.....	vii
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	3
CAPÍTULO 1	
MONILÍASE DO CACAU: OCORRÊNCIA, DISTRIBUIÇÃO, INCIDÊNCIA E PERDAS CAUSADAS PELA DOENÇA NO PERU .....	5
RESUMO.....	5
1. INTRODUÇÃO.....	6
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	7
2.1. Distribuição da monilíase no Peru .....	7
2.1.1. Ocorrência da monilíase, delimitação de focos e programas de erradicação .....	7
2.1.2. Monitoramento da monilíase no Peru.....	8
2.2. Perdas de produção em decorrência da monilíase .....	9
2.2.1. Perdas gerais obtidas de acordo com os levantamentos .....	9
2.2.2. Avaliação de perdas nas regiões de Jaen-Bagua e de Tingo María .....	9
3. RESULTADOS .....	10
3.1. Ocorrência e distribuição da monilíase no Peru .....	10
3.1.1. Ocorrência de focos e programas de erradicação .....	10
3.1.2. Monitoramento da monilíase no Peru.....	11

3.2. Perdas de produção em decorrência da monilíase .....	12
3.2.1. Perdas gerais obtidas de acordo com os levantamentos .....	12
3.2.2. Avaliação de perdas nas regiões de Jaen-Bagua e de Tingo María .....	12
4. DISCUSSÃO .....	13
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	16
CAPÍTULO 2	
PROGRESSO DA MONILÍASE DOS FRUTOS DO CACAU NO PERU .....	24
RESUMO .....	24
1. INTRODUÇÃO .....	25
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	27
3. RESULTADOS .....	28
4. DISCUSSÃO .....	30
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	33
CAPÍTULO 3	
RESISTÊNCIA DE CULTIVARES DE CACAU A <i>Moniliophthora roreri</i> NO PERU .....	38
RESUMO .....	38
1. INTRODUÇÃO .....	39
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	42
2.1. Resistência de cultivares de cacau inoculados artificialmente com <i>Moniliophthora roreri</i> .....	42
2.2. Resistência de cultivares à monilíase avaliada por meio da infecção natural .....	44
3. RESULTADOS .....	44
3.1. Resistência de cultivares de cacau inoculados artificialmente com <i>Moniliophthora roreri</i> .....	44
3.2. Resistência de cultivares à monilíase avaliada por meio da infecção natural .....	46
4. DISCUSSÃO .....	46
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	50
CAPÍTULO 4	
MANEJO INTEGRADO DA MONILÍASE DO CACAU NO PERU .....	59
RESUMO .....	59
1. INTRODUÇÃO .....	60
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	62

2.1. Efeito do controle cultural no progresso da monilíase .....	63
2.2. Efeito de diferentes freqüências de remoção de frutos doentes.....	63
2.3. Efeito da aplicação de fungicidas .....	64
2.4. Efeito da combinação resistência e remoção de frutos doentes.....	65
3. RESULTADOS .....	66
3.1. Efeito do controle cultural no progresso da monilíase .....	66
3.2. Efeito de diferentes freqüências de remoção de frutos doentes.....	66
3.3. Efeito da aplicação de fungicidas .....	67
3.4. Efeito da combinação resistência e remoção de frutos doentes.....	67
4. DISCUSSÃO .....	68
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	71
CONCLUSÕES GERAIS.....	78

## RESUMO

RIOS-RUIZ, Rolando Alfredo, D.S., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2004. **Epidemiologia e manejo da monilíase do cacau no Peru**. Orientador: Luiz Antônio Maffia. Conselheiros: Acelino Couto Alfenas e Eduardo Seiti Gomide Mizubuti.

A monilíase, causada por *Moniliophthora roreri*, uma das doenças mais importantes do cacau no Peru, pode causar perdas totais na produção. Considerando a importância da doença e a escassez de informações a seu respeito, nesse trabalho avaliaram-se: i- o avanço, a distribuição geográfica e as perdas decorrentes da doença; ii- o progresso e a influência de condições ambientais sobre a doença; iii- a resistência de cultivares de cacau ao patógeno; e iv- os efeitos de remoção de frutos doentes, de fungicidas e da associação remoção de frutos-resistência, no progresso da doença. Detectou-se a doença pela primeira vez no Peru em 1988, na região de Bagua (Marañon); em 1989 e 1990, em 48 e 85%, respectivamente, das localidades avaliadas na região Jaen-Bagua; em 1992, na região de Tingo Maria (Huellaga); em 1992, em Juanjui; em 1993, em Tocache; em 1994, no Valle do Pachitea; em 1995, na região de San Francisco (Apurimac-Ene); em 1997, na de Satipo (Perene-Ene); e, em 1998, na de La Convención (Urubamba). Atualmente, a doença ocorre nas cinco principais regiões produtoras de cacau, ocasionando perdas de 19 a 100% de frutos. Em vista do comércio e do tráfego nas regiões fronteiriças, há risco iminente de introdução da monilíase no Brasil e na Bolívia. Na região de Tingo Maria, de 1996 a 1999, a doença ocorreu em todos os meses do ano. Identificaram-se picos de infecção, principalmente de janeiro a

julho, resultado de condições de alta precipitação pluviométrica em outubro a abril, existência de inóculo e de frutos em estágio suscetível em dezembro a maio. No banco de germoplasma da Universidad Nacional Agraria de la Selva (Tingo María) e no viveiro da Cooperativa Agraria (Tocache), em 1997/98 e 1998/99, avaliou-se a resistência de cultivares ao patógeno, por meio de inoculações artificiais e de observações em condições de inóculo natural no campo. Em ambas as condições e os locais, no cultivar 'ICS 95' detectou-se maior resistência à doença. A remoção semanal de frutos doentes reduziu significativamente a doença em relação à remoção a cada duas semanas. Em outros ensaios, a remoção semanal e a diferenciada (semanal, de dezembro a maio, e a cada duas semanas, de junho a novembro) reduziram mais eficientemente a incidência da monilíase e aumentaram a produção que a remoção a cada duas semanas, durante todo o ano. A remoção diferenciada é recomendável aos produtores para implementação. A incidência da monilíase foi significativamente menor com aplicação de hidróxido de cobre, óxido cuproso ou clorotalonil, que no tratamento testemunha. Nas cultivares testadas, houve diferenças quanto à suscetibilidade à doença. Obtiveram-se menor incidência de monilíase e maior produção em 'ICS 95', que deve ser recomendada para plantios comerciais.

## ABSTRACT

RIOS RUIZ, Rolando Alfredo, D.S., Universidade Federal de Viçosa, February 2004.  
**Epidemiology and management of cocoa moniliasis in Peru.** Advisor: Luiz Antônio Maffia. Committee Members: Acelino Couto Alfenas and Eduardo Seiti Gomide Mizubuti.

Moniliasis, which is caused by *Moniliophthora roreri*, is a very important cocoa disease in Peru and can cause complete production losses. Because of disease importance and the lack of information regarding it, there were evaluated: i- disease spread, its geographical distribution, and losses it is being causing; ii- disease progress and the effect of climate variables on it; iii- the resistance of cocoa cultivars to the pathogen; and iv- the effects of diseased fruits removal, fungicides, and the combination fruit removal – resistance on moniliasis progress. The disease was first found in Peru in 1988 in Bagua region (Marañon); 1989 and 1990 in 48 and 85%, respectively, of localities sampled in Jaen-Bagua region; 1992 in Tingo Maria region (Huallaga); 1992 in Juanjui; 1993 in Tocache; 1994 in Pachitea Valley; 1995 in San Francisco region (Apurimac-Ene); 1997 in Satipo region (Perene-Ene); and 1998, in La Convención (Urubamba). Currently, moniliasis is found at the five major Peruvian cocoa producing regions, causing fruit losses between 19 to 100%. Considering intense trade and people movement in Peruvian border, there is a risk of introducing moniliasis on Brazil and Bolivia. In Tingo Maria region, from 1996 to 1999, the disease occurred throughout all the months. Infection peaks were detected, mostly from January to July, which coincided with high rainfall levels (October to April) and availability of inoculum and

stage susceptible fruits (December to May). At the germplasm collection of the Universidad Nacional Agraria de la Selva (Tingo María) and at the nursery of the Cooperativa Agraria (Tocache), in 1997/98 and 1998/99, cultivar resistance to *M. rozeri* was evaluated, by artificially inoculating fruits and by observing fruit reactions to natural inoculation under field conditions. At both places and inoculation conditions, 'ICS 95' was the most resistant cultivar to the pathogen. Weekly removals of diseased fruits were more efficient than biweekly removals in reducing disease incidence. Similarly either weekly removals or variable removals (weekly from December to May and biweekly from June to November) were more efficient in reducing disease incidence and increasing yield than biweekly removals. Variable removals should be recommended to growers. Moniliasis incidence was significantly lower with copper hydroxide, cuprous oxide or chlorotalonil than in control treatment. Differences regarding disease resistance were found in the tested cultivars. Less disease incidence and more yield were gotten in 'ICS 95', which should be recommended to growers.

stage susceptible fruits (December to May). At the germplasm collection of the Universidad Nacional Agraria de la Selva (Tingo María) and at the nursery of the Cooperativa Agraria (Tocache), in 1997/98 and 1998/99, cultivar resistance to *M. rozeri* was evaluated, by artificially inoculating fruits and by observing fruit reactions to natural inoculation under field conditions. At both places and inoculation conditions, 'ICS 95' was the most resistant cultivar to the pathogen. Weekly removals of diseased fruits were more efficient than biweekly removals in reducing disease incidence. Similarly either weekly removals or variable removals (weekly from December to May and biweekly from June to November) were more efficient in reducing disease incidence and increasing yield than biweekly removals. Variable removals should be recommended to growers. Moniliasis incidence was significantly lower with copper hydroxide, cuprous oxide or chlorotalonil than in control treatment. Differences regarding disease resistance were found in the tested cultivars. Less disease incidence and more yield were gotten in 'ICS 95', which should be recommended to growers.

## INTRODUÇÃO GERAL

O cacauzeiro (*Theobroma cacao* L.) é nativo da floresta tropical úmida americana, particularmente na bacia do Alto Amazonas, a qual é considerada seu centro de origem (Cuatrecasas, 1964). Atualmente, um terço do cacau do mundo é produzido nas Américas. Em muitos dos países americanos, a produção é severamente reduzida por três doenças fúngicas: monilíase (MO) (causada por *Moniliophthora roreri* (Cif & Par.) Evans et al.), podridão parda (causada por *Phytophthora* spp.) e vassoura de bruxa (VB) (causada por *Crinipellis pernicioso* (Stahel) Singer), cujo manejo vem desafiando os fitopatologistas (Fulton, 1989). Quando uma destas doenças surge em alguma região, pode levar a perdas severas rapidamente e gerar problemas econômicos e sociais, como ocorreu com a VB que atingiu a Bahia em 1989 (Pereira et al., 1989), e com a MO, que atingiu a Costa Rica em 1978 (Enriquez et al., 1982) e o Peru em 1988 (Hernandez et al., 1990). Para a MO, nas duas últimas décadas, geraram-se conhecimentos básicos e desenvolveram-se medidas de controle (Evans, 1981; Barros, 1982; Suarez, 1987; Ram, 1989; Phillips-Mora, 1999). Contudo, estudos detalhados de epidemiologia e manejo dessa doença são de necessidade premente.

Atualmente cinco regiões produzem cacau no Peru (Rios-Ruiz, 1991; Hernandez, 1991). Cada região apresenta condições edafoclimáticas adequadas para a cultura do cacauzeiro. Contudo, também as condições climáticas são adequadas para a incidência de doenças, constituindo-se em fatores limitantes da produção.

A podridão parda e a vassoura de bruxa foram consideradas, até a década do 80, como as doenças mais importantes para o Peru, e estavam amplamente disseminadas

no país (Rios-Ruiz & Munive, 1984; Rios-Ruiz, 1989; Suarez, 1987). Mais recentemente, com a detecção da MO no país, o volume de perdas de produção aumentou significativamente. A MO é considerada como uma das cinco doenças mais graves do cacauero no mundo (Van der Vossen, 1997). No Equador, citam-se perdas de até 90% dos frutos e o total abandono do cultivo (Diaz, 1957); na Colômbia as perdas são estimadas entre 30 e 40% ou não menos de 21 milhões de dólares anuais (Barros, 1982); na Costa Rica as perdas são variáveis entre 60 a 90 % (Enriquez et al., 1982).

Nas últimas décadas, na Amazônia peruana estabeleceu-se intenso programa de promoção de culturas, no qual incrementou-se substancialmente a área cultivada com cacaueros. Entretanto, é necessário que sejam reduzidas as perdas ocasionadas pela MO, para que se continue a expansão da cultura. Por outro lado, há grandes riscos de a MO ser introduzida no Brasil, com conseqüências desastrosas para as lavouras de cacau, em vista das perdas severas advindas de epidemias da doença. Em vista destas duas considerações, há necessidade premente de se gerarem conhecimentos básicos sobre a MO e estratégias de manejo da doença. Assim, nesta tese objetivou-se estudar a epidemiologia e o manejo da MO do cacauero, nas condições do Peru. A tese está dividida em quatro capítulos. No primeiro, estudou-se o avanço e a distribuição geográfica da MO e se estimaram as perdas decorrentes da doença; no segundo, avaliaram-se o progresso e a influência de condições ambientais e da fenologia do cacauero na doença; no terceiro, avaliou-se a resistência de cultivares de cacau a *M. royeri* e, no quarto, avaliaram-se os efeitos de práticas culturais, de fungicidas e de sua associação à resistência, no progresso da doença e na produção de cacaueros.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barros, O. (1982). Avances en la represión de la moniliasis del cacao. In. *International Cocoa Resarch Conference, 8, Proceedings*. Cocoa Producers' Alliance, Lagos, pp.401-405.
- Cuatrecasas, J. (1964). Cacao and its allies; a taxonomic revision of the genus *Theobroma*. *Contributions from the United States National Herbarium* 35: 379-614.
- Diaz, J. (1957). Algunas observaciones sobre la incidencia de *Monilia* del cacao en Ecuador. *Turrialba*, 7: 95-99.
- Enriquez, G. A.; Brenes, O. & Delgado, J.C. (1982). Desarrollo e impacto de la moniliasis del cacao en Costa Rica. In. *International Cocoa Resarch Conference, 8, Proceedings*. Cocoa Producers' Alliance, Lagos, pp. 375-380.
- Evans, H. C. (1981). Pod rot of cacao caused by *Moniliophthora (Monilia) roreri*. *Phytopathological Papers* No. 24. C.M.I. Kew, Surrey, England.
- Fulton, R. H. (1989). The cacao disease trilogy: Black pod, *Monilia* pod rot and Witches' Broom. *Plant Disease* 73: 601-603.
- Hernandez, T. A.; Aranzazu, H. F.; Arevalo, G. E. & Rios, R. R. (1990). La moniliasis del cacao en el Peru. *Agrotrópica* 2: 56-58.
- Hernandez, T. A. (Ed.) (1991). Cacao. Sistemas de producción para la Amazonía Peruana. Proyecto de promoción agroindustrial AD/PER/459. UNFDAC-PNUD/OSP.
- Pereira, J. J.; Ram, A.; Figueiredo, J. M. & Almeida, L. E. C. (1989). Primeira ocorrência de vassoura de bruxa na principal região produtora de cacau do Brasil. *Agrotrópica* 1: 79-81.

- Phillips-Mora, W. (1999). Studies at CATIE on Moniliasis resistance (*Moniliophthora roreri* (Cif & Par.) Evans et al.) In: *Proceedings of the International Workshop on the Contribution of Disease Resistance to Cocoa Variety Improvement*. INGENIC, Reading, pp. 111-117.
- Ram, A. (1989). Biology, Epidemiology and Control of Moniliasis (*Moniliophthora roreri*) of Cacao. Imperial College. University of London, UK. (Ph.D. Thesis).
- Rios-Ruiz, R. A. & Munive, J. (1984). Estudio de *Monilia roreri* en cacao. Informe de investigación. Convenio INIPA-PEAH-UNASTM. UNAS, Tingo María.
- Rios-Ruiz, R. A. (1989). Manejo de enfermedades en cacao y café en Tingo María. Technical Report, Proyecto AD/PER/86/459. OSP/PNUD. Tingo María, Peru.
- Rios-Ruiz, R. A. (1991). Manejo integrado de enfermedades del cacao. In. *Curso Moderno del Cacao*. UNAS-FA. Tingo María. Peru.
- Suarez, C. (1987). Asesoramiento en fitopatología en la región del Alto Huallaga. Technical Report, Project AD/PER/86/458-OSP/PNUD. Tingo María. Peru.
- Van der Vossen, H. A. M. (1997). Strategies of variety improvement in cocoa with emphasis on durable disease resistance. An external review prepared for INGENIC. International Group for Genetic Improvement of Cocoa, Reading.

## **CAPÍTULO 1**

### **MONILÍASE DO CACAU: OCORRÊNCIA, DISTRIBUIÇÃO, INCIDÊNCIA E PERDAS CAUSADAS PELA DOENÇA NO PERU**

#### **RESUMO**

Cerca de 50.000 ha são cultivados com cacau no Peru, com produção aproximada de 23.000 t/ano. O controle de doenças é componente importante do programa de pesquisas com o cacau que se iniciou em 1980 para promoção da cultura. Este trabalho reporta dados relacionados à detecção, às ações de erradicação dos focos, à disseminação e às perdas ocasionadas pela monilíase, obtidos a partir de levantamentos conduzidos ao longo de 12 anos. Em 1988, detectou-se a monilíase pela primeira vez no Peru, na região de Bagua (Marañon). Na região Jaen-Bagua, a monilíase foi detectada em 1989 e em 1990, em 48 e 85 %, respectivamente, das localidades avaliadas. A doença foi detectada em 1992, na região de Tingo María (Huallaga), e de Juanjui, em 1993 em Tocache, em 1994 no Valle do Pachitea, em 1995 na região de San Francisco (Apurimac-Ene), em 1997 na de Satipo (Perene-Ene) e, em 1998, na de La Convención (Urubamba). Em cada local, uma vez detectada a doença, conduziram-se ações de erradicação nos focos iniciais. Tais ações não foram efetivas, e a doença disseminou-se nos anos subsequentes para outras regiões. Atualmente, a monilíase ocorre em todas as cinco principais regiões produtoras peruanas, e ocasiona

perdas de 19 a 100 % na produção. Em vista do intenso comércio e do incremento do tráfego na região de fronteira com o Peru, há risco iminente de introdução da monilíase no Brasil e na Bolívia.

## 1. INTRODUÇÃO

Na Amazônia Peruana, o cacauzeiro (*Theobroma cacao* L.) vem sendo cultivado ao longo das bacias dos principais rios da região oriental. A área cultivada com cacau é estimada ser em torno de 50.000 hectares, com produção aproximada de 23.000 toneladas métricas anuais (Ministerio de Agricultura, 1995). Nas diversas áreas geográficas das principais bacias na Amazônia Peruana, formaram-se importantes centros urbanos, que são os eixos do desenvolvimento agrícola em geral e, em particular, da cultura de cacau. As cinco principais regiões cacaucultoras no Peru são: Jaen-Bagua, Tingo María, Satipo-La Merced, San Francisco e La Convención (Rios-Ruiz, 1989; Hernandez, 1991). A cultura do cacau é interessante por ser um produto de exportação, que proporciona mercado e lucros garantidos para o produtor, uma cultura que fixa o homem no campo e não demanda manejo intensivo para garantir colheitas. Assim, a partir do fim da década de 1970 e início da de 1980, o cacau passou a ser considerado um cultivo importante para o desenvolvimento econômico da Amazônia Peruana, e se instalaram vários programas de extensão e de promoção para expandir as áreas de plantio. Na década de 80, iniciou-se um programa de pesquisas, cujo componente principal foi o controle de doenças.

Das doenças do cacauzeiro, a podridão parda, causada por *Phytophthora palmivora* (Butl.) Butl. e a vassoura de bruxa, causada por *Crinipellis pernicioso* (Stahel) Singer, foram consideradas, até a década de 1980, como as mais importantes no Peru, e estavam amplamente disseminadas no país (Rios-Ruiz & Munive, 1984; Rios-Ruiz, 1989; Suarez, 1987). Entretanto, a ocorrência da monilíase (MO), causada por *Moniliothorororeri* (Cif y Par.) Evans et al., no Equador e na Colômbia, foi motivo de preocupação por muitos anos no Peru. Em 1988, a MO foi detectada pela primeira vez na cidade de Bagua, ao norte do Peru e próximo ao Equador (Hernandez et al., 1990).

A MO é conhecida como uma das cinco doenças mais destrutivas do cacauzeiro (Van der Vossen, 1997). No Equador, relatam-se perdas de até 90 % dos frutos e o total abandono de cultivos (Diaz, 1957); na Colômbia, as perdas são estimadas entre 30 e

40% ou não menos de 21 milhões de dólares anuais (Barros, 1982), enquanto, na Costa Rica, as perdas variam de 60 a 90% (Enriquez et al., 1982). Nesses países adotam-se medidas de controle e de convivência com a doença, apesar de ela ainda representar para o produtor grandes custos e redução na produção.

Com a detecção da MO no Peru, efetuou-se o acompanhamento de sua disseminação, por meio de monitoramentos contínuo, para avaliar a importância da doença nas principais regiões produtoras do país. Informações sobre a distribuição, prevalência, incidência e impacto econômico da monilíase em cacau seriam fundamentais para o desenvolvimento de programas de manejo da doença. O presente trabalho reporta a detecção e as ações de erradicação dos focos da MO no Peru, a disseminação da doença e as perdas ocasionadas, executados em levantamentos conduzidos ao longo de 12 anos. Considerando-se a ampla faixa de fronteira do Peru com o Brasil e a Bolívia, na Região Amazônica, discutir-se-ão aspectos relacionados ao risco de introdução de *M. royeri* nesses países.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1. Distribuição da monilíase no Peru**

Estudou-se a distribuição da MO no Peru, de 1988 a 1999, por meio de levantamentos nas cinco principais regiões cacaucultoras do país. Realizaram-se três levantamentos em cada região. No primeiro, objetivou-se detectar a presença da doença, bem como delimitar e executar ações de erradicação, quando possível. Nos dois restantes, avaliaram-se o avanço e a distribuição da doença, bem como se estimaram as perdas advindas da doença em cada região.

#### **2.1.1. Ocorrência da monilíase, delimitação de focos e programas de erradicação**

Levantamentos de campo foram conduzidos para estabelecer a ocorrência da MO, em cada uma das cinco regiões: Jaen-Bagua (províncias de San Ignacio, Jaen, Cutervo, Bagua, Utcubamba e Condorcanqui); Tingo María (províncias de Huanuco, Huamalies, Leoncio Prado, Marañón, Puerto Inca, Oxapampa, Moyobamba, Bellavista, El Dorado, Huallaga, Lamas, Mariscal Caceres, Rioja, San Martin, Tocache, Coronel Portillo e Padre Abad; Satipo-La Merced (províncias de Chanchamayo e Satipo); San Francisco (províncias de Huanta, La Mar, La Convención e Satipo) e La Convención

(província de La Convención) (Figura 1). Em cada região, visitaram-se propriedades com lavouras suspeitas de ocorrência da doença. O programa iniciou-se nas propriedades onde se detectaram sintomas suspeitos, e estendeu-se para as propriedades vizinhas. Nesta etapa, cada propriedade foi minuciosamente inspecionada em sua totalidade. Amostras de frutos suspeitos de estarem doentes foram recolhidas e, cuidadosamente, examinadas. Para induzir a esporulação do fungo, utilizou-se o sistema de câmara úmida (Aranzazu, 1982).

O reconhecimento da doença em cada propriedade baseou-se na sintomatologia típica, representada pela presença intensa de esporos de coloração branca-cremosa sobre a superfície de frutos maduros e, ou, mumificados, assim como pela ocorrência de frutos com manchas de cor café, com deformações e, ou, “ilhas verdes”. Quando necessário, confirmaram-se amostras como doentes por meio de exame laboratorial.

Em cada propriedade onde se detectou a doença, determinou-se a incidência da monilíase em frutos. Para tanto selecionaram-se 20 árvores ao acaso, percorrendo-se em ziguezague e se contabilizaram o número de frutos totais e o de frutos doentes. Após determinar a intensidade da doença em cada região, delimitou-se cada área foco e planejou-se uma estratégia de erradicação, executada por meio dos agricultores e, ou, do comitê de produtores das áreas afetadas.

### **2.1.2. Monitoramento da monilíase no Peru**

Para se estabelecer a distribuição da MO no Peru, conduziram-se dez levantamentos independentes, entre 1989 e 1999, nos quais incluíram-se as principais províncias onde se cultiva cacau. As lavouras, onde em anos prévios detectou-se a MO, foram inspecionadas no período de produção de frutos subsequente. Realizaram-se duas amostragens em cada região, com mais localidades amostradas na segunda amostragem, para se acompanhar a distribuição da doença. Efetuaram-se levantamentos em: 1989 e 1990, em Jaen-Bagua; entre 1993 e 1994, em Tingo María; 1995 e 1996, em San Francisco; 1997 e 1998, em Satipo; 1998 e 1999, em La Convención (Figura 1).

Em 28 províncias (74 distritos) produtoras de cacau, amostraram-se 267 e 339 lavouras, selecionadas ao acaso, nos levantamentos 1 e 2, respectivamente. Por distrito, amostrou-se uma lavoura a cada 125 ha ou a cada 100 ha cultivados, nos levantamentos 1 ou 2, respectivamente. Entretanto, quando inicialmente detectava-se MO em uma lavoura, realizava-se amostragem na mesma, independente da área cultivada.

Definiram-se duas principais rotas para as amostragens: a via terrestre e a via rios principais, para cobrir todas as principais localidades cacauicultoras em uma província e região. Avaliou-se a incidência de doença em cada lavoura percorrendo-a em M ou ziguezague, e contando-se o número de frutos totais e os com MO, em cada um de 20 cacaueiros. Em cada região, obteve-se, também, a prevalência da MO (percentagem de lavouras onde a doença foi registrada).

Os valores da incidência por província, por região e por ano foram obtidos a partir das médias das lavouras. Para obter a distribuição de frequência de incidência, o número de lavouras em categorias diferenciadas de incidência foi expresso como a percentagem do número total de lavouras levantadas.

## **2.2. Perdas de produção em decorrência da monilíase**

### **2.2.1. Perdas gerais obtidas de acordo com os levantamentos**

A incidência da MO é correlacionada às perdas que ocasiona (Evans, 1981; Rios-Ruiz & Katip, 1991). Assim, os valores de incidência de frutos doentes obtidos nos levantamentos nas diferentes localidades foram considerados como de perdas ocasionadas pela doença e foram sumarizados para cada região.

### **2.2.2. Avaliação de perdas nas regiões de Jaen-Bagua e de Tingo María**

Nestas regiões, determinaram-se as perdas e o impacto da doença de duas formas:

(i) pela determinação direta nas lavouras do Distrito de Imaza (Província de Condorcanqui) e da Província de Leoncio Prado. No distrito de Imaza, selecionaram-se oito localidades de maior concentração de lavouras. Em cada localidade, selecionaram-se de seis a oito propriedades representativas, onde se avaliaram as lavouras com cultivos agrônômicos, áreas de cacau que existiram e áreas de cacau existentes. Em cada lavoura, avaliou-se a incidência de frutos com MO, em 20 árvores amostrados em ziguezague. Na província de Leoncio Prado, em 1994, efetuou-se um levantamento de aspectos do cultivo de cacaueiros, por meio de questionário respondido pelos produtores, e da incidência da MO, por meio de amostragem em lavouras por localidade, nos distritos de Rupa Rupa, Daniel Alomias Robles, José Crespo y Castillo, Padre Luyando e Mariano Damaso Berau.

(ii) pela análise dos dados registrados pelo programa de comercialização de cacau da Organización Central de Comunidades Aguarunas del Alto Marañon (OCCAAM), de 1985 a 1990 e da Cooperativa Agraria Industrial Naranjillo (CAIN), de 1987 a 1997.

### **3. RESULTADOS**

#### **3.1. Ocorrência e distribuição da monilíase no Peru**

##### **3.1.1. Ocorrência de focos e programas de erradicação**

Registraram-se as regiões onde se confirmou a ocorrência de MO no período de 1988 a 1999 (Tabela 1 e Figura 2). Em 1989-1990 registraram-se focos na região Jaen-Bagua. No Peru, a MO foi pela primeira vez detectada no distrito de Bagua Grande – Amazonas, em 1988 (Hernandez et al., 1990). A grande quantidade de frutos mumificados encontrados na área e a confirmação, em prospecções posteriores, da ocorrência de frutos mumificados nas áreas próximas (Rios-Ruiz & Katip, 1991), além das informações de produtores, são indicativos de que a doença já estava presente na área desde 1986, aproximadamente. Nesta situação, nenhuma medida de erradicação foi recomendada. Entretanto, levantou-se a necessidade de uma prospecção, assim como a delimitação da área afetada, para sugerir medidas de quarentena (Rios-Ruiz & Katip, 1991).

Em abril de 1992, detectou-se o primeiro foco da MO na região de Tingo María, na localidade das Ilhas, muito próximo à área urbana de Tingo María (Rios-Ruiz & Lama, 1992). Dois meses após, detectaram-se os focos em Castillo e Aucayacu (Rios-Ruiz et al., 1993). A MO ocorreu em intensidade alta em três ou cinco fazendas, nas quais incidia na quase totalidade das plantas, atingindo até 56,3 % de incidência em frutos. Nas fazendas contíguas, a doença ocorreu em menor intensidade e atingiu plantas isoladas, distribuídas ao acaso, normalmente com 8 a 15% de frutos doentes.

Inicialmente, o programa de erradicação do primeiro foco, que consistiu, principalmente, na remoção total de frutos doentes e seu enterrio, bem como na eliminação total de lavouras infectadas, foi bem sucedido nas áreas próximas a Tingo María, mas, posteriormente a doença disseminou-se em toda a região.

A detecção da MO em Tingo María foi importante para que as instituições e, ou, técnicos desta região (bacias dos Rios Huallaga e Pachitea) intensificassem a inspeção dos cacauais. Nesse sentido, em julho de 1992, detectou-se a MO em lavouras das localidades de Pucunucho, Pachiza e Sacanche, na Província de Juanjui (Figura 1) (Rios Ruiz et al., 1993). Os focos iniciais que atingiram 16 ha, foram similares aos observados em Tingo María. O programa de erradicação também não foi bem sucedido.

Durante 1993, em levantamento mais amplo na região de Tingo María, se detectou a doença nas províncias de Rioja e Nuevo Cajamarca, ao norte desta região. Na localidade de Nuevo Cajamarca, encontrou-se intensidade alta de frutos mumificados. Os produtores comunicaram que este problema já existia na região por aproximadamente 2 anos, o que indica que a doença estava presente na área pelo menos desde 1991. Este foi o segundo ponto de disseminação da MO, depois do foco primário de Bagua. A doença foi também detectada nas províncias de San Martín e de Tocache (Rios-Ruiz, 1994).

Em 1994, detectaram-se focos de MO na bacia do Pachitea, nas localidades de Lullapichis, Paraiso e Cleyton, em lavouras da rota do rio Pachitea; bem como nas localidades de Palmas e El Dorado na rota terrestre (Rios-Ruiz, 1995). Nestes focos não foi possível implementar a erradicação de plantas, pela falta de continuidade das práticas iniciadas.

Detectou-se a doença, em 1995, na região de San Francisco (Vale do Apurímac), nas localidades de Samaniato, Luisiana, Puerto Mayo, Puerto Amargura e Quisto Valle (Salgado et al., 1995; Rios-Ruiz, 1995); em 1996, na localidade de Valle Esmeralda, no alto Ene, a qual tem intensa conexão comercial com a Região de San Francisco e, em 1997, no distrito de Rio Negro na região de Satipo (Servicio Nacional de Sanidad Agraria, 1997). Meses mais tarde, novos focos foram detectados em Mazamari e San Martín de Pangoa. (Rios-Ruiz & Zavala, 1998). Detectou-se a MO, em 1998, nas localidades de Materiato e Ozonanpiato, ao norte da Região de La Convención (Rios-Ruiz & Rodríguez, 1998).

### **3.1.2. Monitoramento da monilíase no Peru**

O número de lavouras amostradas e a incidência da MO variaram entre as regiões produtoras nos levantamentos 1 e 2 (Tabela 2). Em geral, do primeiro para o segundo levantamento, a prevalência da MO aumentou. Na região de Jaen-Bagua a prevalência aumentou em 40%. Maior concentração de lavouras infetadas ocorreu nas

províncias de Jaen, Bagua e Condorcanqui. Na região de Tingo María, do levantamento 1 para o 2, o percentual de lavouras infetadas aumentou de 48 para 91, e atingiu a quase totalidade de Províncias levantadas. Observou-se tendência similar no percentual de lavouras infetadas nas regiões de San Francisco e Satipo, onde os valores cresceram de 45 para 93% e de 48 para 76%, respectivamente, do levantamento 1 para o 2. Nestas regiões, no levantamento 2, 100% das províncias amostradas já tinham sido atingidas pela doença. Na ampla região de La Convención a prevalência da doença alterou-se de 10 para 40% entre os dois levantamentos (Tabela 2).

Calculou-se, também, a incidência de MO em termos de percentagem de frutos doentes por lavoura e por região (Tabela 2). Os valores de incidência foram superiores no segundo levantamento, no qual a incidência média de MO foi de 58% nas regiões de Jaen-Bagua, Tingo María, Satipo e San Francisco. Entretanto, a amplitude da incidência variou de 19 a 100%, dependendo da região. Considerando os valores médios obtidos em todas as regiões, em 40% das áreas a incidência variou de 40 a 60%, enquanto em 21% delas variou de 60 a 80% durante o período dos levantamentos (Figura 3).

### **3.2. Perdas de produção em decorrência da monilíase**

#### **3.2.1. Perdas gerais obtidas de acordo com os levantamentos**

A amplitude das perdas em frutos decorrentes da MO das diferentes regiões foi de 19 a 100% dos frutos, com tendência maior de áreas apresentando perdas de 40 a 60% (Figura 3).

#### **3.2.2. Avaliação de perdas nas regiões de Jaen-Bagua e de Tingo María**

Nas lavouras amostradas do distrito de Imaza, detectou-se incidência alta de MO, o que levou a valores entre 40 a 85% de perdas de frutos. Em vista das perdas, ocorreu abandono de lavouras com cacauzeiros ou sua substituição por outras culturas, o que resultou em redução de 70% das áreas cacauicultoras (Tabela 3). Na Província de Leoncio Prado, em 1994, houve alta incidência da MO (53,6%) nas 169 fazendas cacauzeiras (551,75 ha) amostradas, o que ocasionou as maiores perdas nesta região (Tabela 3). Em média, 36% de lavouras cacauzeiras foram abandonadas e, ou, substituídas no período do levantamento.

Pelos registros de 5 anos do programa de comercialização de cacau da OCCAAM, distrito de Imaza, observa-se gradual redução de produção, de cerca de 50%

em 1988 e de 85% em 1990, quando o programa foi desativado (Figura 4A). A produção de cacau tornou-se inviável, como consequência da epidemia de MO que ocorreu na região, entre 1988 e 1990. Pela análise da série histórica de amendoas de cacau comprados pela CAIN, observa-se que a aquisição era superior a 1000 ton até 1991, a partir de quando a queda foi rápida, chegando a quantidades inferiores a 500 ton, em 1993 e 1994. (Figura 4B). Estas perdas são principalmente atribuídas à epidemia de MO que atingiu a região a partir de 1992.

#### 4. DISCUSSÃO

Investigaram-se a ocorrência e distribuição da MO do cacau no Peru por, aproximadamente, 12 anos. Neste período, a partir de apenas uma região onde a doença havia sido constatada previamente (Hernandez et.al., 1990), a MO foi detectada nas cinco principais regiões cacauceiras levantadas. Atualmente a MO tem distribuição generalizada no Peru, o que indica boa adaptação do patógeno às condições ambientais e às do hospedeiro. Estas condições favoreceram a ampla disseminação da doença, a qual atingiu todo o país em relativamente pouco tempo. Situação similar ocorreu na Costa Rica, onde a MO disseminou-se rapidamente, de 1978 a 1981 (Enriquez et al., 1982). Temperaturas entre 22 a 26°C e umidade relativa acima de 85%, ótimas para germinação e infecção de *M. royeri*, são prevaletentes nas regiões produtoras de cacau destes países (Porrás et al., 1988; Hernandez, 1991). Assim, espera-se que onde ocorrer a introdução da doença, esta progrida rapidamente em tempo e espaço.

Provavelmente, *M. royeri* foi introduzido no Peru somente na década de 1980, apesar de haver relatos na literatura em que a doença é descrita no país desde a década de 1950 (McLaughlin, 1950). Entretanto, outros autores, por meio de levantamentos, não encontraram a MO nas regiões cacauceiras do Peru (Burgos, 1954; Rios-Ruiz & Munive, 1984; Suarez, 1987; e Rios-Ruiz, 1989). Inicialmente, a MO foi identificada em 1988. Porém, como a doença foi constatada em uma área muito ampla, sugere-se que o patógeno encontra-se na região desde 1986 aproximadamente. Na Província de San Ignacio, fronteira com o Equador, no início dos anos 80, existia uma forma de feiras, nas quais produtores equatorianos e peruanos intercambiavam produtos, como sementes e frutos de cacau, para consumo e plantio no Peru. Desde que a MO surgiu na região norte do país, os órgãos do governo responsáveis pelo setor fitossanitário, não realizaram

quaisquer medidas quarentenárias para evitar a expansão da doença para outras áreas cacaueiras. A disseminação para outras regiões era inevitável e previsível (Rios-Ruiz, 1989), em vista da facilidade de dispersão de *M. royeri*.

A MO disseminou-se rapidamente no Peru, e atingiu valores altos de intensidade em todas as regiões estudadas. Em algumas províncias, detectou-se o que aparentavam ser focos iniciais da doença. Mesmo adotando-se medidas de erradicação destes focos, meses depois a doença atingiu novas áreas, o que pode ter ocorrido pela introdução de material vegetativo infectado, que iniciou infecções isoladas, ou pela dispersão natural do fungo, considerando-se sua facilidade de transporte pelo vento (Evans, 1981). Quando atinge uma localidade e, ou, região, a erradicação do patógeno é dificultada pela alta adaptabilidade e agressividade do patógeno. Ademais, o confundimento com a esporulação de fungos saprófitas na superfície externa do fruto dificulta a diagnose precoce da monilíase.

Neste estudo, reporta-se o primeiro levantamento quantitativo e sistemático da prevalência e da incidência da MO no Peru. Os valores de prevalência da MO em torno de 40% e de 77% de lavouras, nos levantamentos 1 e 2, respectivamente, com alta incidência de frutos doentes (100%) nas lavouras tradicionais, são suficientes para causar preocupação aos produtores e ao governo. Este fato decorre de que a doença destrói os frutos e as amêndoas, levando à perda total de produção. Há uma relação direta entre a incidência da doença e as perdas de produção. Epidemias severas ocorreram nas cinco regiões amostradas. A incidência média da MO foi em torno de 60%, principalmente com valores entre 40 e 80%, os quais podem representar as perdas ocasionadas pela doença no Peru. Nestas condições, as lavouras altamente infestadas são abandonadas, o que reduz drasticamente a produção. Situações similares foram reportados na Colômbia e no Equador, onde as perdas atingiram um terço da produção anual (Barros, 1982) e na Costa Rica onde ocorreu redução de 70% na produção (Galindo, 1987).

Condições adversas no Peru durante a segunda metade da década de 1980 e na de 1990 podem ter induzido a alta incidência da MO. Neste período, problemas político-sociais afetaram as áreas cacaueiras, o que levou os agricultores a abandonarem suas fazendas. Nestas lavouras, as condições climáticas são adequadas ao progresso e disseminação da MO (Evans, 1986, Enriquez et al., 1982), o que pode explicar a alta incidência de frutos doentes em todas as regiões consideradas no presente estudo. Outros fatores adicionais, como preços baixos do produto e falta de apoio

governamental, ampliaram a magnitude do problema. Espera-se que, em condições de plantações manejadas, a incidência média da doença seja menor, e seria desejável efetuar levantamentos de ocorrência da doença nessas condições. Segundo as observações aqui efetuadas, parece existir uma relação entre nível de perdas e de manejo da lavoura. Contudo, necessitam-se realizar trabalhos de pesquisas para elucidar estes aspectos.

Na América do Sul, a MO causa epidemias e perdas severas nos países onde ocorre e ainda faltam conhecimentos epidemiológicos para estabelecimento de programas de manejo da doença. Provavelmente, a abordagem mais racional para o manejo da doença seria o controle integrado (Porrás, et al., 1988). No Peru, ações imediatas poderiam reduzir as perdas decorrentes da MO, como o emprego de práticas culturais. Como ocorre com a vassoura de bruxa (Hernandez, 1991, Rios-Ruiz, 1989), os produtores deveriam ser incentivados a efetuar podas fitossanitárias, numa tentativa de reduzir o progresso da MO. Outras medidas também seriam desejáveis, mas, nas condições do Peru, muitos aspectos da doença são desconhecidos. Assim, estudos relacionados à etiologia, epidemiologia e controle da MO são necessários.

Em vários locais da ampla faixa de fronteira do Peru com o Brasil e a Bolívia, há vias terrestres e fluviais que conectam esses países (Figura 2). Recentemente, os três países priorizaram o desenvolvimento da Região Amazônica, em geral, e das zonas de fronteira, em particular, o que levou ao incremento do tráfego humano e do comércio entre as regiões peruanas com ocorrência da MO e as regiões fronteiriças. Considerando este incremento, identificaram-se seis locais da fronteira como sendo de risco de introdução da MO: A- zona do Breu, no rio Breu; B- zona do Juruá, no rio Juruá; C- zona de Esperanza, no rio Purus; D- zona de Iñapari ; E- zona do rio Madre de Dios e F- O Desaguadero. Nos três primeiros locais, ocorre intenso tráfego comercial com as regiões afetadas com MO de Satipo e Tingo María, enquanto as zonas 4 e 5 estão conectadas às regiões de San Francisco e La Convención. Na zona do Juruá, desde 1998 o Peru vem promovendo uma colonização dirigida com habitantes da região de Satipo, os quais se mudaram com todos os pertences, inclusive com material vegetativo de diversas culturas para plantio (Servicio Nacional de Sanidad Agraria, 1997). Há evidências de que estes agricultores estão transportando material vegetativo de cacauzeiros e, conseqüentemente, existe o risco de frutos doentes, aparentemente sadios, serem transportados. Na zona de Purus, fato similar está acontecendo, e sementes de cacau estão sendo plantadas em viveiros e em campos definitivos. Em vista da ampla

distribuição e dos níveis altos de incidência da doença, é provável que as regiões peruanas onde a MO ocorre, sejam agroecologicamente similares. Condições agroecológicas similares ocorrem em países vizinhos, como Brasil e Bolívia. Este fato implica que se não for devidamente controlada, a MO disseminar-se-á para esses países. Medidas quarentenárias, restritivas e urgentes, necessitam ser instituídas, para restringir a disseminação da MO. Na inexistência de ações, a introdução da doença no Brasil e Bolívia é questão de tempo.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aranzazu, H.F. (1982). La moniliasis del cacao. *In: Tercera Reunion del Comité Consultivo de Sanidad Vegetal*, Caracas 22-26 de noviembre de 1982, 32 p.
- Barros, O. (1982). Avances en la represión de la moniliasis del cacao. *In: Conferencia Internacional de Investigación en Cacao, 8ª*, Cartagena, Colombia, 1981, pp.401-405.
- Burgos, L.J. (1954). Comentarios y recomendaciones sobre el cultivo de cacao en las provincias de Jaen y Bagua, Peru. *5ta Reunión del Comité Técnico Interamericano del Cacao*, p. 235-244. IICA, Turrialba, Costa Rica.
- Diaz, J. (1957). Algunas observaciones sobre la incidencia de Monilia del cacao en Ecuador. *Turrialba*, 7: 95-99.
- Enriquez, G.A.; Brenes, O. & Delgado, J.C. (1982). Desarrollo e impacto de la moniliasis del cacao en Costa Rica. *In: Conferencia Internacional de Investigación en Cacao, 8ª*, Cartagena, Colombia, 1981, pp. 375-380.
- Evans, H.C. (1981). Pod rot of cacao caused by *Moniliophthora (Monilia) roreri*. *Phytopathological Papers No. 24*. C.M.I. Kew, Surrey, England. 44p.
- Evans, H.C. (1986). A reassessment of *Moniliophthora (monilia)* pod rot of cacao. *Cocoa Growers' Bulletin* 37: 34-43.
- Galindo, J.J. (1987). La moniliasis del cacao en Centro America. *In: Pinochet, J. (ed). Plagas y enfermedades de carácter epidémico en cultivos frutales de la region centro americana*. CATIE. Informe Técnico No. 110. p. 7-16, 1987.
- Hernandez, T.A.; Aranzazu, H.F.; Arevalo, G.E.; & Rios, R.R. (1990). La moniliasis del cacao en el Peru. *Agrotrópica* 2: 56-58.
- Hernandez, T.A.(ED). (1991). CACAO. Sistemas de Producción en la Amazonia Peruana. Proyecto de Promoción Agroindustrial AD/PER/86/459 UNFDAC – PNUD/OSP. Tingo Maria. Peru.
- Mclaughlin, J.M. (1950). Observations on cocoa in Peru. *Cocoa Information Bull.* 2: 1-5.

- Ministerio de Agricultura (1995). Censo Agropecuario no Peru. Oficina de Información estadística. Lima, Peru.
- Porras, V.H.; Cruz, C.; Guevara, C. & Galindo, J.J. (1988). Efectos de la remoción de frutos, la aplicación de fungicidas y la polinización manual sobre la incidencia de la moniliasis y la producción de cacao. In: *Conferencia Internacional de Investigación en Cacao, 10<sup>a</sup>*, Santo Domingo, República Dominicana, pp. 461-465.
- Rios-Ruiz, R.A. & Munive, J. (1984). Estudio de *Monilia roreri* en cacao. Informe de investigación. Convênio INIPA-PEAH-UNASTM. UNAS, Tingo María.
- Rios-Ruiz, R.A. (1989). Manejo de enfermedades en cacao y café en Tingo María. Technical Report, Proyecto AD/PER/86/459. OSP/PNUD. Tingo María, Peru.
- Rios-Ruiz, R.A. & Katip, Y.J. (1991). Estudio de la moniliasis del cacao (*Moniliophthora roreri*) en la Selva norte del Peru. Informe de investigación terminada. UNAS. Facultad de Agronomía, Tingo María. Peru.
- Rios-Ruiz, R.A. & Lama, D. (1992). Reporte de un foco de moniliasis del cacao en Tingo María. Acciones emprendidas para su erradicación. In: *Congreso Peruano de Fitopatología. 12, Proceedings*. Arequipa. Peru. p. 21.
- Rios-Ruiz, R.A.; Hernandez, T. & Sanchez, D. (1993). La Moniliasis (*Moniliophthora roreri* (Cif & Par) Evans et al.) del cacao en Juanjui-Saposa. Directivas de erradicación. *Tropicultura* 5: 17-23.
- Rios-Ruiz, R.A. (1994). Reconocimiento fitosanitario y estudio epidemiológico de los patógenos en el cultivo de cacao en las regiones de Ucayali y San Martín. Informe de Investigación (Año Sabático). UNAS. Tingo María. Peru.
- Rios-Ruiz, R.A. (1995). Informe técnico del plan operativo 1995 del programa de manejo integrado de la moniliasis del cacao en Tingo María. Convenio SENASA-UNAS-CAIN. UNAS, Tingo María.
- Rios-Ruiz, R.A. & Zavala, S.M. (1998). Distribución e incidencia de la moniliasis del cacao en la cuenca del río Ene y sus tributarios. In: *Congreso Peruano de Fitopatología. 15, Proceedings*. Pucallpa. Peru. pp. 17.
- Rios-Ruiz, R.A. & Rodrigues, C. (1998). La Moniliasis (*Moniliophthora roreri* (Cif & Par) Evans et al.) del cacao en la cuenca del Alto Urubamba: primera ocurrencia e impacto económico esperado. In: *Congreso Peruano de Fitopatología. 15, Proceedings*. Pucallpa. Peru. pp. 18.
- Salgado, M.M.; Capcha, G.F. & Laureano, R.J. (1995). Informe de Monilia. Informe Técnico. San Francisco 02/07/95.
- Servicio Nacional de Sanidad Agraria (1997). Informe de Monilia. Coordinación SENASA Junín. Peru.
- Suarez, C.C. (1987). Asesoramiento en fitopatología en la región del Alto Huallaga. Technical Report, Project AD/PER/86/459-OSP/PNUD. Tingo María, Peru.
- Van der Vossen, H.A.M. (1997). *Strategies of variety improvement in cocoa with emphasis on durable disease resistance*. An external review prepared for INGENIC. International Group for Genetic Improvement of Cocoa, Reading.

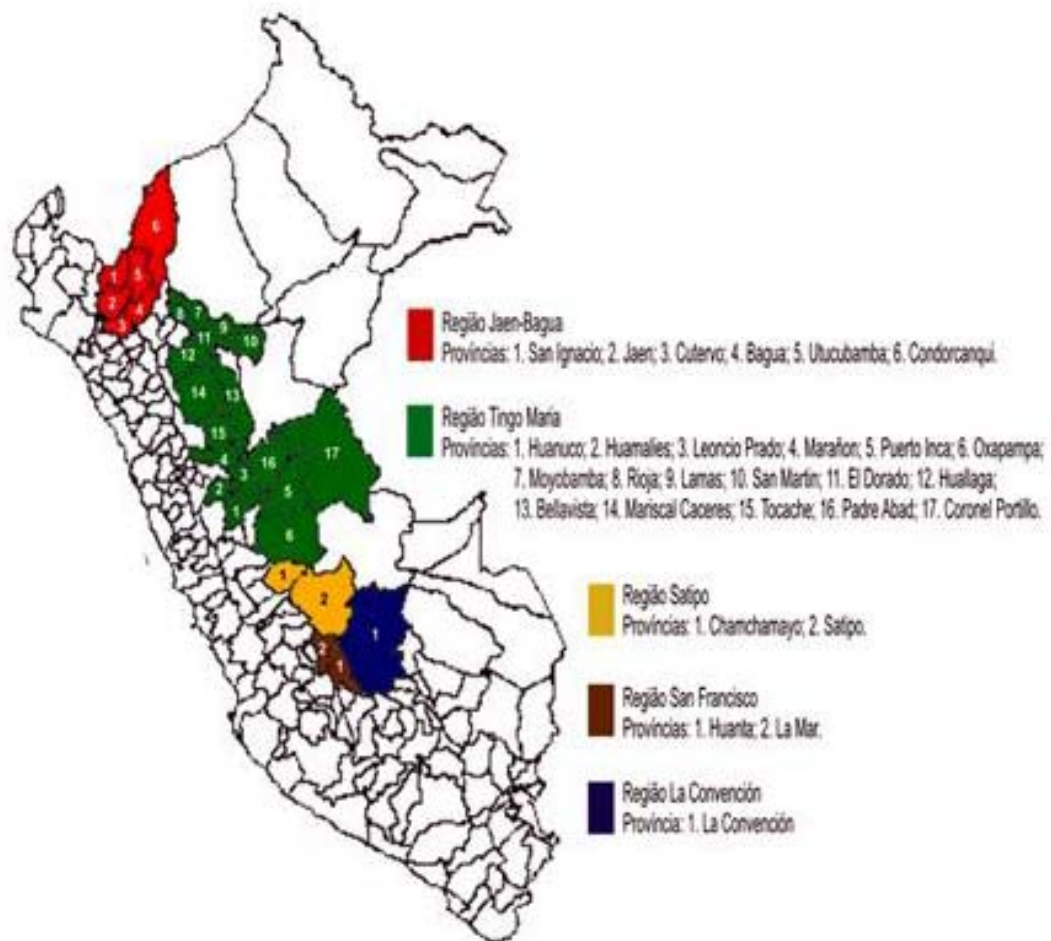


Figura 1. Regiões e províncias onde se efetuou levantamento para determinar a prevalência da monilíase do cacau em plantações comerciais do Peru entre 1989 e 1999.

Tabela 1. Ocorrência da monilíase, causada por *Moniliophthora roreri*, em lavouras de cacau no Peru, no período de 1988 a 1998.

Região	Bacia (Rio)	Província	Distrito	Localidade	Ano da primeira detecção	Anos de Epidemia Severa
1. Jaen - Bagua	Marañon	Utcubamba Jaen	Bagua Grande Jaen	La Victoria Jaen	1988	1988 a 1992
2. Tingo María	Huallaga	Leoncio Prado	Rupa Rupa	Tingo María	1992	1992 a 1996
		Mariscal Caceres	Juanjui	Pucunucho Pachiza		
	San Martin	San Martin	Chazuta	1993	1993 a 1997	
	Pachitea	Tocache	Tocache	Banbamarca		
		Puerto Inca	Puerto Inca	Llullapichis	1994	1994 a 1997
			Yuyapichis	El Dorado		
3. Satipo	Perene-Satipo	Satipo	Rio Negro Pangoa	San Juan Cheni Martin Pangoa	1997	1997 a 1999
4. San Francisco	Apurimac	Huanta	Sivia	Puerto Amargura	1995	1995 a 1999
		La Mar	Santa Rosa	Luiciana		
	La Convención	Quimbiri	Samaniato Puerto Mayo			
	Ene	Satipo	Rio Tambo	Valle Esmeralda	1996	1996 a 1997
5. La Convención	Urubamba	La Convención	Echarate	Materiato Ozonampiato	1998	1998 a *

\* Continuava até o final do presente estudo (2000).



Figura 2. Mapa da distribuição de monilíase no Peru. Os números 1 a 5 indicam as regiões com o ano do primeiro relato e as letras A a F são as zonas de risco de introdução da doença

Tabela 2. Prevalência de monilíase, causada por *Moniliophthora roreri*, em lavouras de cacau e incidência média da doença em diferentes províncias e regiões do Peru de 1989 a 1999.

Região	Primeiro Levantamento				Segundo Levantamento		
	Província	Ano	Prevalência*	Incidência média (erro-padrão).	Ano	Prevalência	Incidência Média (erro-padrão).
Jaen-Bagua	San Ignacio	1989	0,0 (0/2)	0,0	1990	0,0 (0/2)	0,0
	Jaen		57,1 (4/7)	46,7 (13,10)		87,5 (7/8)	56,9 (9,90)
	Cutervo		100,0 (1/1)	24,2 (a)		100,0 (1/1)	51,3 (a)
	Bagua		53,8 (7/13)	59,2 (9,02)		94,11 (16/17)	59,4 (5,12)
	Utcubamba		25,0 (1/4)	74,9 (18,71)		60,0 (3/5)	59,57 (15,57)
	Condorcanqui		50,0 (5/10)	53,2 (9,12)		100,0 (9/9)	65,0 (4,63)
	Media(soma)		48,6 (18/37)	53,6		85,7 (36/42)	60,1
Tingo María	Huanuco	1993	0,0 (0/1)	0,0	1994	0,0 (0/1)	0,0
	Huamalies		0,0 (0/2)	0,0		66,7 (2/3)	76,9 (25,75)
	Leoncio Prado		84,0 (21/25)	50,9 (4,29)		100,0 (37/37)	57,2 (2,54)
	Marañon		0,0 (0/1)	0,0		100,0 (1/1)	60,0 (a)
	Puerto Inca		0,0 (0/4)	0,0		100,0 (6/6)	70,5 (3,44)
	Oxapampa		0,0 (0/6)	0,0		66,7 (4/6)	65,2 (14,46)
	Moyobamba		60,0 (3/5)	68,0 (16,79)		100,0 (5/5)	66,3 (1,95)
	Bellavista		0,0 (0/1)	0,0		100,0 (2/2)	46,5 (2,10)
	El Dorado		0,0 (0/1)	0,0		100,0 (2/2)	51,7 (1,40)
	Huallaga		50,0 (1/2)	54,9 (27,47)		100,0 (2/2)	53,2 (4,51)
	Lamas		0,0 (0/3)	0,0		100,0 (3/3)	45,0 (2,17)
	Mariscal Caceres		100,0 (3/3)	69,1 (7,47)		100,0 (5/5)	77,3 (6,72)
	Rioja		100,0 (2/2)	77,0 (0,96)		100,0 (2/2)	94,3 (5,70)
	San Martin		0,0 (0/4)	0,0		100,0 (4/4)	49,9 (4,62)
	Tocache		55,6 (5/9)	46,6 (8,98)		100,0 (12/12)	59,1 (2,27)
	Coronel Portillo		0,0 (0/1)	0,0		0,0 (0/1)	0,0
Padre Abad		0,0 (0/3)	0,0		0,0 (0/4)	0,0	
Media(soma)		47,9 (35/73)	54,8		90,6 (87/96)	60,5	
Satipo	Chanchamayo	1997	33,3 (2/6)	55,2 (11,83)	1998	75,0 (6/8)	53,2 (9,62)
	Satipo		50,0 (24/48)	58,9 (4,41)		75,9 (44/58)	63,2 (4,11)
	Media(soma)		48,1 (26/54)	58,6		75,7 (50/66)	62,0
San Francisco	Huanta	1995	66,7 (12/18)	36,6 (4,45)	1996	92,3 (24/26)	61,8 (4,35)
	La Mar		38,1 (8/21)	39,7 (4,34)		85,6 (24/28)	57,0 (4,58)
	La Convención		45,0 (9/20)	38,5 (4,49)		100,0 (25/25)	65,7 (3,89)
	Satipo		0,0 (0/5)	0,0		100,0 (6/6)	55,9 (4,72)
	Media(soma)		45,3 (29/64)	37,8		92,9 (79/85)	61,1
La Convención	La Convención	1998	10,3 (4/39)	26,8 (1,35)	1999	40,0 (20/50)	47,9 (3,74)

\*Porcentagem de lavouras com a doença em relação ao número de lavouras amostradas.  
(a) sem erro-padrão, por tratar-se de uma só propriedade amostrada

Tabela 3. Prevalência e incidência da monilíase em frutos e situação de lavouras cacauceiras nas localidades do distrito de Imaza e da Provincia de Leoncio Prado nas regiões de Jaen-Bagua e Tingo María, Peru.

Distrito	Localidade	Jaen-Bagua			Distritos	Localidade	Tingo María			
		Número de lavouras	Incidência (erro padrão)	Incidência de lavouras abandonadas ou substituídas			Número de lavouras	Incidência (erro padrão)	Incidência de lavouras abandonadas ou substituídas	
Imaza	Yamayakat	6	51,3 (5,4)	65,8	Rupa Rupa	Islas	7	48,4 (7,5)	11,2	
	Shimutas	7	63,3 (2,0)	65,3		Castillo	11	53,6 (2,7)	47,1	
	Kunchin	7	56,5 (5,2)	80,2		Picuruyacu	5	49,6 (3,4)	21,0	
	Uut	8	57,0 (4,6)	52,4		afilador	5	53,2 (3,4)	30,0	
	CuzuChico	6	61,6 (4,9)	68,3		Luyando	Naranjillo	5	57,1 (6,4)	41,9
	Huatsa	6	59,0 (1,8)	76,2			Marona	7	56,9 (2,7)	14,0
	Nupatkain	6	58,5 (7,4)	81,9			Rio negro	9	51,6 (2,5)	31,6
	Chipe	6	73,5 (2,4)	72,8			Arellano	6	51,2 (3,1)	23,8
					Tulumayo		5	48,6 (4,6)	14,3	
					Bolaina		4	54,7 (6,0)	18,4	
				José Crespo	Sta. Lucia		6	62,2 (5,0)	30,0	
				Castillo	Tulumayo		7	48,6 (3,3)	36,9	
					Progreso	9	48,0 (4,9)	31,8		
					Languimak	6	58,8 (3,9)	57,9		
					mercedes	4	62,7 (7,6)	54,5		
					Nuevo	5	52,1 (5,1)	25,0		
					Mohena	9	53,4 (2,4)	73,8		
					Cotomono	2	52,2 (2,2)	53,8		
					Pacae	13	64,3 (3,0)	65,5		
					San Isidro	12	67,6 (4,1)	45,6		
				Mariano	Clorinda	5	46,3 (5,9)	15,3		
				Damaso	Palmas	4	47,9 (6,9)	35,3		
					Chinchavit	7	47,2 (2,3)	25,5		
				Daniel	Pumahuasi	7	50,0 (3,8)	50,0		
				Alomias						

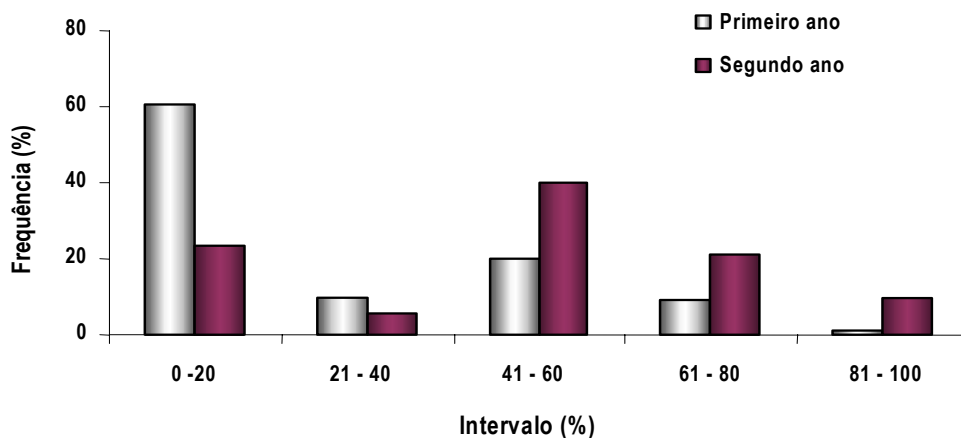


Figura 3. Frequência de lavouras de cacau no Peru com diferentes níveis de incidência da monilíase, em dois levantamentos, nas cinco regiões avaliadas no Peru.

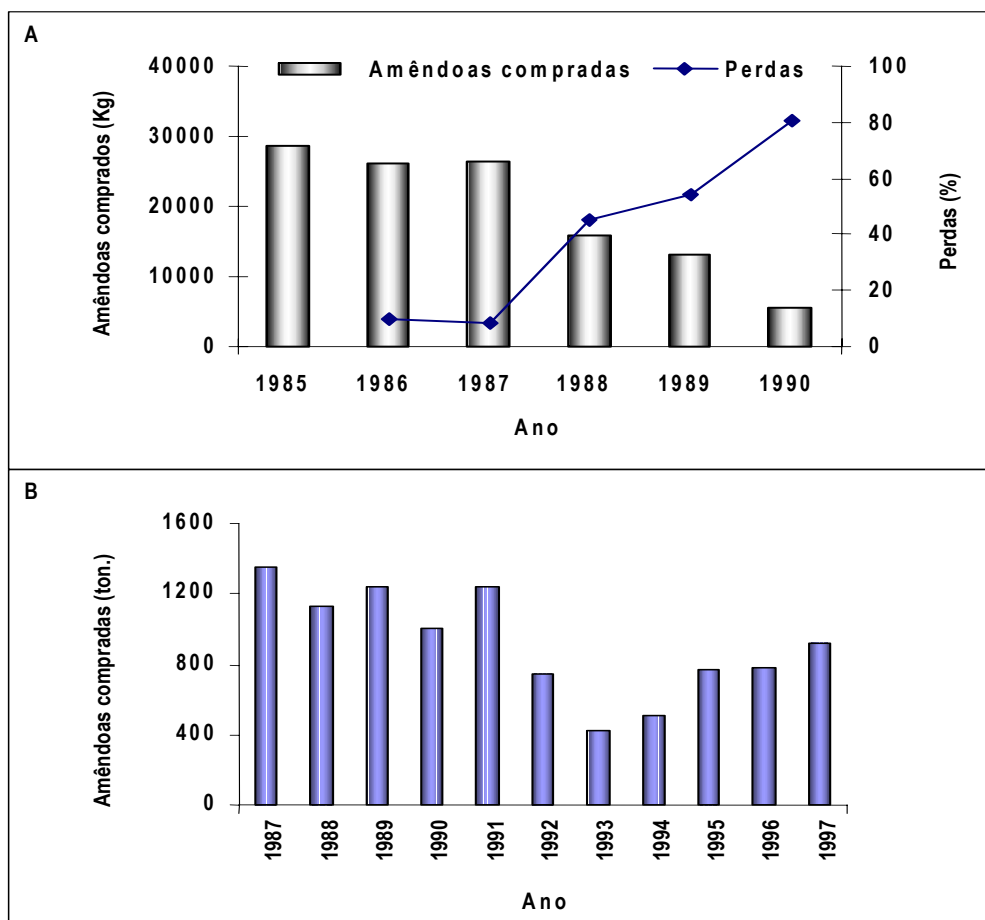


Figura 4. Séries históricas A.- amêndoas de cacau compradas pela Organização de Comunidades Aguarunas de Alto Marañon, Bagua, e evolução das perdas decorrentes da monilíase; B.- amêndoas de cacau compradas pela Cooperativa Agraria Industrial Naranjillo, Tingo María.

## **CAPÍTULO 2**

### **PROGRESSO DA MONILÍASE DOS FRUTOS DO CACAU NO PERU**

#### **RESUMO**

A cultura do cacau é uma das mais importantes na Amazônia Peruana e as doenças são os fatores que mais reduzem a produção, principalmente após o estabelecimento da monilíase (MO), causada por (*Moniliophthora roreri*). Nas regiões produtoras, perdas de 40 a 60% decorrentes da MO são comuns, mas podem atingir até 100% em lavouras onde não se controla a doença. A redução de perdas é necessária, mas a recomendação de medidas eficientes de manejo depende de conhecimentos gerados em estudos epidemiológicos nas condições peruanas. Assim, de 1996 a 1999, na região de Tingo María, estudou-se o progresso da MO em frutos, o qual foi correlacionado à fenologia do cacauzeiro, à produção de inóculo e às variáveis climatológicas precipitação pluviométrica, umidade relativa e temperatura. A doença ocorreu durante todo o ano, e a maior intensidade foi de janeiro a julho. Verificou-se haver a existência de um período chuvoso, de outubro a abril, e de alto nível de inóculo e da formação de frutos em estágio suscetível, de dezembro a maio. Com a disponibilidade de frutos suscetíveis, *M. roreri* pode infectá-los durante todo o ano, e o fungo parece ser menos dependente de variáveis climatológicas que alguns outros patógenos do cacauzeiro. Como os frutos doentes são importantes como fontes de

inóculo de *M. royeri* e para o desenvolvimento de epidemias da MO, deve-se direcionar o controle da doença para estes órgãos.

## 1. INTRODUÇÃO

No Peru, o cacauzeiro é cultivado por pequenos produtores, que usam baixa ou moderada tecnologia. As áreas com o cultivo foram bastante ampliadas entre as décadas de 1980 e 1990 e, nesse período, priorizou-se o controle cultural das, então, principais doenças do cacauzeiro, a vassoura de bruxa (causada por *Crinipellis pernicioso* (Stahel) Singer) e a podridão parda (causada por *Phytophthora* spp.). No entanto, na década de 1990, a ocorrência da monilíase (MO), causada pelo fungo *Moniliophthora royeri* (Cif & Par) Evans *et al.*, implicou em revisão do esquema de manejo das doenças na cultura do cacau.

A monilíase afeta frutos de cacau em países da América do Sul e Central e é considerada uma das cinco doenças mais destrutivas do mundo (Van der Vossen, 1997). Após o relato de ocorrência da doença no Peru, a disseminação da doença foi rápida, o que levou a epidemias severas, com perdas na produção entre 40 a 60%, que podem atingir 100%, se medidas de controle não forem adotadas (Rios-Ruiz *et al.*, 2002). Para controle da MO, recomenda-se a remoção de frutos doentes (Aranzazu, 1982; Evans, 1981; Porras & Gonzales, 1990), mas com remoções a cada duas semanas não se obteve controle efetivo da doença (Rios-Ruiz, 1998; Soberanis & Rios-Ruiz, 1998). Assim, necessita-se determinar as épocas e as frequências de remoção de frutos para que o controle da doença seja eficiente e econômico. Porém, a eficiência das medidas a serem recomendadas depende do conhecimento da epidemiologia da MO nas condições peruanas.

Atualmente, nas condições peruanas, conhecem-se alguns aspectos básicos da biologia do patógeno e da sintomatologia da doença. No campo, os primeiros sintomas são lesões irregulares, de cor escura, as quais rapidamente coalescem, podendo cobrir todo o fruto. De 3 a 8 dias após o aparecimento da necrose e em condições de elevada umidade, na superfície da mancha forma-se um tecido estromático branco, sobre o qual ocorre abundante esporulação do fungo (Evans, 1981; Suarez, 1971). Os conídios, que são os únicos propágulos infectivos conhecidos, germinam e penetram

diretamente através da cutícula. O período de incubação varia de 6 a 10 semanas (Aranzazu, 1982; Evans, 1981; Suarez, 1987; Sanchez, 1982; Rios-Ruiz & Katip, 1991; Rios-Ruiz, 1998) e depende, principalmente, da cultivar, da idade do fruto, da quantidade de inóculo e das condições climatológicas (Bejarano, 1961; Merchan, 1981; Aranzazu, 1982). Frutos de qualquer idade podem ser infectados (Suarez, 1971; Aranzazu, 1982), mas usualmente são mais suscetíveis nos 3 meses iniciais de desenvolvimento (Evans, 1981). Os frutos doentes perdem água e, progressivamente, mumificam-se.

Frutos mumificados pendentes nas árvores são importante fonte de inóculo primário e os conídios formados nesses frutos permanecem viáveis por até 9 meses (Evans, 1981). Durante as chuvas, os conídios são lavados dos frutos mumificados situados no topo das árvores e carregados para os frutos abaixo no tronco (Ram, 1989). A maioria dos conídios é liberada no primeiro mês de esporulação (Porras & Gonzales, 1984b), e a liberação parece ser favorecida em temperatura superior a 26°C e umidade relativa inferior a 80%. Durante o dia, picos de conídios são obtidos entre 10 e 15 horas (Porras & Gonzales, 1984a).

É necessário elucidar o efeito da fenologia do cacaueteiro e das condições do ambiente sobre a doença. Ainda não se conhecem os fatores de ambiente que mais influenciam a dinâmica temporal da MO, como as epidemias se desenvolvem no campo, a sobrevivência e a dinâmica de inóculo e outros aspectos do ciclo do patógeno de importância epidemiológica. A dificuldade de se conduzirem estudos em condições de laboratório limita a obtenção de resultados referentes a alguns dos aspectos citados. Para germinação de conídios, o ótimo está entre 22 a 26°C (Merchan, 1978; Campuzano, 1982; Ram, 1989) e é necessário haver água livre entre 6 a 10 horas (Campuzano, 1982). Condições de temperatura relativamente baixa e alta umidade favorecem a infecção de frutos pelo patógeno (Evans, 1981; Aranzazu, 1982; Porras & Gonzales, 1984a). No Equador, obteve-se correlação positiva da incidência de MO 3 a 4 meses após a ocorrência de chuva (Desrosiers et al., 1955), o que foi confirmado na Costa Rica (Porras & Gonzales, 1984a). Na Colômbia, a intensidade da doença foi menor e seu controle mais eficiente em zonas mais secas que em áreas de bosque úmido tropical chuvoso (Aranzazu, 1982). Na Costa Rica, os picos de frutos doentes ocorreram aos 5 a 6 meses após o pico de floração (abril-junho) que coincide com a precipitação (Porras & Gonzales, 1984a). A precipitação pluviométrica é fator ambiental determinante para

epidemias de MO, por favorecer o patógeno e estimular a formação de frutos (Aranzazu, 1982; Campos, 1988).

Muitos dos resultados citados foram obtidos ao norte da linha do Equador e em poucos ciclos (comumente um) da cultura. Assim, há necessidade de estudos epidemiológicos que incluam vários anos agrícolas, nos locais abaixo da linha do Equador, onde se situam as lavouras peruanas. É importante determinar o período crítico de ocorrência da MO no Peru, visando subsidiar a definição de época(s) apropriada(s) ao emprego de medidas de controle da MO. Na perspectiva de se obterem resultados para embasar a adoção de medidas racionais de manejo da doença, esse trabalho objetivou estudar o progresso da MO, correlacionando-o a fatores climáticos e à fenologia do cacaueteiro, durante três anos agrícolas (1996 a 1999).

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Realizou-se o ensaio em lavoura comercial, no Setor das Ilhas, próximo a Tingo María, Peru, de novembro de 1996 a setembro de 1999. Tingo María está situada a leste da cordilheira dos Andes à altitude de 641m, latitude 09° 09'S e longitude de 75° 57'W. No local, as médias anuais de precipitação acumulada, temperatura e umidade relativa são de 3370 mm, 24,7°C e 81%, respectivamente (Levano, 1991).

Estudou-se o progresso da MO, o qual foi relacionado à fenologia do cacaueteiro, produção de inóculo e variáveis climatológicas durante três anos agrícolas. Considerou-se um ano agrícola o período entre a semana 40 (início de outubro) de um ano e a semana 39 (final de setembro) do ano seguinte.

O ensaio foi conduzido em uma lavoura de cacau já estabelecida e representativa, plantada com uma mistura de híbridos suscetíveis à MO, de 10 anos de idade, no espaçamento de 4 x 4 m. A lavoura, antes do início do ensaio foi reabilitada e manejada adequadamente, por meio de podas fitossanitárias, desbrota, controle de ervas daninhas, remoção de vassouras vegetativas e de frutos doentes e colheitas freqüentes. Delimitou-se uma área de 0,5 ha onde se selecionaram 15 árvores ao acaso para as avaliações. Durante a realização do experimento, todas as práticas agrônômicas continuaram a ser realizadas normalmente.

Para estudar a epidemia de MO, quantificaram-se, a intervalos semanais, a frutificação dos cacaueteiros, o progresso da doença e a densidade de conídios do

patógeno. Para quantificar a frutificação, em cada árvore determinaram-se o número de almofadas ativas (com presença de botões florais e flores abertas) em uma secção de 3 m de comprimento, marcada ao longo do tronco principal e uma rama da forquilha e o número de frutos jovens, com até 8-10 cm de comprimento. Em cada árvore, contou-se o número de frutos com sintomas de MO.

Avaliou-se a densidade relativa de conídios de *M. royeri*, por meio de armadilhas de esporos instaladas a 2 m de altura, em dez locais ao acaso na lavoura. Cada armadilha, que coletava esporos por impacto, era constituída de uma tira de fita adesiva colocada em um cilindro fixo, semelhante à utilizada em outros trabalhos (Ram, 1989; Campos, 1988; Meléndez, 1993), adaptada da original proposta por Jenkyn (1974). As armadilhas foram expostas 6 h/dia (de 9:00 às 15:00), em 3 dias intercalados na semana (Jenkyn, 1974). No laboratório, determinou-se o número de conídios aderidos à fita, sob microscópio ótico.

Obtiveram-se dados diários de temperatura, umidade relativa e precipitação da estação meteorológica do Servicio Nacional de Meteorologia e Hidrologia do Peru, situada em área próxima (500 m) ao experimento.

Os dados fenológicos (floração e frutificação) dos cacauzeiros, de frutos infectados por MO, de produção de conídios e climatológicos foram plotados em função do tempo, para descrever a dinâmica dos componentes do triângulo de doença, em Tingo María de 1996 a 1999.

Correlacionaram-se os valores de almofadas ativas, frutos jovens, incidência de MO em frutos e conídios de *M. royeri* aos valores de precipitação pluviométrica, registrados de zero a 14 semanas antes das avaliações. Correlacionou-se, também, a incidência da doença em frutos à produção de conídios registrada na décima semana anterior à da avaliação da incidência. Para as análises, utilizou-se o coeficiente de correlação de Pearson, com o programa SAS System versão 8.0 (SAS Institute Inc.).

### 3. RESULTADOS

Durante os três anos de estudo, o clima seguiu o padrão típico para a região de Tingo María (Fig. 1). A temperatura média variou entre 24,1 e 25,2°C e a umidade relativa média entre 82,2 e 83,2%. A precipitação pluviométrica foi mais variável. O total de precipitação pluviométrica no primeiro ano (1996/97) foi de 2784 mm, inferior

à do segundo (3676,8 mm) e terceiro (3628,5 mm) anos. Em cada ano agrícola ocorreu uma principal estação chuvosa. No primeiro (1996/97) e no terceiro ano (1998/99), a estação chuvosa foi menos prolongada, transcorrendo da semana 44 (novembro) à semana 16 (abril). No segundo ano (1997/98), a estação chuvosa foi mais prolongada, pois as chuvas foram da semana 42 (outubro) à semana 19 (maio) (Fig. 1).

Nos três anos, ocorreram também variações quanto aos dados fenológicos. A floração, quantificada como almofadas ativas, variou com a precipitação, e houve época definida de máxima floração. Esta foi menos prolongada para o primeiro e terceiro ano, entre as semanas 46 (meados de novembro) a 13 (final de março), e, mais prolongada, entre as semanas 43 (final de outubro) a 19 (início de maio) no segundo ano. A formação de frutos jovens (quantidade de frutos até 8 a 10 cm) também seguiu esta tendência. Em 1996/97 e 1998/99, períodos máximos de frutos jovens e suscetíveis à infecção ocorreram da semana 3 até a 20, e em 1997/98, houve maior período com frutos jovens entre a semana 3 até a 24 (Fig. 1).

Capturaram-se conídios de *M. royeri* durante todo o ano. Contudo, maior número de conídios capturados coincidiu com a maior ocorrência de frutos doentes no cacauzeiro, entre as semanas 2 a 30 (Fig.1).

Durante todos os meses do ano, houve frutos doentes com MO. Identificaram-se períodos máximos de infecção entre as semanas de 12-14 a 30-35, concentrando-se nos meses de março-abril a julho-agosto. Em 1996/97 e em 1998/99, o período de maior produção de frutos finalizou na semana 31 (julho), e a duração da epidemia foi mais curta. Em 1997/98, observou-se maior número de frutos doentes até a semana 35 (agosto) e a duração da epidemia foi maior.

Detectaram-se correlações significativas dos valores das variáveis fenológicas aos valores de precipitação pluviométrica obtidos de 0 a 6 semanas (almofadas ativas) e de 2 a 8 semanas (frutos jovens) anteriores à data de avaliação da fenologia (Tabela 1). Correlações significativas foram obtidas também entre o número de frutos doentes e a precipitação pluviométrica nas semanas 12 e 14 antes da avaliação.

Não se detectou correlação do número de conídios capturados e a precipitação. Entretanto, houve aparente associação entre o suposto tempo de infecção de frutos doentes e o período de produção de conídios em Tingo María (Figura 2).

#### 4. DISCUSSÃO

A MO ocorreu durante todos os meses do ano, o que sugere que no Peru há condições favoráveis à infecção durante todo o ano. Aparentemente, a precipitação pluviométrica foi a variável climatológica que mais influenciou a fenologia do cacueiro e a infecção de frutos por *M. royeri*. Correlações positivas foram encontradas entre essas variáveis. Embora haja tendência de padrão definido de precipitação em um ano, com um pico de chuvas entre outubro a maio, ocorrem variações na quantidade, na distribuição e na duração da precipitação ao longo do ano. Assim, parece ser que a duração da estação chuvosa determina a duração da epidemia. Os valores de temperatura (24,5°C (0,89)) e umidade relativa (83,1% (3,52)) variaram pouco, portanto é razoável supor que estiveram na faixa favorável ao desenvolvimento da doença. Todavia, devem-se realizar outros estudos, em que se avaliem os efeitos de variáveis como a duração e a intensidade da precipitação, a duração de água livre e os valores de temperaturas e umidade relativa horários na infecção, para melhor entendimento da influência do ambiente sobre a doença.

A ativação de almofadas e de frutos jovens é descontínua e o cacueiro apresenta crescimento intermitente com períodos de formação de flores e frutos alternados a períodos de aparente repouso, conforme a frequência de chuvas da região. No Peru, períodos máximos de floração (almofadas ativas) ocorreram entre as semanas 46 (novembro) e 19 (abril) e de frutificação (frutos até 10 cm) entre as semanas 3 (janeiro) a 23 (maio). Esta observação corrobora a correlação significativa obtida no presente trabalho dos valores de almofadas ativas, frutos jovens e precipitação entre zero a 8 semanas antes da avaliação. Resultados semelhantes foram encontrados em outros países (Alvin et al., 1974; Wheeler & Suarez, 1993).

Conídios do patógeno, apesar de capturados durante todo o tempo de observação, variaram em número, em função do desenvolvimento dos frutos e da incidência da doença. Resultados semelhantes foram obtidos na Costa Rica (Porrás & Gonzales, 1984a; Ram, 1989; Melendez, 1993), onde o número de conídios relacionou-se ao período de produção de frutos doentes do cacueiro.

Períodos de maior incidência da MO ocorreram entre as semanas 12 (março) a 35 (agosto). Obtiveram-se correlações significativas de número de frutos doentes e os valores de precipitação obtidos de 12 a 14 semanas antes da avaliação da intensidade da doença, o que está de acordo com o descrito na literatura. O amplo intervalo entre a

ocorrência de precipitação e o aumento do número de frutos doentes está associado ao longo período de incubação da doença (Evans, 1981; Aranzazu, 1982; Sanchez, 1982; Rios-Ruiz, 1998). Houve maior intensidade de doença nos cacauzeiros, nos três anos de estudo, havendo sincronização do número de frutos jovens, a existência de conídios e o ambiente favorável. Esta sincronização dos estádios suscetíveis do cacauzeiro, a existência de esporos no ar e o ambiente favorável foi também constatada no patossistema vassoura de bruxa-cacauzeiro (Andebrhan et. al., 1993; Schmidt et. al., 1993; Rios-Ruiz & Vasquez, 1992; Rios-Ruiz et al., 2003).

Encontrou-se maior relação entre a produção de conídios e o número de frutos doentes registrados 10 semanas após avaliar a esporulação. Todavia, a correlação de ambos foi baixa ou inexistente, provavelmente devido ao período de incubação variável e à falta de estimativas precisas deste período. Esta mesma situação ocorre com o patossistema vassoura de bruxa do cacauzeiro. Schmidt *et al.* (1993) mencionam que, para a vassoura de bruxa, é necessário conhecer quando a infecção ocorre e não simplesmente quando aparecem os sintomas. No patossistema vassoura de bruxa do cacauzeiro, a estimativa do período de incubação é adequada apenas para a proporção de sintomas que aparecem a 12 semanas, mas ocorre variabilidade no período de incubação, o que dificulta obter correlações significativas. Com os resultados do presente estudo, sugere-se que, provavelmente, a intensidade de doença é mais influenciada pelo estágio fisiológico do cacauzeiro e variáveis climatológicas que pela quantidade de inóculo, o qual geralmente ocorre em diferentes níveis nos períodos úmidos e nos relativamente secos.

A observação conjunta da dinâmica da doença entre as variáveis para os três anos em estudo permitiu determinar uma sincronia entre todas as variáveis. A precipitação que iniciou a partir da semana 40 ativou a floração e a formação de frutos jovens, suscetíveis à doença. Com a disponibilidade constante de inóculo de *M. royeri*, aumentou o número de frutos doentes a partir da semana 50. A intensificação das chuvas contribuiu para aumentar a formação de frutos em estado suscetível entre as semanas 4 a 23, o que resultou em maior infecção entre as semanas de 12 a 35. Com a redução da precipitação a partir das semanas 19-21, houve redução do número de almofadas e de frutos jovens. Conseqüentemente, houve redução do número de frutos doentes entre as semanas 36-38 a 7-9. Portanto, o período de maior formação de frutos jovens, que vai da semana 48 (dezembro) à semana 21 (maio), constitui o período crítico de infecção da MO nas condições de Peru. Este é o período no qual medidas de

controle deverão ser intensificadas, seja com a remoção de frutos enfermos e, ou, com a aplicação de fungicidas. Todavia, o período poderá atrasar ou adiantar, de acordo as condições meteorológicas, como observado neste trabalho. Nesse período, se o produtor remover frutos doentes semanalmente, deverá haver redução da doença no campo. Do mesmo modo, neste período devem-se concentrar as pulverizações com fungicidas, as quais, segundo o observado, devem se iniciar a partir da maior formação de frutos jovens, em dezembro. Novas aplicações poderão ser necessárias, pois observou-se que o período crítico prolonga-se até abril-maio após o início da maior formação de frutos jovens. A partir desta época, em decorrência da diminuição de frutos jovens na região de Tingo Maria, Peru, pulverizações seriam desnecessárias. No período crítico (dezembro-maio) poder-se-ia, também, aplicar agentes de controle biológico, em estratégia semelhante à utilizada para a proteção dos frutos jovens com fungicidas. Contudo, ainda não há produtos à base de microrganismos eficientes para o controle da monilíase.

A identificação de estádios de desenvolvimento do hospedeiro e, ou, de condições climatológicas críticas à ocorrência de infecções, nos quais devem-se adotar medidas de controle, já foi implementada para o manejo de outras doenças em culturas perenes (Bonetti & Katsurayama, 1988). No patossistema MO-cacaueiro, a estreita relação entre a incidência da doença, as condições climatológicas e a fenologia do hospedeiro facilita a implementação de sistemas de previsão que possibilitariam o uso eficiente de fungicidas. Para tal, estudos posteriores são requeridos para se estabelecerem critérios quantitativos quanto à ocorrência de frutos jovens, associados ou não à ocorrência de variáveis climatológicas favoráveis para iniciar a adoção de medidas de controle.

Pelo constatado na literatura consultada, o presente trabalho é o primeiro a avaliar o progresso da doença, numa abordagem poliética. Os dados aqui obtidos assemelham-se aos reportados por Porras & Gonzales (1984a), mas esses autores não relacionaram a frutificação à incidência da doença. O presente estudo evidenciou a potencialidade desta abordagem em identificar o período crítico para a ocorrência da epidemia da MO. Sem dúvida, estudos desta natureza permitem compreender melhor as interrelações das variáveis fenológicas, climatológicas e de inóculo e seu efeito sobre a taxa de infecção da monilíase do cacaueiro. No patossistema vassoura de bruxa do cacaueiro, foi possível melhorar a eficiência de controle, após os estudos de epidemiologia comparativa efetuados na América Latina (Schmidt *et al.* 1993).

Pela análise do progresso da doença, sugere-se implementar estudos visando a remoção periódica de frutos doentes durante o período de frutificação do cacauero, entre as semanas 48 (dezembro) a 21 (maio), período crítico para infecção por *M. roreri* e crucial para seu controle. Assim, o conhecimento das interações no triângulo de doença (patógeno, hospedeiro e ambiente), subsidiaria o manejo racional da MO, o que é o objetivo final da epidemiologia.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvin, P. de T.; Machado, A.D. & Vello, F. (1974). Physiological responses of cocoa to environmental factors. *Revista Theobroma* 4: 23-25.
- Andebrhan, T.; Costa, J.C.; Carvalho, A.L. & Albuquerque, P. (1993). Comparative epidemiology experiment: Brazil. In: *Disease management in cocoa*. Comparative epidemiology of witches' broom. Chapman & Hall. London. pp. 33- 55.
- Aranzazu, H.F. (1982). La moniliasis del cacao. In: *Tercera Reunion del Comité Consultivo de Sanidad Vegetal*, Caracas 22-26 de noviembre de 1982.
- Bejarano, G. (1961). Métodos de inoculación artificial y factores favorables para la infección de *Monilia roreri* Cif & Par. Tesis Ing. Agr. Universidad Central, Quito.
- Boneti, J.I.S. & Katsurayama, Y. (1988). A sarna da macieira. EMPASC. Florianopolis. Boletim Técnico No. 44.
- Campos, M.L. (1988). Estudio sobre la epidemiología de la moniliasis del cacao causada por *Moniliophthora roreri*. Tesis Ing. Agr. Universidad de Costa Rica.
- Campuzano, H. (1982). Influencia de la temperatura y la humedad en la germinación de esporas de *Monilia roreri*. In: *International Cocoa Research Conference, 8, Proceedings*. Cocoa Producer Alliance, pp. 493-497.
- Desrosiers, R.; Von Buchwald, A & Bolaños, C. (1955). Effect of rainfall on the incidence of *Monilia* pod rot in Ecuador. *FAO Plant Protection Bulletin* 3: 161-164.
- Evans, H.C. (1981). Pod rot of cacao caused by *Moniliophthora (Monilia) roreri*. *Phytopathological Papers No. 24*. C.M.I. Kew, Surrey, England.
- Jenkyn, J.F. (1974). A comparison of seasonal, changes in deposition of spores of *Erysiphe graminis* on diferent trapping surfaces. *Annals of Applied Biology* 76: 257-267.
- Levano, J.C. (1991). Resumen estadístico y variaciones meteorológicas de Tingo María, 1940 – 1990. UNAS, Tingo María.
- Melendez, L.M. (1993). Microambiente, cantidad de esporos en el aire e incidencia del hongo *Moniliophthora roreri* (Cif. & Par) Evans et al. bajo tres sistemas de manejo de sombra leguminosa en cacao (*Theobroma cacao*). Tesis MSc. Turrialba. Costa Rica.

- Merchan, V.M. (1978). Influencia de la humedad, temperatura y edad sobre la germinación de esporas de *Monilia roreri* Cif & Par. *Fitopatología Colombiana*. 7: 127 (Resumen).
- Merchan, V.M. (1981). Avances en la investigación de la moniliasis del cacao en Colombia. *El cacaotero Colombiano* 16: 26-41.
- Porras, V.H. & Gonzales, L.C. (1984a). Epifitiología de la moniliasis del cacao (*Monilia roreri*) y su relación con el ciclo de producción en la zona de Matina, Costa Rica. *Fitopatología* 19: 78-84.
- Porras, V.H. & Gonzales, L.C. (1984b). Liberación de conidios de *Monilia roreri* de frutos enfermos de cacao dejados en el árbol. *Fitopatología* 19: 8-12.
- Porras, V.H. & Gonzales, L.C. (1990). Manejo integrado de la mazorca negra y la moniliasis del cacao en el trópico húmedo bajo de Costa Rica. *Turrialba* 40: 238-245.
- Ram, A. (1989). *Biology, Epidemiology and Control of Moniliasis (Moniliophthora roreri) of Cacao*. Imperial College. University of London. (Ph.D. Thesis).
- Rios-Ruiz, R. A. & Katip, Y.J. (1991). Estudio de la moniliasis del cacao (*Moniliophthora roreri*) en la selva norte del Peru. Informe de investigación terminada. UNAS. Facultad de Agronomía, Tingo María. Peru.
- Rios-Ruiz, R.A. & Vasquez, R. (1992). Epidemiología de la escoba de bruja (*Crinipellis pernicioso* (Stahel) Singer) del cacao. In: *Congreso Peruano de Fitopatología, 12, Proceedings*. Arequipa. p. 23.
- Rios-Ruiz, R.A. (1998). Epidemiología de la moniliasis (*Moniliophthora roreri* (Cif. & Par) Evans et al.) del cacao en Tingo Maria: Estrategias de manejo. In: *Congreso Peruano de Fitopatología, 15, Proceedings*. Pucallpa, Ucayali. pp. 14-15.
- Rios-Ruiz, R.A.; Maffia, L. A. & Alfenas, A.C. (2002). Current status, distribution and losses due to *Moniliophthora* pod rot of cacao in Peru. In: *International Cocoa Research Conference, 13, Proceedings*. Cocoa Producers' Alliance pp. 805-811
- Rios-Ruiz, R.A; Moreno, S.; Vasquez, R.; Chavez, J.; Alarcon, N.; Valderrama, A.; Cotache, E. & Balcazar, L. (2003). Epidemiología y manejo de las enfermedades que infectan frutos de cacao entre 1980 y 1991 em Tingo Maria – Peru. In: *International Cocoa Research Conference, 14, Proceedings*. Cocoa Producers' Alliance (Resumo).
- Sanchez, J. A. (1982). Reacción de cultivares de cacao a la inoculación artificial con *Monilia roreri*. MSc. Thesis. URC/CATIE Turrialba, Costa Rica.
- Schmidt, R. A.; Rudgard, S. A.; Maddison, A.S. & Andebrhan, T. (1993). Comparative epidemiology of witches' broom pathosystem. In. *Disease management in cocoa*. Comparative epidemiology of witches' broom. Chapman & Hall. London. pp. 131-155.
- Soberanis, W. & Rios-Ruiz, R.A. (1998). Remoción de frutos enfermos para el control de enfermedades del cacao en Tingo Maria. In: *Congreso Peruano de Fitopatología, 15, Proceedings*. Pucallpa, Ucayali. p.15.

- Suarez, C. (1971). Estudio del mecanismo de penetración y del proceso de infección de *Monilia royeri* Cif & Par. em frutos de cacao. (*Theobroma cacao* L.) Tesis Ing. Agr. Guayaquil, Ecuador.
- Suarez, C. (1987). Asesoramiento en fitopatología en la región del Alto Huallaga. Technical Report, Project AD/PER/86/458-OSP/PNUD. Tingo María. Peru.
- Van der Vossen, H.A. (1997). Strategies of variety improvement in cocoa with emphasis on durable disease resistance. An external review prepared for INGENIC. International Group for Genetic Improvement of Cocoa, Reading.
- Wheeler, B.E.J. & Suarez, C. (1993). The pathosystem. In. *Disease management in cocoa*. Comparative epidemiology of witches' broom. Chapman & Hall. London. pp.9- 20.

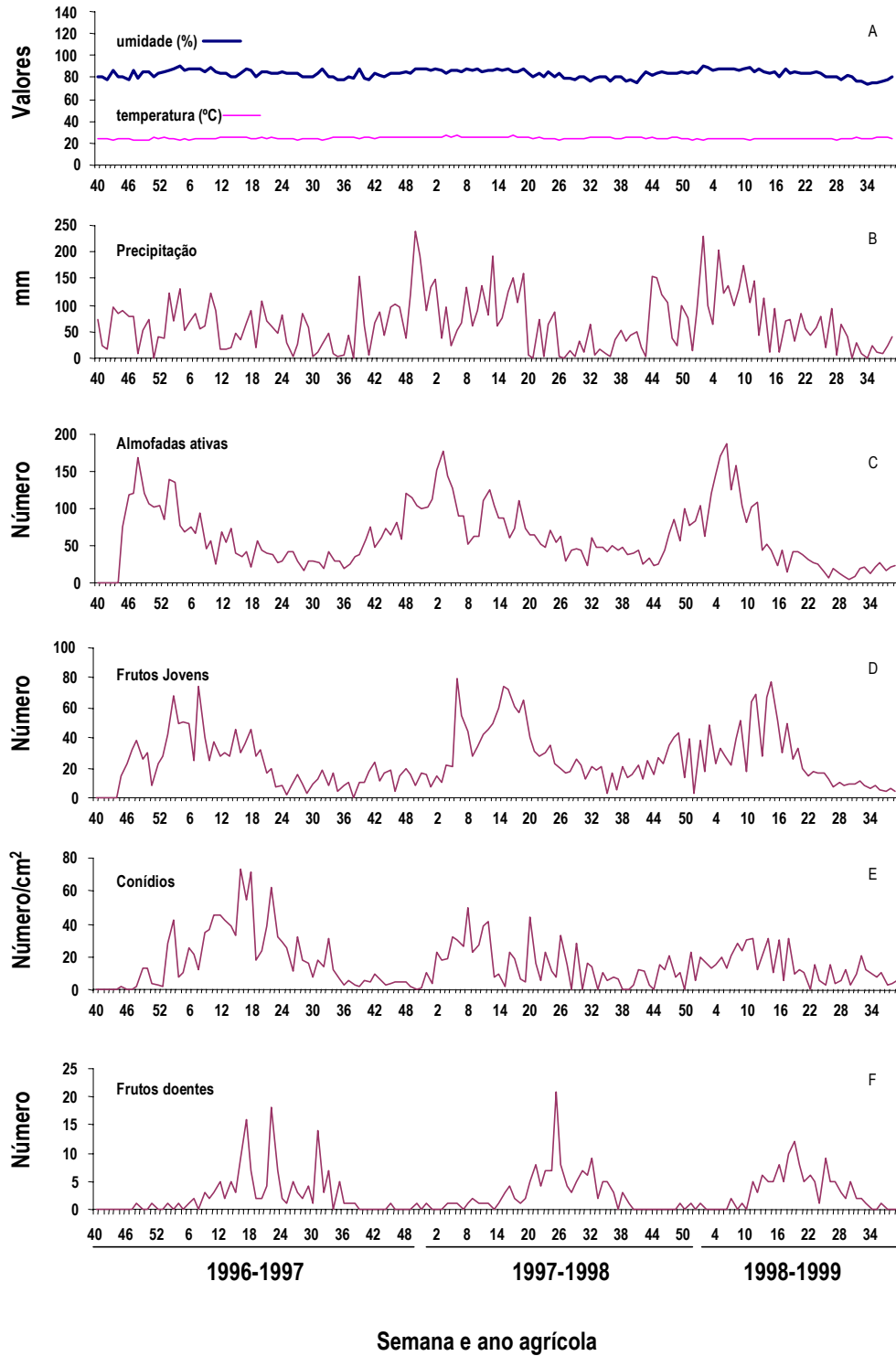


Figura 1. Número de frutos de cacau com monilíase; variáveis climatológicas (precipitação, umidade relativa e temperatura) e fenológicas (almofadas ativas e frutos jovens); e número de conídios de *Moniliophthora roreri*; durante 1996 a 1999, em Tingo María, Peru.

Tabela 1. Coeficientes de correlação dos números de almofadas ativas, frutos jovens de cacau, frutos com monilíase e de conídios de *Moniliophthora roreri* aos valores de precipitação pluviométrica registrados de zero a 14 semanas antes, em três anos agrícolas 1996 – 1999, em Tingo María. Peru.

Variável	SEMANAS ANTES							
	0	2	4	6	8	10	12	14
Almofadas Ativas	0,455*	0,540*	0,470*	0,335*	0,123	0,148	0,06	-0,027
Frutos Jovens	0,282	0,380*	0,403*	0,381*	0,373*	0,303	0,18	0,188
Fruto com Monilíase	-0,199	-0,132	-0,083	0,123	0,181	0,156	0,392*	0,390*
Conídios	0,043	0,084	0,207	0,167	0,212	0,211	0,193	0,119

\* Valores do coeficiente de correlação de Pearson significativos (P=0,05).

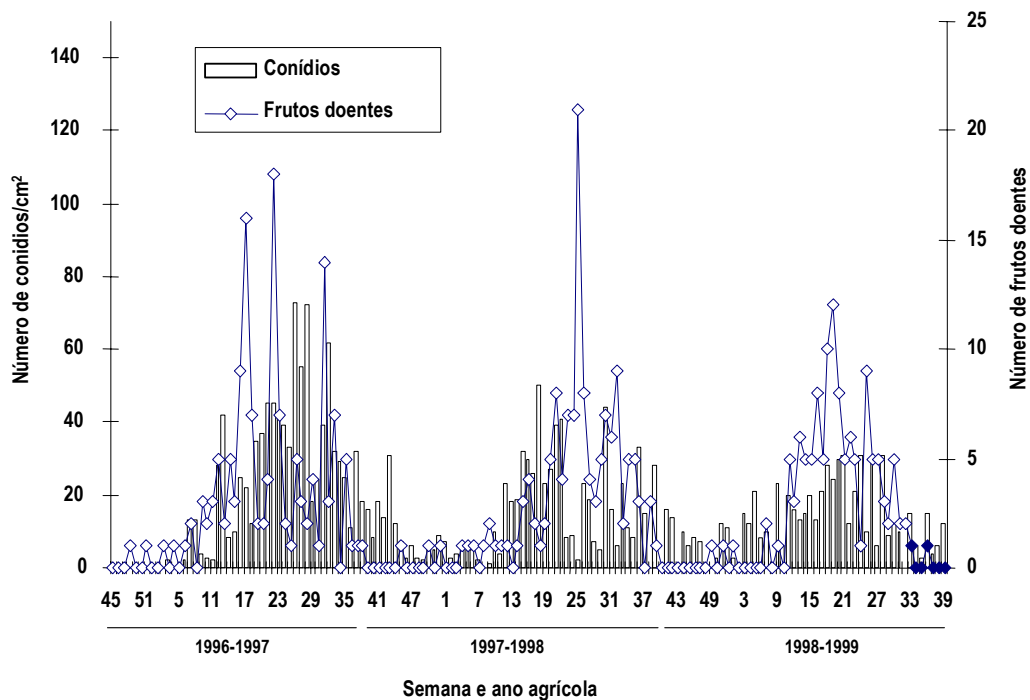


Figura 2. Número de conídios de *Moniliophthora roreri* capturados em armadilhas e número de frutos de cacau com monilíase, durante três anos agrícolas em Tingo María. Peru. Barras = conídios, linhas = frutos com monilíase dez semanas após a quantificação do número de conídios.

## CAPÍTULO 3

### RESISTÊNCIA DE CULTIVARES DE CACAU A *Moniliophthora roreri* NO PERU

#### RESUMO

A monilíase (MO), causada por *Moniliophthora roreri*, é a principal doença do cacau no Peru, onde ocasiona reduções severas da produção. Um método promissor de controle da doença é o plantio de materiais resistentes. Neste trabalho avaliou-se a resistência de cultivares de cacau de dois bancos de germoplasma, em inoculações artificiais e em condições de inóculo natural de *M. roreri*, em 1997/98 e 1998/99. Por meio de inoculações artificiais, avaliaram-se 15 cultivares introduzidos (internacionais) e se quantificaram: Incidências, avaliadas no início ( $Y_0$ ), na nona semana após a inoculação ( $Y_9$ ) e na colheita ( $Y_C$ ); período latente médio (PLM); período de incubação médio (PIM); área abaixo da curva da incidência da doença (AACPD); severidade interna (SI) com uso de escala de 0 (fruto sadio) a 5 (> 80% de necrose); classe de infecção, avaliadas na nona semana após a inoculação ( $CI_9$ ) e na colheita ( $CI_C$ ) utilizando-se escala de 0 (fruto sadio) a 5 (micélio e, ou, esporulação em mais que ¼ da necrose); intervalo, em semanas, da inoculação ao  $Y_0$  ( $T_{y0}$ ) e as semanas transcorridas do aparecimento de sintomas à esporulação (SESP). Em condições de campo, avaliou-se a incidência da MO em frutos de 26 cultivares. Em geral, nas cultivares testadas

observaram-se diferenças de suscetibilidade a *M. royeri*, com respostas similares nas duas localidades e nos dois anos avaliados. Na infecção artificial, obtiveram-se diferenças significativas entre as cultivares avaliadas quanto à maioria dos componentes estudados. Na cultivar resistente, ICS 95, obtiveram-se  $Y_C$  baixa (70 %), PLM longo (>16 semanas), T<sub>yo</sub> longo (> 13 semanas), AACPD baixa (< 2080),  $CI_C$  baixo (< 2,3), SESP longo (8 semanas) e SI igual a 3. Como  $Y_C$ , PLM e  $CI_C$  estariam relacionados à produção de inóculo, a resistência quantitativa de cacaueteiro à MO pode ser determinada, avaliando-se esses componentes. Em condições de infecção natural, obtiveram-se, consistentemente, os níveis mais baixos de incidência em 'ICS-95', o que sugere estabilidade de resistência. Portanto, é uma cultivar recomendável como fonte de resistência à MO ou mesmo para plantio comercial.

## 1. INTRODUÇÃO

A monilíase (MO), causada por *Moniliophthora royeri* (Cif & Par) Evans et al. é a principal doença do cacaueteiro (*Theobroma cacao* L.) no Peru, ocasionando reduções severas da produção (Rios-Ruiz et al., 2002). Um método promissor de controle da doença é o plantio de materiais resistentes. Tendo em vista a variabilidade genética do cacaueteiro, é possível que haja fontes de resistência de interesse para o melhoramento. Entretanto, o controle da doença por meio da resistência somente começou a ser buscado recentemente. Em cada país onde a MO ocorre, observaram-se diferenças em cultivares quanto à suscetibilidade ao patógeno (Aragundi et al., 1988; Suarez, 1999; Phillips-Mora, 1999). Como ainda não se conhece a reação dos diferentes materiais de cacaueteiro ao patógeno, necessitam-se estudos sistemáticos, principalmente por meio de avaliações em coleções dos bancos de germoplasma em cada país. Essas coleções são essenciais para assegurar o futuro da produtividade (Soria, 1974). Programas de melhoramento do cacaueteiro, objetivando resistência à MO, vassoura de bruxa e podridão parda, principais doenças na América Latina (Fulton, 1986), estão em execução em todos os países onde elas ocorrem.

A Amazônia é uma das reservas mais extensas e valiosas de variabilidade genética do cacaueteiro, com vistas ao melhoramento da espécie (Pontes-Barriga et al., 1985; Coral, 1988). Assim, como parte do programa de melhoramento em Trinidad, Equador, Colômbia, Brasil, Peru, entre outros, realizaram-se várias expedições

botânicas nas principais bacias dos rios da Amazônia. Em todos os bancos de germoplasma, vêm-se avaliando as coleções quanto a várias características, inclusive a resistência às doenças. Alguns dos clones amazônicos, como SCA 6, SCA 12, P 7, P 12, IMC 67, PA 121, ainda muito utilizados no melhoramento genético, foram coletados no Peru (Bartley, 1981). Nesse país, na década de 1980, instalou-se um novo banco de germoplasma na Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS) que dispõe de materiais resgatados de introduções anteriores, materiais de novas introduções e materiais nativos de novas coleções (Coral, 1988; Lama, 1991). Esses materiais ainda não foram avaliados quanto à resistência a MO para as condições do Peru ou de outros países.

A avaliação de fontes de resistência deve ser realizada em condições de campo, sob infecção natural, bem como utilizando-se de inoculações artificiais. Como as condições de clima, isolados do patógeno, densidade de inóculo e do método de inoculação são variáveis, uma cultivar pode ser considerada como resistente em um local e suscetível em outro. A cultivar EET 96 foi resistente no Equador (Delgado et al., 1960) e suscetível na Colômbia (Merchan, 1978). Similarmente, em dois trabalhos independentes na Costa Rica, EET 399 foi considerado como resistente (Brenes, 1983) ou suscetível (Phillips, 1986). O Pound 7 foi considerado resistente ou tolerante na Colômbia (Cardenas & Giraldo, 1986), mas altamente suscetível na Costa Rica (Phillips, 1986, 1999) e no Peru (Rios-Ruiz & Rivas, 1996).

Nas avaliações de resistência a campo, a padronização da metodologia de inoculação é importante para permitir comparações. No campo, a inoculação em frutos pode ocorrer com conídios oriundos de frutos doentes (Bejarano, 1961; Cardenas & Giraldo, 1986) ou de culturas puras (Merchan, 1978; Evans, 1981; Sanchez, 1982; Brenes, 1983; Phillips, 1986, 1999), utilizando-se vários métodos de inoculação e densidades de inóculo. Contudo, com a necessidade de desenvolver um teste representativo para avaliar a reação das cultivares, na Costa Rica, Sanchez *et al.* (1988), embasados nos trabalhos pioneiros feitos no Equador (Bejarano, 1961), desenvolveram um método de inoculação artificial e uma escala de notas de 0 a 5 para avaliar os sintomas externos e internos nos frutos, além de registrarem a incidência da doença. Mais recentemente, Phillips-Mora (1999) propôs que a classificação de uma cultivar se baseie na severidade interna nos frutos inoculados, avaliados na nona semana, desde que esta variável melhor representa o dano das amêndoas causado pelo fungo.

O processo de infecção monocíclica consiste de uma sucessão de eventos que ocorrem em nível morfológico, fisiológico e bioquímico, denominados componentes do ciclo de infecção, os quais podem ser quantificados (Zadoks & Schein, 1979). A redução da intensidade da doença causada pelo patógeno pode ser interpretada como forma de resistência quantitativa, que é baseada em um ou mais componentes de resistência. Para o patossistema *T. cacao* – *M. royeri*, nenhum estudo de componentes foi encontrado. Neste patossistema, para o qual se acredita haver resistência de tipo quantitativa (Phillips-Mora, 1999; Rios-Ruiz & Rivas, 1996), um método que avalie os componentes de resistência associados à redução da taxa de progresso da doença (Vanderplank, 1963; Parlevliet, 1979; Zadoks & Schein, 1979) seria de grande utilidade. O estudo de componentes é importante para ampliar o conhecimento da interação hospedeiro-patógeno, discriminar mais facilmente genótipos com diferentes níveis de resistência e ser aplicável em programas de melhoramento que visem desenvolver cultivares resistentes.

Parte das diferentes coleções de germoplasma de cacau no Equador (Pichilingue) (Desrosiers & Suarez, 1974; Suarez, 1999), Costa Rica (CATIE) (Sanchez, 1982; Brenes, 1983; Phillips, 1986, 1999) e Colômbia (ICA e Granja Luker) (Aranzuzu, 1982; Cardenas & Giraldo, 1996) foi testada quanto à resistência de frutos a *M. royeri*, principalmente avaliando-se a incidência da doença. Apesar de a maioria de clones ter sido suscetível, a formação de lesão e a esporulação foram inibidos em certos materiais. Assim, no clone EET-233, um cruzamento de ‘Nacional’ x híbrido desconhecido, ocorreu incidência de doença baixa em frutos, com desenvolvimento restrito da lesão (Evans, 1981; Aragundi et al., 1988). No Peru, em estudo realizado em 1995, obteve-se a primeira evidência de que a cultivar ICS 95 possui resistência quantitativa à MO (Rios-Ruiz & Rivas, 1996). Todavia, estudos mais detalhados são necessários para conhecer esta e outras fontes de resistência à MO em condições do Peru, na busca de fontes de resistência e, ou, na seleção de genótipos com resistência quantitativa, a qual retardaria o desenvolvimento interno do fungo e reduziria sua esporulação. É, também, necessário conhecer o comportamento e a estabilidade da resistência dos materiais promissores, por meio da sua avaliação em diferentes localidades, cujo ambiente seja favorável à doença. Assim, a obtenção de materiais resistentes à MO permitirá esquematizar no futuro um manejo integrado da monilíase.

Com base no exposto, neste trabalho avaliou-se, no Peru, a resistência à MO de plantas de uma coleção de cultivares introduzidos (internacionais) do Banco de

Germoplasma da Universidad Nacional Agraria de la Selva – Tingo María (BAG-UNAS-TM) e do viveiro de cacau da Cooperativa Agraria de Produção – Tocache (SCAP-T), sob infecção natural e com inoculação artificial.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

A coleção do BAG-UNAS-TM compreende cerca de 200 acessos originários de diversas bacias hidrográficas da Amazônia Peruana, principalmente das novas séries Ucayali (U) e Huallaga (H) recentemente coletadas, e acessos internacionais antigos e novos. Cada genótipo foi representado em sua população inicial por uma rua de 10 plantas clonais, no espaçamento de 3 x 3 m.

O SCAP-T, compreende cerca de 20 cultivares internacionais semeados em blocos diferentes para formar sementes híbridas biclonais.

### 2.1. Resistência de cultivares de cacau inoculados artificialmente com *Moniliophthora roreri*

No estudo, realizado em duas localidades: Tingo María (BAG-UNAS) e em Tocache (SCAP), utilizaram-se cultivares empregados na formação de híbridos para a promoção da cacauicultura no Peru e em outros países. Em ambos os locais, selecionaram-se plantas em estágio produtivo (idade superior a 8 anos). Em Tingo María, avaliaram-se plantas de 15 cultivares: Pound 7, EEET 400, UF 29, UF 296, UF 613, UF 667, SCA 6, SCA 12, Pound 12, ICS 1, ICS 6, ICS 39, ICS 95, IMC 67 e CCN 51. Em Tocache, não se avaliaram as cultivares UF 667, SCA 6 e UF 296, por não estarem disponíveis ou não estarem em produção.

Preparou-se suspensão de conídios, adicionando-se água destilada a colônias de *M. roreri*, com 14 dias, em placas de Petri com meio de aveia-dextrose-ágar ou V8-asparagina-maltose-ágar (Sanchez et al., 1988; Phillips-Mora, 1999). A suspensão foi colocada em um béquer, adicionou-se água destilada e Tween 80 a 0,01% e agitou-se por 15 min. A concentração da suspensão foi calibrada para  $2 \times 10^5$  conídios/ml, usando-se um hemacitômetro.

Frutos com 60 dias de idade, obtidos mediante polinização manual, foram inoculados, com a suspensão obtida (0,5 ml/fruto), por meio de atomizador DeVilbiss 15. Após inoculados, os frutos foram recobertos com sacos plásticos transparentes,

contendo um chumaço de algodão com 50 ml de água, visando criar uma câmara úmida. Após 48 h, os sacos foram substituídos por sacos perfurados nas extremidades, os quais permaneceram protegendo os frutos até o final do ensaio.

Três semanas após a inoculação, e semanalmente até a colheita, avaliaram-se o desenvolvimento externo e interno da doença por meio dos seguintes componentes de resistência :

Incidências, avaliadas no início ( $Y_0$ ), na nona semana após a inoculação ( $Y_9$ ) e na colheita ( $Y_C$ ), estimadas com base na porcentagem de frutos com sintomas,

Período latente médio (PLM), pela contagem do número de semanas transcorridas da inoculação até que em 50% dos frutos inoculados houvesse lesões esporulantes;

Período de incubação médio (PIM), pela contagem do número de semanas transcorridas da inoculação até o aparecimento de sintomas em 50% dos frutos inoculados;

Área abaixo da curva da incidência da doença (AACPD), calculada, por meio da integração trapezoidal da incidência x tempo (Shaner & Finney, 1977);

Severidade interna (SI), avaliada, utilizando-se a escala (Sanchez, 1982): 0 (fruto sadio); 1 (de 1 a 20%); 2 (de 21 a 40%); 3 (de 41 a 60%); 4 (de 61 e 80%); 5 (mais que 80% de necrose interna);

Classe de infecção, avaliada na colheita ( $CI_C$ ) e na nona semana após inoculação ( $CI_9$ ), utilizando-se a escala modificada de Brenes (1983): 0 (fruto sadio); 1 (pontos oleosos e, ou, deformações); 2 (necrose em menos que  $\frac{1}{4}$  do fruto); 3 (necrose em mais que  $\frac{1}{4}$  do fruto); 4 (micélio e, ou, esporulação em até  $\frac{1}{4}$  da necrose); 5 (micélio e, ou, esporulação em mais que  $\frac{1}{4}$  da necrose),

Intervalo, em semanas, da inoculação ao  $Y_0$  ( $T_{y0}$ ), obtido contando-se o número de semanas transcorridas, da inoculação até serem observados os primeiros sintomas da doença,

Semanas transcorridas do aparecimento de sintomas à esporulação média (SESP), contando-se o número de semanas transcorridas do aparecimento de sintomas até que 50% dos frutos inoculados estivessem com classe de infecção máxima (graus 4 e 5 da escala da classe de infecção).

Utilizou-se o delineamento de blocos ao acaso, com quatro repetições, cada uma constituída de dez frutos. Os dados das variáveis foram submetidos à análise de variância. Para comparação de médias, utilizou-se o teste de Tukey ( $P=0,05$ ). Os valores de incidência de frutos com monilíase foram plotados em função do tempo para obter curvas de progresso e efetuar a comparação das cultivares. Calculou-se, também, o

coeficiente de correlação de Pearson, para examinar associação entre os componentes de resistência. Efetuaram-se todas as análises estatísticas com o programa SAS System, versão 8.0 (SAS Institute Inc.).

## **2.2. Resistência de cultivares à monilíase avaliada por meio da infecção natural**

Estudou-se a ocorrência natural da MO, no BAG-UNAS-TM e no SCAP-T, nos anos agrícolas de 1997/98 e 1998/99. Para efeitos da avaliação, somente foram considerados os genótipos de idades semelhantes e que se encontravam em estágio produtivo (idade superior a 8 anos). As práticas de cultivo foram as normalmente recomendadas para a região. Quinzenalmente, de cinco plantas tomadas ao acaso, computavam-se os números de frutos colhidos, sadios e doentes, e se calculou a incidência da monilíase, por cultivar e por ano agrícola.

Realizou-se a análise descritiva dos dados com o cálculo da média e o erro padrão da média. O coeficiente de correlação de Pearson foi utilizado para examinar associação da incidência obtida em condições de inóculo natural (INCAM) e os componentes de resistência estimados em condições de inoculação artificial. Efetuaram-se todas as análises estatísticas com o programa SAS System, versão 8.0 (SAS Institute Inc.).

## **3. RESULTADOS**

### **3.1. Resistência de cultivares de cacau inoculadas artificialmente com *Moniliophthora roreri***

Houve variação quanto ao início de sintomas da MO nas diferentes cultivares, tanto em Tingo Maria como em Tocache, e em todas as cultivares a curva de progresso da doença tendeu a sigmoideal. (Figura 1). Na maioria das cultivares, os sintomas iniciais apareceram entre 4 a 7 semanas, com incidência máxima entre 7 a 10 semanas após a inoculação. Entretanto, os sintomas iniciais em ‘ICS 95’ ocorreram em torno de 9 a 10 semanas e a incidência máxima entre 15 a 17 semanas após a inoculação.

Diferenciaram-se dois grupos de cultivares quanto aos componentes avaliados: no grupo 1, inclui-se o ‘ICS 95’ e, no grupo 2, os demais cultivares avaliados.

Nas cultivares avaliadas em Tingo María, a  $Y_C$  variou de 71,3% (‘ICS 95’) a 100% (‘Pound 7’ e ‘EEET 400’), e diferiu entre as cultivares (Tabela 1). Valores altos e

intermediários de  $Y_C$  foram obtidos para as demais cultivares. Tendência similar foi obtida com  $Y_9$  (Tabela 1). Em Tocache, a  $Y_C$  variou de 70% ('ICS 95') a 100% ('Pound 7'), e diferiu entre as cultivares (Tabela 1). E a  $Y_9$  variou de 5% ('ICS 95') a 97,5% ('Pound 7').

Em Tingo Maria, o PLM variou de 9,8 semanas ('Pound 7') a 17 semanas ('ICS 95') (Tabela 1). Quanto ao PLM, definiram-se dois grupos de cultivares (Figura 2A): no grupo 1, está a maioria das cultivares, com PLM variando de 9,8 a 11,5 semanas e, no grupo 2, encontra-se 'ICS 95', com PLM de 17 semanas. Em Tocache, também se definiram estes dois grupos (Figura 2 B), sendo que 'ICS 95' com PLM mais longo de 16,5 semanas, o qual diferiu estatisticamente das demais cultivares (Tabela 1). Em ambos os locais, com o PIM obteve-se tendência similar à do PLM (Tabela 1). O PIM mais longo foi determinado em 'ICS 95' (superior a 12 semanas), enquanto nas demais cultivares variou de 6 a 7,8 semanas.

Os valores de AACPD variaram entre as cultivares: foram baixos (<2080) para 'ICS 95' e altos (>3900) para 'Pound 7' e 'EET 400' (Quadro 1) em ambos os locais. A classe de infecção avaliada na colheita ( $CI_C$ ) também variou entre as cultivares, sendo baixa (< 2,3) em 'ICS 95' e alta (> 4) nas cultivares restantes, tanto em Tingo Maria como em Tocache. Obtiveram-se menores diferenças quanto aos valores de  $CI_9$  (Figura 3).

As cultivares também variaram quanto à SI, e o valor mais baixo (próximo a 3), foi obtido em 'ICS 95', enquanto valores acima de 4 foram obtidos nas demais cultivares (Tabela 1), em ambos os locais.

Em Tingo Maria e Tocache, o intervalo transcorrido do aparecimento de sintomas e a esporulação média foi de 4,0 e 4,6 semanas, respectivamente, para 'EET 400' e de 7,3 e 8,0 semanas para ICS 95, respectivamente (Tabela 1). O SESP foi longo para ICS 95 e menor para as demais cultivares.

As cultivares não diferiram quanto aos valores de  $Y_0$ , em Tingo Maria (Tabela 1), porem para Tocache o ICS 95 diferiu estatisticamente.

O intervalo da inoculação ao aparecimento dos sintomas iniciais ( $T_{y0}$ ) variou entre as cultivares (Tabela 1). O mais longo  $T_{y0}$  (superior a 13 semanas) foi obtido para o 'ICS 95' e o menor para 'Pound 7' e 'EET 400' (4,25 semanas), em Tingo Maria e Tocache.

Obtiveram-se correlações significativas para a maioria das variáveis analisadas, com exceção de  $Y_0$  (Tabela 2).

### 3.2. Resistência de cultivares à monilíase avaliada por meio da infecção natural

As cultivares avaliadas em condições de infecção natural, nos dois anos agrícolas (1997/98 e 1998/99), variaram quanto à suscetibilidade, independentemente do local de avaliação, apesar de a incidência da MO ter sido maior em Tingo María (Figura 4). As cultivares apresentaram suscetibilidade similar, tanto em anos de maior incidência (1997/98) quanto nas de menor incidência (1998/99). Quando se analisou a média dos dois anos agrícolas, em 'ICS 95' constataram-se os menores valores de incidência de MO em frutos: 23,5% e 18,2%, em Tingo María e Tocache, respectivamente, sendo esta a cultivar mais resistente à monilíase (Figura 4). Nas demais cultivares, obtiveram-se valores de incidência superiores a 40% e, em 'EET 400' e 'Pound 7', observaram-se os valores mais altos de incidência da doença em frutos, 85% e 85,8% em Tingo Maria e 67,4% e 69,2% em Tocache, respectivamente.

Observou-se correlação significativa para a maioria das associações entre os componentes de resistência avaliados em condições controladas, e a incidência de frutos com MO, avaliada por meio de infecção natural. Maiores valores de correlação significativa foram obtidos entre INCAM e  $Y_C$ , INCAM e  $Y_9$ , INCAM e AACPD (Tabela 2).

## 4. DISCUSSÃO

Em geral, as cultivares testadas apresentaram diferenças quanto à suscetibilidade a *M. rozeri*, com reações similares nas duas localidades (Tingo María e Tocache) e nos dois anos agrícolas (1997/98 e 1998/99) avaliados. Em vista dessa uniformidade, realizou-se análise conjunta dos resultados. Houve variação quanto à incidência da MO na colheita, de 70 a 100%, o que sugere que os materiais apresentam resistência do tipo quantitativa (Parlevliet, 1979; Zadoks, 1997). Na caracterização da resistência quantitativa, avaliam-se os componentes da resistência, que compreendem a resistência à infecção, à colonização e à reprodução do patógeno (Parlevliet, 1979; Zadoks & Shein, 1979; Zadoks, 1997). A frequência de infecção e, ou, incidência, período latente, período infeccioso, produção de esporos e outros associados a eles, são importantes componentes de resistência quantitativa. Nos testes monocíclicos, das 15 cultivares de cacau estudadas, obtiveram-se diferenças em vários componentes. As

diferenças foram significativas pela inclusão de 'ICS 95', que se destacou das demais cultivares.

Em 'ICS 95', obtiveram-se incidências na colheita inferiores a 100% (70%), período latente médio longo (superior a 16 semanas), intervalo longo da inoculação ao aparecimento de sintomas iniciais (superior a 13 semanas), área abaixo da curva de progresso da doença baixa (menor que 2080), classe de infecção na colheita de valor baixo (inferior a 2,3), intervalo entre o aparecimento de sintoma à esporulação médio longo (8 semanas) e índice de severidade interna baixa (3,0). Em vista dessas características, considera-se que o 'ICS 95' tenha alto nível de resistência quantitativa à MO. Em um segundo grupo de cultivares, constituído por 'Pound 7', 'EEET 400', 'UF 29', 'UF 667', 'SCA 6', 'Pound 12', 'UF 613', 'SCA 12', 'ICS 6', 'ICS 39', 'ICS 1', 'IMC 67', 'CCN 51' e 'UF 296', detectaram-se  $Y_C$  alta (até 100%), PLM curto (9,5 a 11 semanas), T<sub>yo</sub> curto (4,5 a 7 semanas), AACPD alta (>4000), CI<sub>C</sub> alta (>4,0) e SI alta (>4,0). Em vista desses valores, essas cultivares foram consideradas como suscetíveis à MO. Em trabalhos anteriores, obtiveram-se resultados contraditórios, pois muitas das cultivares aqui testadas foram reportadas ora como suscetíveis ora como resistentes à MO (Sanchez, 1982; Brenes, 1983; Phillips, 1986; Cardenas & Giraldo, 1986). Com o presente estudo dos componentes de resistência, espera-se que os resultados obtidos contribuam para o melhor conhecimento da reação dessas cultivares à MO. No entanto, são necessários estudos de herança e dos mecanismos de resistência de cacaueteiro a *M. royeri*, que envolvam a exposição a diferentes isolados do patógeno, para que se possa concluir sobre a característica quantitativa da resistência e sua durabilidade.

Obtiveram-se correlações altas entre os componentes de resistência avaliados neste estudo. Assim, espera-se que a avaliação de alguns componentes poderia ser útil em selecionar cultivares quanto à resistência à MO. Entretanto, a despeito de envolver mais trabalhos, espera-se que, quanto maior o número de componentes estudados, maior o conhecimento da reação de determinada cultivar à doença. Assim, a avaliação de um componente pode não ser suficiente para explicar a resistência quantitativa potencial de dada cultivar. Em vista dos resultados obtidos, sugere-se sejam quantificados a  $Y_C$ , PLM, T<sub>yo</sub>, CI<sub>C</sub>, SESP e o SI, com os quais seria possível avaliar a resistência à penetração e ao desenvolvimento de sintomas e esporulação, e o dano interno, segundo preconizado por Zadoks (1997).

No patossistema *M. royeri*-cacaueiro, em avaliações de campo, já se demonstrou que a incidência de frutos doentes é bem correlacionada a perdas de amêndoas (Evans, 1981; Rios-Ruiz & Katip, 1991; Rios-Ruiz et al., 2002). Com a metodologia utilizada no presente trabalho, detectou-se alta correlação da incidência à SI, o que pode, eventualmente, impossibilitar encontrar materiais resistentes. Portanto, requer-se a avaliação de outros componentes que auxiliem na seleção de materiais com resistência quantitativa à MO.

Pelos resultados obtidos neste trabalho, há evidências opostas ao definido por Phillips-Mora (1999), para quem apenas a avaliação da SI é suficiente para discriminar genótipos com resistência à MO. Assim, componentes que mensurem o atraso no desenvolvimento de sintomas (Tyo) e que estejam relacionados à esporulação (medida indiretamente por meio do  $CI_C$ , PL e SESP) são, também, importantes na discriminação de cultivares de cacau resistentes a *M. royeri*. Ademais, em cultivares suscetíveis, pequenas diferenças poderiam ser discriminadas, o que não é possível avaliando-se apenas SI. Por outro lado, os componentes relacionados à redução na esporulação, são importantes epidemiologicamente em cultivares com alta resistência quantitativa, como o ICS 95. Assim, o atraso no início dos sintomas e redução no seu desenvolvimento (menores incidência e AACPD), o atraso no início da esporulação (maior PLM) e a redução na área esporulada (menor  $CI_C$ ) devem desempenhar papel importante na redução da quantidade de inóculo, com conseqüente redução na intensidade da doença e nas perdas decorrentes da doença. Em novos estudos de campo, devem se obter evidências quantitativas relativas a esses aspectos. Como  $Y_C$ , PLM e  $CI_C$  provavelmente estejam relacionados à produção final de inóculo, a resistência quantitativa à MO, pode ser eficientemente avaliada por meio destes componentes. Para o patossistema vassoura de bruxa-cacaueiro, a incidência está relacionada à produção final de inóculo (Andebrhan, 1998).

A avaliação do dano nas amêndoas de um fruto de cacau infectado por *M. royeri* é mais facilmente observável na colheita, em vista do longo período de incubação do patógeno (Evans, 1981; Rios-Ruiz & Katip 1991). Com a avaliação de frutos após 9 semanas de inoculação, é possível haver discriminação de cultivares, o que é utilizado hoje na Costa Rica (Phillips-Mora, 1999) e demonstrado neste trabalho. Entretanto, com avaliações posteriores ou mesmo na colheita será possível efetuar uma avaliação mais completa, além de permitir efetuar melhor avaliação dos demais componentes como já explicado. Nesse contexto, Cardenas & Giraldo (1986)

concluíram que a quantificação da severidade da MO foi mais ajustada e confiável na colheita dos frutos de cacau.

Pela quantificação da incidência da doença sob condições naturais de infecção, também foi possível diferenciar as cultivares testadas quanto à suscetibilidade. Encontrou-se correlação entre os componentes de resistência quantitativa, determinados por meio de inoculação artificial, e a incidência da MO no campo, em Tingo María e em Tocache. Em geral, na 'ICS 95', a incidência de frutos doentes foi menor, tendência semelhante à obtida em condições de inoculação artificial. Assim, é possível prever a resposta de cultivares no campo, avaliando-as, com antecedência, em condições controladas.

Observou-se que a 'ICS 95' tem estabilidade quanto à resistência à MO, pois a incidência da doença foi baixa nos dois locais testados. Esta é uma característica desejável, para que cultivares sejam recomendadas para uso comercial. A 'ICS 95' é proveniente de cruzamentos de material Trinitário selecionado por Pound, na década do 30 (Pound, 1938). Esta cultivar, como seus congêneres da coleção da série ICS, foi amplamente difundida para todos os países produtores de cacau. No Peru, foi introduzida na década do 50 (Burgos, 1954), mas, a despeito de suas boas características agrônômicas, não foi amplamente utilizada nos programas de produção de semente híbrida. Uma vez constatado que a 'ICS 95' tem resistência quantitativa à MO, inicialmente reportada por Rios-Ruiz & Rivas (1996), e demonstrado mais detalhadamente neste trabalho, esta cultivar pode ser recomendada para plantio no Peru, visando reduzir as perdas decorrentes da MO. A cultivar ICS 95 pode também ser usada como fonte de resistência em programas de melhoramento, como material para gerar híbridos biclonais ou para plantio comercial de novas áreas por meio da propagação vegetativa. Para plantio como clone, é recomendável que forme parte de uma mistura de clones, para constituir um plantio policlonal, a fim de reduzir os efeitos negativos da incompatibilidade que apresentam alguns clones, como executado em outros países, com outros clones (Efron et al., 1999). Todavia, devem-se executar estudos mais amplos com a 'ICS 95', para monitorar seu desempenho temporal e espacial.

As demais cultivares testadas neste trabalho foram mais suscetíveis à MO. Vale frisar que 'SCA 6', originário do Peru, e uma das principais fontes de resistência à vassoura de bruxa (Pound, 1938), foi altamente suscetível a *M. royeri*. Outros materiais também muito usados em programas de melhoramento e para plantio (Bartley, 1981), como os das séries ICS, IMC e Pound, foram também suscetíveis à MO. Em vista destes

resultados, sugere-se a necessidade de rever o programa de uso destes materiais na formação de híbridos e de clones para promover a cultura do cacau no Peru e em outros países onde a MO ocorre e, ou, há risco de introdução da doença. Com isso, evitar-se-á a distribuição de sementes originárias de cruzamentos cujos genitores são suscetíveis à doença, com possibilidades de originarem progênes também suscetíveis.

Como salientado por vários pesquisadores (Andebrham et al., 1998; Parlevliet, 1979; Zadoks, 1997), a resistência quantitativa é um método importante de manejo de doenças, e deve ser integrada a outras medidas de manejo da MO. A integração da resistência ao controle cultural é promissora, pois ambas as medidas reduzem o inóculo existente na plantação e com ele a incidência da doença. Essa combinação é uma boa alternativa para os pequenos cacauicultores, que são a maioria dos produtores no Peru e em muitos países da América Latina.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andebrham, T.; Almeida, L.C. & Nakayama, H.I. (1998). Resistência de *Theobroma cacao* L. a *Crinipellis pernicioso* (Stahel) Singer: a experiência da Amazônia brasileira. *Agrotropica* 10: 49-60.
- Aragundi, J.; Suarez, C. & Solorzano, G. (1988). Evidencia de resistencia a la moniliasis y escoba de bruja del cacao en el clon EET-233. In: *International Cocoa Research Conference, 10, Proceedings*. Cocoa Producers Alliance, Lagos, p. 479-483.
- Aranzazu, H.F. (1982). La moniliasis del cacao. In: *Tercera Reunion del Comité Consultivo de Sanidad Vegetal*, Caracas 22-26 de noviembre de 1982, 32 p. 1982.
- Bartley, B.G. (1981). The status of genetic resistance in cacao to *Crinipellis pernicioso* (Stahel) Singer. In: *International Cocoa Research Conference, 6, Proceedings*. Cocoa Producers Alliance, Lagos, p. 57-69.
- Bejarano, G. (1961). Métodos de inoculación artificial y factores favorables para la infección de *Monilia rozeri* Cif & Par. Tesis Ing. Agr. Universidad Central, Quito, Ecuador.
- Burgos, J.A (1954). Algunos resultados del trabajo experimental sobre cacao en la Estación Experimental Agrícola de Tingo María. In. *V Reunión del comité técnico interamericano del cacao*. I volumen. Trabajos presentados. IICA. Turrialba. Costa Rica.
- Brenes, O.E.G. (1983). Evaluación de la resistencia a *Monilia rozeri* y su relación con algunas características morfológicas del fruto de cultivares de cacao (*Theobroma cacao* L.). MSc. Tesis URC-CATIE, Turrialba, Costa Rica.

- Cardenas, F.C. & Giraldo, A.J. (1986). Evaluación de la respuesta de algunos cultivares de cacao (*Theobroma cacao*) a *Moniliophthora roreri* mediante dos métodos de inoculación en frutos y en semillas en estado radicular. Tesis Ing. Agr. Universidad de Caldas, Colombia.
- Coral, F. (1988). Asesoría técnica em mejoramiento genético del cacao al proyecto AD/PER/86/458: Desarrollo de la producción del cacao en la región de Tingo María. Peru. Reporte Tecnico.
- Delgado, A.J.C.; Ampuero, E. & Doak, K.D. (1960). Posible evidencia de resistencia a la *Monilia roreri* Cif & Par. en algunos clones de la Estación Experimental Tropical de Pichilingue. In: *Inter-American Cocoa Conference, 8, Proceedings*. Trinidad and Tobago. p. 184-192.
- Desrosiers, R. & Suarez, C.C. (1974). Monilia pod rot of cacao. In: P.H. Gregory (ed.) *Phytophthora disease of cacao*. p. 273-277. Longman, London, U.K.
- Efron, Y., Faure, M., Saul, J. & Blaha, G. (1999). Disease resistance studies and breeding in Papua New Guinea. In: *Proceedings of the International Workshop on the Contribution of Disease Resistance to Cocoa Variety Improvement*. INGENIC, Reading, p. 181-188.
- Evans, H.C. (1981). Pod rot of cacao caused by *Moniliophthora (Monilia) roreri*. *Phytopathological Papers No. 24*. C.M.I. Kew, Surrey, England.
- Fulton, R. H. (1989) The cacao disease trilogy: Black pod, Monilia pod rot and Witches' Broom. *Plant Disease* 73: 601-603.
- Lama, D.D. (1991). Recolección y estudio de especies del género *Theobroma* en la Amazonia Peruana. In: Curso Cultivo moderno del cacao. Facultad de Agronomía. UNAS. Tingo Maria.
- Merchan, V.M. (1978). Informe Anual de Actividades 1978, Programa de Fitopatología y cacao. Manizales, Colombia, ICA.
- Parlevliet, J.E. (1979). Components of resistance that reduce the rate of epidemic development. *Annual Review Phytopathology* 17: 203-222.
- Phillips, W.M. (1986). Evaluación de la resistencia de cultivares de cacao (*Theobroma cacao* L.) a *Moniliophthora roreri* (Cif y Par.) Evans *et al.* MSc. Tesis. URC/CATIE Turrialba, Costa Rica.
- Phillips-Mora, W. (1999). Studies at CATIE on Moniliasis resistance (*Moniliophthora roreri* (Cif & Par.) Evans *et al.*) In: *Proceedings of the International Workshop on the Contribution of Disease Resistance to Cocoa Variety Improvement*. INGENIC, Reading, p. 111-117.
- Pontes-Barriga, J.P.; Machado, P.F.; Almeida, C.M. & De Almeida, C.F. (1985). Preservação e utilização dos recursos genéticos de cacau na Amazônia brasileira. Comunicado Técnico Especial No. 5. CEPLAC.
- Pound, F.J. (1938). Cocoa and witches broom disease. *Archives of Cocoa Research* 1: 73-92.

- Rios-Ruiz, R.A. & Katip, Y.J. (1991). Estudio de la moniliasis del cacao (*Moniliophthora roreri*) en la Selva norte del Peru. Informe de investigación terminada. UNAS. Facultad de Agronomía, Tingo Maria. Peru.
- Rios-Ruiz, R.A. & Rivas, D.A. (1996). Reacción de cultivares de cacao a la escoba de bruja (*Crinipellis pernicioso* (Stahel) Singer) y moniliasis (*Moniliophthora roreri* (Cif & Par.) Evans et al.) en Tingo María, Peru. XIV Congreso Peruano de Fitopatología. Chiclayo. Peru. (Resumen) p. 21.
- Rios-Ruiz, R.A., Maffia, L.A. & Alfenas, A C. (2002). Current status, distribution and losses due to *Moniliophthora* pod rot of cacao in Peru. In. *International Cocoa Research conference, 13, Proceedings*. Cooa Producers Alliance p. 805-811.
- Sanchez, L.J.A. (1982). Reacción de cultivares de cacao a la inoculación artificial con *Monilia roreri*. MSc. Thesis. URC/CATIE Turrialba, Costa Rica.
- Sanchez, L.J.A.; Brenes, O.E.; Phillips, W. & Enriquez, G. A. (1988). Metodología para la inoculación de mazorcas con el hongo *Moniliophthora (Monilia) roreri*. In: *International Cocoa Research conference, 10, Proceedings* Cooa Producers Alliance. p. 467-471.
- Soria, V.J. (1974). Sources of Resistance to *Phytophthora palmivora*. In: Gregory, P. *Phytophthora Disease of Cocoa*. Logman. Pp. 197-202.
- Suarez, C. (1999). *Monilia* pod rot resistance in Ecuador. In. *Proceedings of the International Workshop on the Contribution of Disease Resistance to Cocoa Variety Improvement*. INGENIC, Reading, p. 119-121.
- Zadoks, J.C. & Schein, R.D. (1979). *Epidemiology and Plant Disease Management*. Oxford Univerity Press. New York.
- Zadoks, J.C. (1997). *Disease resistance testing in cocoa. A review on behalf of FAO/INGENIC*. INGENIC, Reading.

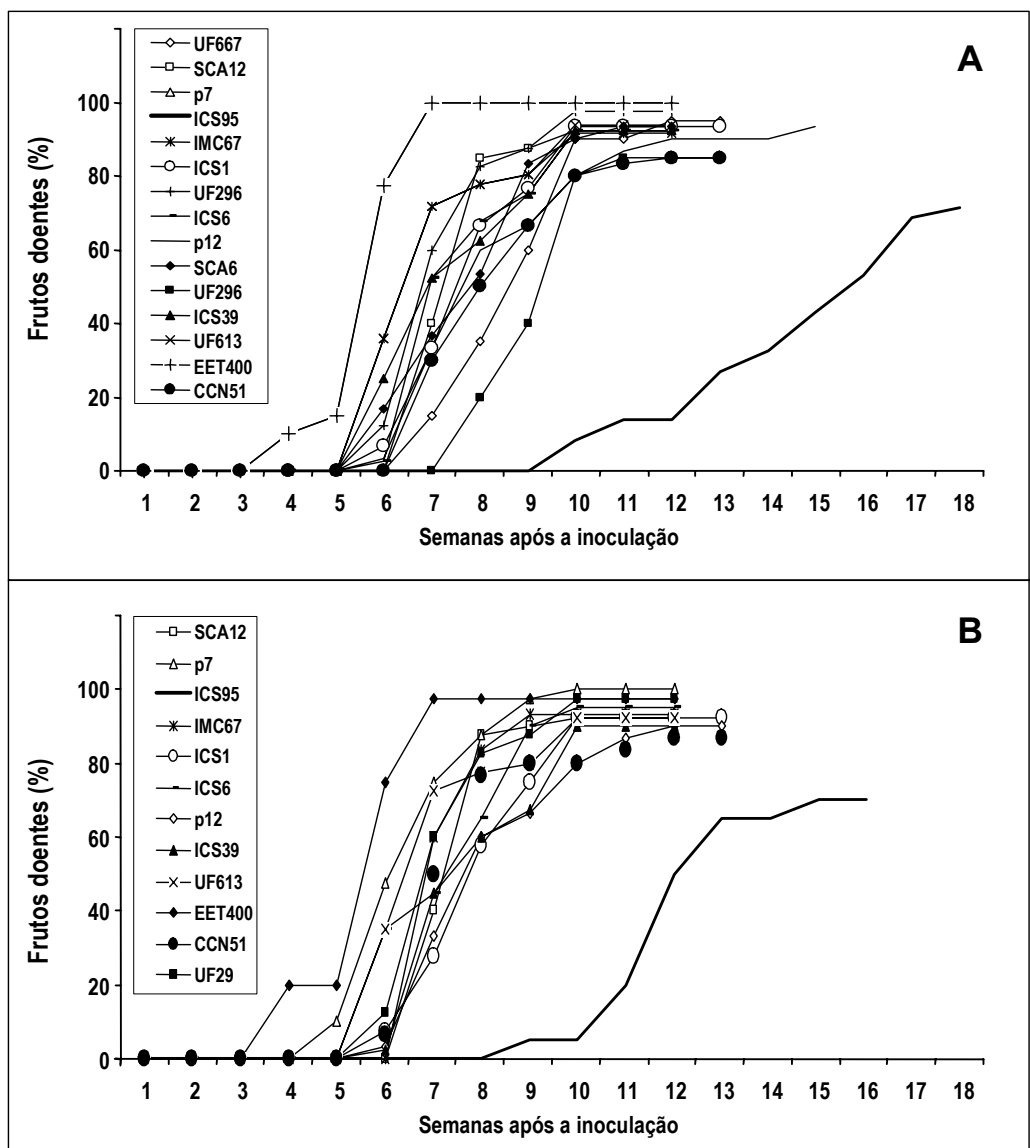


Figura 1. Curva de progresso da incidência da monilíase em frutos de cacau de 15 cultivares em Tingo María (A) e 12 cultivares em Tocache (B), Peru.

Tabela 1. Incidência na colheita ( $Y_C$ ), Incidência na nona semana ( $Y_9$ ), Período latente médio, em semanas, (PLM), Período de incubação médio, em semanas (PIM), Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), Severidade interna (SI), Intervalo, em semanas, do aparecimento do sintomas A esporulação média (SESP), Incidência inicial ( $Y_0$ ), Intervalo, em semanas, para ocorrência da Incidência inicial ( $T_{y0}$ ) da monilíase em frutos de cacau de 15 cultivares em Tingo Maria e de 12 cultivares em Tocache, Peru.

Cultivar	Tingo Maria								
	$Y_C$	$Y_9$	PLM	PIM	AACPD	SI	SESP	$Y_0$	$T_{y0}$
Pound 7	100,0 a*	100,0 a	9,8 c	5,87 e	4567 a	5,00 a	4,62 b	30,0 a	4,50 d
EEE 400	100,0 a	100,0 a	9,8 c	6,00 de	4567 a	5,00 a	4,62 b	25,0 a	4,50 d
UF 29	97,5 a	87,5 ab	9,8 c	6,75 cde	3404 b	5,00 a	4,00 b	22,5 a	6,00 c
UF 667	95,0 a	62,5 b	10,8 bc	8,50 bc	3046 bc	4,87 a	3,37 b	32,5 a	7,00 bc
SCA 6	95,0 a	75,0 ab	10,8 bc	7,75 bcd	3033 bcd	4,87 a	4,12 b	27,5 a	6,50 bc
Pound 12	95,0 a	65,0 b	11,5 b	8,37 bc	3246 bc	4,87 a	4,62 b	22,5 a	6,75 bc
UF 613	93,9 a	80,4 ab	9,8 c	6,87 cde	3504 b	4,51 a	3,37 b	35,7 a	6,00 c
SCA 12	92,5 ab	87,5 ab	10,3 bc	7,25 bcde	3106 bc	4,62 a	3,37 b	32,5 a	7,00 bc
ICS 6	92,5 ab	75,0 ab	10,4 bc	7,50 bcde	3001 bcd	4,75 a	3,50 b	32,5 a	6,75 bc
ICS 39	92,5 ab	70,0 b	10,4 bc	7,75 bcd	3124 bc	4,70 a	3,75 b	35,0 a	6,25 c
ICS 1	92,5 ab	75,0 ab	10,3 bc	7,62 bcde	3474 b	4,87 a	3,87 b	20,0 a	6,25 c
IMC 67	91,4 ab	80,4 ab	9,8 c	6,75 cde	3460 b	4,75 a	3,50 b	35,7 a	6,00 c
CCN 51	85,0 ab	67,5 b	9,8 c	7,75 bcd	3037 bc	4,42 a	3,37 b	22,5 a	6,62 bc
UF 296	85,0 ab	35,0 c	10,8 bc	9,00 b	2450 cd	4,43 a	3,62 b	20,0 a	7,87 b
ICS 95	71,3 b	0,0 d	17,0 a	15,12 a	2087 d	2,98 b	8,00 a	15,0 a	13,00 a
Tocache									
Pound 7	100,0 a*	97,5 a	9,5 c	6,50 cd	3973 ab	5,00 a	3,62 b	27,5 ab	5,00 cd
EEE 400	97,5 a	97,5 a	9,7 c	6,00 d	4524 a	4,87 a	4,00 b	20,0 ab	4,25 d
UF 29	97,5 a	87,5 abc	10,0 bc	7,25 bc	3404 bc	4,87 a	3,75 b	22,5 ab	6,00 bc
ICS 6	95,0 a	87,5 abc	10,0 bc	7,87 b	3107 c	4,62 a	3,50 b	32,5 ab	6,37 b
UF 613	92,5 a	80,0 abc	9,5 c	6,87 bcd	3473 bc	4,62 a	3,62 b	30,0 ab	5,75 bc
SCA 12	92,5 a	90,0 ab	10,4 bc	7,75 b	3141 bc	4,52 a	3,62 b	35,0 a	6,75 b
ICS 1	92,5 a	75,0 bc	10,4 bc	7,87 b	3439 bc	4,75 a	3,87 b	20,0 ab	6,25 b
IMC 67	92,5 a	95,0 ab	9,7 c	6,87 bcd	3151 bc	4,62 a	3,50 b	35,0 a	6,00 bc
Pound 12	90,0 ab	67,5 c	11,0 b	7,75 b	3244 bc	4,32 a	4,25 b	20,0 ab	6,62 b
ICS 39	90,0 ab	80,0 abc	10,4 bc	7,13 bcd	3098 c	4,57 a	3,62 b	32,5 ab	6,25 b
CCN 51	86,2 ab	80,0 abc	10,2 bc	6,87 bcd	3430 bc	4,32 a	3,50 b	22,5 ab	6,25 b
ICS 95	70,0 b	5,0 d	16,5 a	12,25 a	2078 d	2,83 b	7,25 a	10,0 b	11,00 a

\*Para cada local e componente, as médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P=0,05).

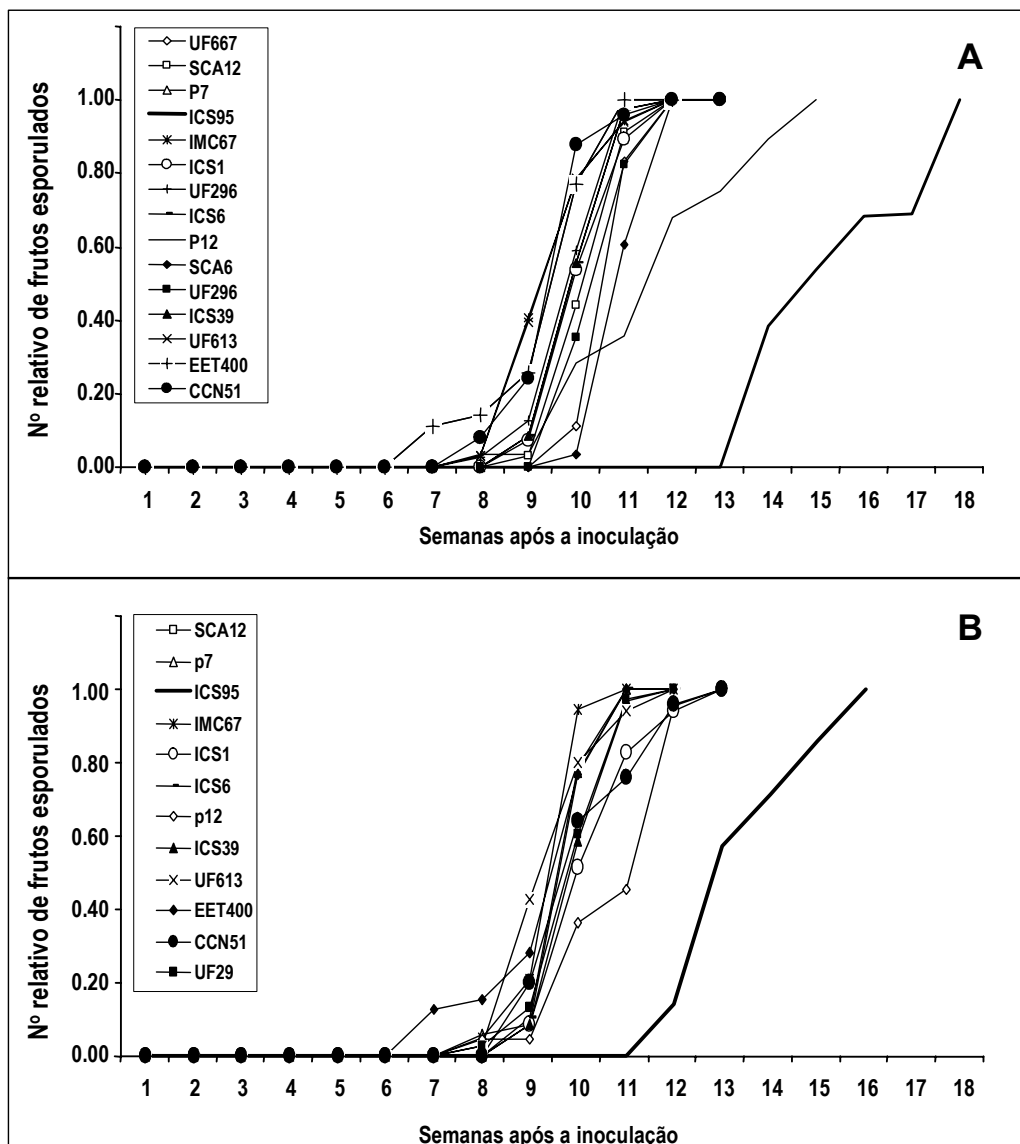


Figura 2. Progresso da incidência de frutos com esporulação de *Moniliophthora roreri* em frutos de cacau de 15 cultivares em Tingo Maria (A) e de 12 cultivares em Tocache (B).

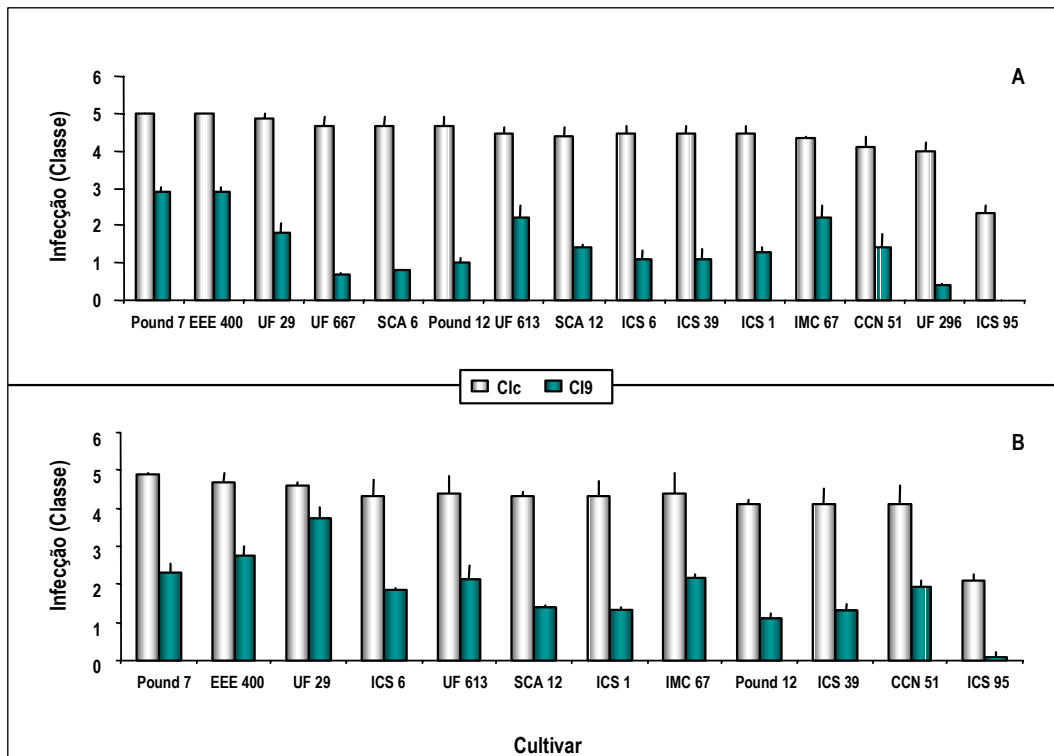


Figura 3. Classe de infecção avaliada na colheita (Clc) e classe de infecção na nona semana (CI9) avaliadas em frutos de cacau de 15 cultivares em Tingo Maria (A) e 12 cultivares em Tocache (B). Peru.

Tabela 2 - Coeficientes de correlação entre os componentes de resistência: Incidência na colheita ( $Y_C$ ), Severidade interna (SI), Classe de infecção na colheita ( $CI_C$ ), Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), Período de incubação médio, em semanas (PIM), Período latente médio, em semanas (PLM), Incidência na nona semana ( $Y_9$ ), Classe de infecção na nona semana ( $CI_9$ ), Incidência inicial ( $Y_0$ ), Intervalo, em semanas, para ocorrência da incidência inicial ( $T_{y0}$ ), Intervalo, em semanas do aparecimento do sintomas a esporulação média (SESP), Incidência de infecção natural (INCAM), avaliados em frutos de cacaueteiro. Valores acima e abaixo da diagonal principal correspondem a coeficientes obtidos em Tingo Maria e Tocache, respectivamente.

	$Y_C$	SI	$CI_C$	AACPD	PIM	PLM	$Y_9$	$CI_9$	$Y_0$	$T_{y0}$	SESP	INCAM
$Y_C$		0,92**	0,96**	0,80**	-0,86**	-0,75**	0,90**	0,69**	ns	-0,88**	-0,52*	0,88**
SI	0,98**		0,98**	0,67**	-0,91**	-0,87**	0,86**	0,55*	ns	-0,91**	-0,68**	0,87**
$CI_C$	0,98**	-0,98**		0,74**	-0,93**	-0,86**	0,90**	0,63**	ns	-0,93**	-0,67**	0,87**
AACPD	0,80**	0,80**	0,82**		-0,76**	-0,62**	0,84**	0,95**	ns	-0,83**	ns	0,82**
PIM	-0,87**	-0,93**	-0,95**	-0,85**		0,96**	-0,95**	-0,75**	ns	0,98**	0,76**	-0,77**
PLM	-0,92**	-0,96**	-0,97**	-0,75**	0,96**		-0,85**	-0,62**	ns	0,92**	0,87**	-0,62**
$Y_9$	0,93**	0,96**	0,97**	0,77**	-0,95**	-0,97**		0,83**	-0,54*	-0,94**	-0,59*	0,83**
$CI_9$	0,82**	0,82**	0,87**	0,87**	-0,90**	-0,85**	0,87**		ns	-0,79**	ns	0,72**
$Y_0$	ns	ns	ns	ns	-0,59*	-0,65*	0,68**	ns		ns	-0,56*	ns
$T_{y0}$	-0,91**	-0,94**	-0,95**	-0,91**	0,98**	0,94**	-0,93**	-0,91**	ns		0,67**	-0,80**
SESP	-0,80**	-0,87**	-0,88**	ns	0,86**	0,95**	-0,91**	-0,68**	-0,77**	0,80**		ns
INCAM	0,81**	0,74**	0,77**	0,83**	-0,69**	0,64*	0,68*	0,67*	ns	-0,72**	ns	

\*\* e \* significativo a 1% ou 5%, respectivamente.

Ns = não-significativo.

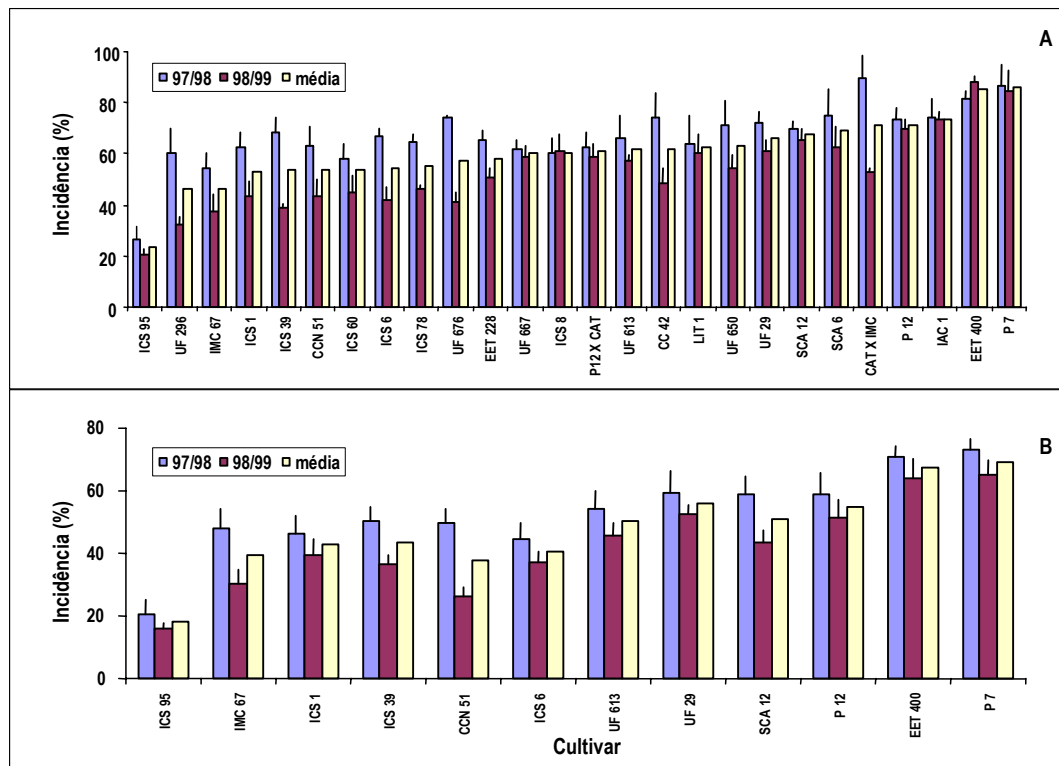


Figura 4. Incidência da monilíase em frutos de diferentes cultivares de cacau em condições de campo em Tingo Maria (A) e Tocache (B) avaliados durante os anos agrícolas de 1997/98 e 1998/99. Peru.

## CAPÍTULO 4

### MANEJO INTEGRADO DA MONILÍASE DO CACAU NO PERU

#### RESUMO

Em condições de campo, durante o período crítico de infecção (dezembro-abril) do cacauzeiro por *Moniliophthora roreri*, avaliaram-se a intensidade da monilíase (MO) e a produção do cacauzeiro, em experimentos que objetivaram comparar: i. remoção de frutos doentes, ii. fungicidas e iii. plantio de cultivares com diferentes níveis de resistência ao patógeno associados a diferentes frequências de remoção de frutos doentes. Em três anos experimentais, a remoção semanal reduziu a incidência da monilíase. Em dois anos experimentais, a remoção semanal e a diferenciada (semanal de dezembro a maio e a cada duas semanas de junho a novembro) tiveram efeitos semelhantes e reduziram a incidência da MO e aumentaram a produção em 31 e 28%, respectivamente. Com a aplicação de hidróxido de cobre, óxido cuproso e clorotalonil, a incidência média da doença foi de 13,5%, e os fungicidas não diferiram quanto à eficiência em reduzir a incidência da doença e aumentar a produção. No experimento em que se associou o plantio de cultivares com diferentes níveis de resistência ao patógeno a diferentes frequências de remoção de frutos doentes, não se detectou efeito significativo da interação cultivar-remoção. Obtiveram-se menor incidência da doença (12%) e maior produção de amêndoas secas (874 Kg/ha) em ‘ICS 95’, no quinto ano de

semeado. O plantio de cultivares com resistência quantitativa, a remoção diferencial de frutos doentes e a aplicação de fungicidas no período crítico de infecção são práticas importantes no manejo integrado da monilíase. Em vista do risco de introdução da MO, os resultados deste trabalho são também importantes para o Brasil e Bolívia, onde a fenologia do cacau e as condições de cultivo são similares às do Peru.

## 1. INTRODUÇÃO

O cacau (*Theobroma cacao* L.) é nativo da floresta tropical úmida americana, sendo encontrado de forma espontânea entre os paralelos 18°N e 15°S, particularmente na bacia do Alto Amazonas, que é considerada o centro de origem da espécie (Cuatrecasas, 1964). No Peru, a cultura de cacau é atividade agrícola importante, e o cultivo tem sido incrementado: até 1980, havia 15 mil ha plantados e, em 1995, a área cultivada atingiu 50 mil ha (Ministerio de Agricultura, 1995). Apesar do incremento em área plantada, atualmente a produção ainda não atende à demanda interna (Ministerio de Agricultura, 1998).

No Peru, várias doenças incidem sobre a cultura do cacau, destacando-se a monilíase (MO), causada por *Moniliophthora roreri* (Cif & Par) Evans et al., de recente introdução, que pode ocasionar perdas de até 100% e, ou, abandono das lavouras (Rios Ruiz et al., 2002). Recentemente, estabeleceu-se neste país um plano nacional de cacau visando a reabilitação de lavouras, o controle da MO e o desenvolvimento integrado da cultura (Ministério de Agricultura, 1998). Para que o plano nacional tenha êxito e tenha prosseguimento, métodos de manejo integrado da doença deverão ser implementados.

*Moniliophthora roreri* infecta só frutos, os quais, se infectados quando jovens, perdem todas as amêndoas (Evans, 1981; Aranzazu, 1982; Rios-Ruiz & Katip, 1991). O patógeno sobrevive em frutos mumificados que permanecem nos cacauzeiros após a colheita, o que garante níveis elevados de inóculo durante todo o período de frutificação (Evans, 1981). Os conídios produzidos nestes frutos e nos recém-infectados são facilmente dispersos pelo vento, respingos de chuva e por insetos, e contribuem para a disseminação da MO (Merchan, 1978; Evans, 1981).

O controle mais eficaz da MO baseia-se principalmente na remoção de frutos doentes. Esta prática tem efeito cumulativo, isto é, quanto maior o número consecutivo de anos em que é implementada, maiores serão seus benefícios (Suarez, 1987; Rios-

Ruiz et al., 2003a). No Equador, a remoção de todos os frutos doentes na estação seca e na entressafra é recomendada como a medida mais simples, eficiente e econômica de controle da doença (Desrosiers & Suarez, 1974). Na Colômbia, tem-se enfatizado a diminuição da umidade relativa, por meio da poda regular das árvores e a redução da sombra, e se recomendam remoções semanais ou quinzenais de todos os frutos doentes (Barros, 1982; Rondon, 1988). Na Costa Rica, recomendam-se a remoção semanal de frutos doentes antes de ocorrer a esporulação, redução da umidade dentro da lavoura por meio de drenagem, podas dos cacauzeiros e das árvores de sombra e controle de plantas daninhas, além de podas de formação das árvores, para facilitar a inspeção e a remoção dos frutos doentes (Galindo, 1987). Nos três países supracitados, recomenda-se deixar, sobre o solo, os frutos doentes, os quais, quando cobertos com as folhas, decompõem-se rapidamente e não são fontes de inóculo importantes (Gonzales, 1981; Aranzazu, 1988; Evans, 1986).

No leste do Peru, a remoção semanal de frutos doentes é a medida mais amplamente recomendada (Soberanis & Rios-Ruiz, 1998; Rios-Ruiz, 1998). Recentemente, Rios-Ruiz *et al.* (2003a) concluíram que a remoção semanal de frutos doentes, praticada durante todo o ano, foi mais eficiente e reduziu a incidência da MO em 35 %, em média, quando comparada à remoção a intervalos quinzenais. A remoção semanal de frutos doentes é mais eficiente durante o período de frutificação do cacauzeiro, entre dezembro a maio, período considerado como crítico para a infecção de frutos por *M. royeri* e, portanto, é crucial no controle da MO. A remoção diferenciada, combinando-se a remoção semanal, realizada de dezembro a maio, e a cada duas semanas, de junho a novembro, pode ser alternativa para reduzir a mão-de-obra na lavoura. No entanto, ainda não se quantificou a eficiência dessa prática.

Têm-se obtido resultados variáveis com o controle químico da MO e, em muitas situações, as pulverizações são antieconômicas (Desrosiers & Suarez, 1974). Obtiveram-se reduções nas perdas decorrentes da doença e aumento na produção com a aplicação de fungicidas cúpricos e zineb (Desrosiers & Diaz, 1956), óxido cuproso (Delgado, 1963; Cronshaw, 1979; Ram, 1989), oxiclreto de cobre (Ocampo et al., 1976), hidróxido de cobre (Portilla, 1990) e clorotalonil (Cronshaw, 1979; Gonzales et al., 1983; Suarez, 1987; Porras et al., 1988; Ram 1989; Portilla, 1990). Não se obteve controle satisfatório da doença com fungicidas sistêmicos (Sotomayor, 1973; Suarez, 1987). A associação de fungicidas a outras práticas talvez contribua para aumentar a eficiência de controle da monilíase.

Com base na fenologia do cacauzeiro e no progresso da doença, consideram-se justificáveis as aplicações de fungicidas em lavouras com alto potencial de produção. Para aumentar sua eficiência, os fungicidas devem ser aplicados no período crítico de infecção por *M. royeri*, em combinação com práticas fitossanitárias que reduzam fontes de inóculo (Suarez, 1987). Para as condições peruanas, não há estudos relativos ao controle químico da MO.

O controle da MO por meio de variedades resistentes, ainda não explorado, só recentemente despertou interesse. Nos países onde a MO ocorre, têm-se observado diferenças em cultivares quanto a resistência à doença (Suarez, 1999; Sanchez, 1982; Philliphs-Mora, 1999; Cardenas & Giraldo, 1996; Rios-Ruiz & Rivas 1996; Capítulo 3). Recentemente, avaliou-se a resistência de cultivares à MO e, apesar de a maioria ter sido altamente suscetível, ocorreu inibição da formação de lesão e da esporulação na cultivar ICS 95 (Rios-Ruiz & Rivas, 1996; Capítulo 3). Esta e outras fontes de resistência, recentemente identificadas, precisam ser avaliadas em ensaios de manejo da doença, para que possam ser recomendadas com segurança.

Em virtude das dificuldades encontradas no controle da MO, a adoção de métodos integrados pode contribuir para minimizar as perdas decorrentes da doença. A remoção de frutos doentes, a aplicação de fungicidas protetores e o uso de cultivares resistentes são importantes componentes para implementar o manejo integrado da MO. Neste sentido, este trabalho objetivou quantificar o efeito da remoção de frutos doentes, da aplicação de fungicidas, e da associação de cultivares com diferentes níveis de resistência quantitativa a *M. royeri* a diferentes frequências de remoção de frutos doentes na intensidade da doença e na produção do cacauzeiro.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Realizaram-se quatro ensaios de campo, em lavouras localizadas na Província de Leoncio Prado, cidade de Tingo María, Peru. Três ensaios foram conduzidos em lavouras comerciais de cacau e um na Estação experimental Tulumayo da Universidad Nacional Agrária de La Selva (UNAS). Tingo María situa-se a leste da Cordilheira dos Andes à altitude de 660 m, latitude de 09° 09' S e longitude de 75° 57' W. As médias anuais de precipitação pluviométrica acumulada, temperatura e umidade relativa são de 3370 mm, 24°C e 81%, respectivamente (Levano, 1991).

Para os experimentos, selecionaram-se lavouras com bom potencial de produção e bem manejadas (realização de podas fitossanitárias anuais, desbrota, roçagem, remoção de vassouras vegetativas duas vezes ao ano para controle da vassoura de bruxa, remoção de frutos doentes e colheita em frequência regular), segundo as recomendações de manejo técnico da cultura (Universidad Nacional Agraria de la Selva, 1991; Hernandez, 1991; Rios-Ruiz, 1991).

### **2.1. Efeito do controle cultural no progresso da monilíase**

Conduziu-se um ensaio durante três anos agrícolas (1996-1999) em uma lavoura de cacau já estabelecida, com idade de 10 anos, plantada com mistura de híbridos suscetíveis à MO. Delimitaram-se duas áreas de aproximadamente 0,5 ha cada. Em uma área, efetuou-se remoção semanal de frutos doentes e, na outra, efetuou-se a remoção a cada duas semanas. Os frutos doentes removidos foram deixados na lavoura, segundo a prática local. Em cada área, selecionaram-se um bloco de 100 árvores, nas quais determinou-se a incidência da doença (porcentagem de frutos doentes). Adicionalmente, em cada área, instalaram-se dez armadilhas de esporos, para avaliar a densidade relativa de conídios de *M. rozeri*.

Efetuoou-se análise descritiva dos resultados. Para cada tratamento (remoção de frutos doentes semanal ou a cada duas semanas), plotaram-se os valores de incidência de MO em função do tempo, e se obteve a curva de progresso da doença. Os valores de duas semanas de avaliações do tratamento de remoção semanal foram somados e, posteriormente, comparados ao valores obtidos no tratamento de remoção a cada duas semanas, por meio do teste de “t”. Compararam-se, também, os valores da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) (Shaner & Finney, 1977) obtidos nos dois tratamentos. Todas as análises estatísticas foram realizadas com o programa SAS System versão 8.0 (SAS Institute Inc.).

### **2.2. Efeito de diferentes frequências de remoção de frutos doentes**

O experimento foi conduzido durante os anos agrícolas 1997/98 e 1998/99, em lavouras de cacau, compostas de mistura de híbridos suscetíveis à MO, com 12 anos de idade e bom potencial de produção e espaçamento de 4 x 4 m. Durante a realização do experimento, todas as práticas agrônômicas foram realizadas normalmente, exceto as referentes ao manejo da monilíase.

Avaliaram-se três tratamentos: 1. remoção de frutos doentes, a intervalos de 14 dias, durante todo o ano; 2. remoção de frutos doentes, a intervalos semanais, durante todo o ano; e 3. remoção diferenciada, a qual foi semanal de dezembro a maio e a intervalos de duas semanas de junho a novembro. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com três repetições. Cada campo foi considerado como um bloco. A parcela experimental constituía-se de 100 cacauzeiros, e, como bordadura, duas fileiras de plantio separavam as parcelas.

Em cada parcela, no momento da remoção, contabilizaram-se os totais de frutos sadios, com MO e os com outras doenças. Partiam-se os frutos maduros e se extraíram as amêndoas, que foram pesadas para determinar a produção de amêndoas úmidas por tratamento. Com o uso do fator de correção de 0,40, transformou-se para peso de amêndoas secas. Estimou-se a produção/ha, assumindo-se a densidade de 625 plantas por ha,. Os dados de incidência da doença foram plotados em função do tempo para obter a curva de progresso da doença. Somaram-se os valores obtidos em duas semanas de avaliações do tratamento remoção semanal e o total obtido foi comparado ao valor obtido na remoção a intervalos de duas semanas. Com os dados de incidência da doença x tempo, calculou-se a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) (Shaner & Finney, 1977).

Submeteram-se os valores de incidência de frutos doentes (em %), produção de amêndoas e de AACPD à análise de variância (ANOVA). Aplicou-se transformação angular à variável incidência de frutos doentes para atender às pressuposições da ANOVA. As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Duncan (P= 0,05). Todas as análises estatísticas foram realizadas com o programa SAS System versão 8.0 (SAS Institute Inc.).

### **2.3. Efeito da aplicação de fungicidas**

O experimento foi conduzido durante os anos agrícolas 1997/98 e 1998/99, em lavouras de cacau bem manejadas e produtivas, compostas de mistura de híbridos suscetíveis, com 12 anos de idade, com espaçamento de 4 x 4 m entre plantas. Compararam-se quatro tratamentos: 1. sem aplicação de fungicida. 2. aplicação de óxido cuproso; 3. aplicação de hidróxido de cobre; 4. aplicação de clorotalonil. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com três repetições. Cada campo foi considerado um bloco. A parcela experimental foi constituída de 80 cacauzeiros e separadas por duas fileiras de plantio, para efeito de bordadura. Em

todos os tratamentos removeram-se frutos doentes na frequência diferenciada conforme descrito em 2.2.

Com base em estudos epidemiológicos (Rios-Ruiz et al., 2003a), os fungicidas foram aplicados, nas doses comerciais recomendadas, mensalmente de dezembro a abril, na tentativa de proteger os frutos na sua fase mais suscetível à MO. Para as pulverizações, utilizou-se um pulverizador costal manual de 15 L. As pulverizações foram dirigidas ao tronco e ramos principais dos cacauzeiros até a altura de 4 m aproximadamente, onde ocorre a maior quantidade de frutos em formação.

As variáveis avaliadas e a análise dos dados foram conforme descrito em 2.2.

#### **2.4. Efeito da combinação resistência e remoção de frutos doentes**

Em trabalhos iniciais da avaliação das características agrônomicas e de resistência a *M. royeri* das cultivares denominadas internacionais do Banco de Germoplasma da UNAS, selecionaram-se algumas consideradas como promissoras (Rios-Ruiz & Rivas, 1996). Estas foram avaliadas quanto à produção e resistência à infecção natural da *M. royeri*, estabelecendo-se uma lavoura na Estação Experimental de Tulumayo da UNAS.

Selecionaram-se oito cultivares internacionais e, em 1995, iniciou-se a sua propagação vegetativa. As mudas obtidas foram plantadas no campo definitivo, no espaçamento de 3 x 3 m, sob bananeiras e ingazeiros (*Inga edulis* L.), como culturas de sombra temporária e permanente, respectivamente. Durante a fase juvenil das plantas, a área recebeu o manejo adequado, incluindo adubações e podas de formação.

Nesta lavoura, estudaram-se a resistência e a produção das cultivares ICS-95, UF-296, CCN-51, IMC-67, UF-667, ICS-1, ICS-39 e UF-613, em associação às diferentes frequências de remoção de frutos doentes descritas em 2.2. O experimento foi instalado em parcelas subdivididas, sendo que as cultivares ocuparam a parcela principal e as frequências de remoções, as subparcelas, com três repetições. Cada parcela teve 13 x 8 filas de cacauzeiros com 104 plantas. Cada subparcela foi constituída de 18 cacauzeiros e foi separada das demais por uma fileira de plantio, para efeito de bordadura.

Avaliou-se a lavoura no quinto ano de produção, e se contabilizaram a incidência de frutos doentes e a produção de amêndoas, extrapolada assumindo-se uma densidade de 1100 plantas/ha. Os dados foram submetidos à ANOVA e as médias comparadas pelo teste de Duncan (P=0,05).

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. Efeito do controle cultural no progresso da monilíase

Os efeitos da remoção semanal e a cada duas semanas de frutos doentes diferiram entre si, nos três anos agrícolas em estudo (Figura 1). Em todos os anos, o número de conídios por cm<sup>2</sup> (Figura 1a) e a porcentagem de frutos com MO (Figura 1b) foram maiores quando se removeram os frutos doentes no intervalo de duas semanas. Com o tratamento de remoção semanal foram obtidos reduções médias em torno de 35% para o número de conídios e em torno de 34 % para a incidência de frutos doentes. Do ano agrícola 1996/97 para 1998/99, a intensidade da MO diminuiu em 19% e 25% nas parcelas em que se realizou a remoção cada duas semanas e semanal, respectivamente. A incidência da MO no terceiro ano agrícola 1998/99, foi de 19% para o tratamento com remoção semanal de frutos doentes. Analisando-se o progresso da doença em frutos, com a remoção semanal de frutos, obteve-se menor incidência de frutos doentes durante apenas uma parte do período de observação. Em geral, a incidência de frutos doentes foi reduzida significativamente ( $P < 0.05$ ) durante 24 semanas entre as semanas 6 e 30 (Figura 2). O valor médio da área abaixo da curva de progresso da doença foi de 11.557,4 no tratamento com remoção de frutos cada duas semanas, e de 7.649,7 no tratamento com remoção semanal.

#### 3.2. Efeito de diferentes freqüências de remoção de frutos doentes

As curvas de progresso da MO foram semelhantes nos dois anos (1997/98 e 1998/99) (Figura 3). O período de maior incidência da doença, em todos os tratamentos, foi entre março e agosto e entre março e julho, em 1997/98 e 1998/99, respectivamente. Nos ensaios, detectaram-se diferenças entre os tratamentos. Maior incidência da MO ocorreu no tratamento com remoção a cada duas semanas. As curvas de progresso para os tratamentos remoção semanal e diferenciada foram semelhantes. A remoção diferenciada foi tão eficiente em reduzir a incidência quanto a remoção semanal, durante todo o ano. Houve menor incidência da doença no segundo ano em todos os tratamentos (Figura 3). Observou-se efeito cumulativo da prática de remoção de frutos, com maior redução de MO, no segundo ano de avaliação.

Obtiveram-se resultados semelhantes em ambos os anos (1997/98 e 1998/99) em relação à incidência da MO, AACPD e à produção de amêndoas (Tabela 1). Para todas as variáveis analisadas, o tratamento remoção semanal foi semelhante ao

tratamento com a remoção diferenciada, os quais diferiram do tratamento com remoção a intervalos de duas semanas. A incidência da MO em frutos foi menor nos tratamentos remoção semanal e diferenciada que no com remoção a cada duas semanas. Fato semelhante ocorreu com a variável AACPD (Tabela 1).

As remoções de frutos com frequência semanal e diferenciada resultaram em aumento da produção de amêndoas de cacau em 31 e 28%, respectivamente (Tabela 1).

### **3.3. Efeito da aplicação de fungicidas**

As curvas de progresso da MO foram semelhantes nos dois anos (Figura 4). Períodos de maior incidência da MO ocorreram de março a agosto e de março a julho, em 1997/98 e 1998/99, respectivamente. Neste período, a incidência da doença foi maior no tratamento sem fungicida. As curvas de progresso dos tratamentos com fungicidas foram semelhantes. Em todos os tratamentos, aparentemente, a incidência da MO foi menor no segundo ano.

A incidência da MO foi significativamente menor nos tratamentos com aplicação de fungicidas do que no testemunha (Tabela 2). Entretanto, não houve diferença significativa entre os efeitos dos fungicidas. Em geral, com a aplicação de fungicidas, a incidência foi reduzida em 26%. Observou-se tendência similar quanto aos valores de AACPD. A aplicação dos fungicidas aumentou a produção de 16 a 21%, em relação ao tratamento testemunha (Tabela 2).

### **3.4. Efeito da combinação resistência e remoção de frutos doentes**

Não se detectou interação significativa entre cultivares e tratamentos de remoção. A incidência da MO foi menor (12%) na cultivar ICS 95 que nos demais. A cultivar UF 613 foi a mais suscetível, e se registraram valores intermediários de incidência, variando de 16,6 a 18,4%, nas cultivares CCN 51, IMC 67, ICS 1, ICS 39, UF 667 e UF 296 (Figura 5A). Maior produção foi obtida na 'ICS 95' e 'CCN 51'. Valores de produção intermediários, foram obtidos para 'IMC 67' e 'ICS 1'. Menores produções foram obtidas com as cultivares da série UF (Figura 5A).

Em relação ao efeito de tratamentos de remoção, a incidência da MO foi maior com remoção a cada duas semanas (Figura 5B). Não houve diferença entre os tratamentos remoção semanal e diferenciada. Obteve-se tendência similar quanto à produção, que foi superior nestes dois últimos tratamentos que na remoção a cada duas semanas (Figura 5B).

#### 4. DISCUSSÃO

A introdução da MO no Peru na década de 1980 e a disseminação da doença no país, resultaram em perdas de 60% da produção de cacau (Rios-Ruiz et al., 2002). O destino da cacaucultura no país dependerá da eficiência de medidas integradas de controle e da habilidade de produtores em reduzir significativamente as perdas de frutos causadas pela doença. A combinação de medidas de controle cultural, químico e resistência pode reduzir efetivamente a infecção de frutos por *M. royeri* e incrementar a produção do cacau. A eficiência destas práticas relatadas no presente trabalho é compatível, em parte, com os resultados reportados na Costa Rica (Gonzales et al., 1983; Porras & Gonzales, 1990; Ram, 1989), Equador (Cronshaw, 1979) e Colômbia (Aranzazu, 1982; Rondon, 1988). Todavia, os resultados aqui obtidos diferem daqueles relatados, em dois aspectos: 1. as medidas de controle foram implementadas no período crítico de infecção para as condições avaliadas (Rios-Ruiz et al., 2003a) e 2. as medidas foram avaliadas, em sua maioria, em mais de um ciclo da cultura.

A remoção semanal de frutos doentes reduziu a intensidade da doença, quando comparada à remoção a cada duas semanas. Adicionalmente, deve-se considerar a redução no risco de dispersão de inóculo, que é igualmente importante, principalmente considerando os efeitos a longo prazo. Obter-se-ão maiores reduções, ampliando-se o número de anos com implementação da prática. A incidência de MO no terceiro ano agrícola (1998/99) foi de 19%, nível considerado como bom nas condições peruanas de cultivo do cacau. Suarez (1987) e Aranzazu (1982) relataram que o efeito da prática de remoção cumulativa é benéfico, porém não apresentaram evidências experimentais. No presente trabalho, reduções maiores de incidência da doença poderiam ter ocorrido se menos inóculo externo fosse disperso para a área experimental, a qual localiza-se em uma região onde, há várias lavouras infectadas na proximidade.

Desconsiderando-se a MO, no Peru recomenda-se a colheita de frutos sadios e doentes a cada duas semanas (Hernandes, 1991; Rios-Ruiz, 1991). Na Colômbia (Aranzazu, 1982) e Costa Rica (Porras & Gonzales, 1990), com a remoção semanal de frutos doentes controlou-se a MO. Com a doença presente e os resultados deste trabalho a remoção semanal de frutos doentes deveria-se incorporar as práticas de manejo do cacau.

A remoção diferenciada de frutos doentes reduziu a intensidade da MO, com igual eficiência que a remoção semanal, principalmente pela redução de inóculo. A

redução do inóculo secundário resulta em redução da taxa de progresso de epidemias e é estratégia efetiva para manejo de doenças policíclicas (Vanderplank, 1963), como a MO. Os resultados relatados no presente estudo foram consistentes, e a remoção diferenciada, além de eficiente, é vantajosa por reduzir mão-de-obra. Portanto, como prática de controle cultural, deve-se recomendar a remoção diferenciada de frutos doentes para manejo da MO. Resultados semelhantes vêm sendo obtido para as condições de Colombia (Rondon, 1988).

Pela observação das curvas de progresso da MO, aparentemente, com a redução na disponibilidade de inóculo por meio das remoções de frutos doentes, reduziu-se a incidência da MO ao longo dos anos, fato já observado anteriormente (Rios-Ruiz *et al.*, 2003a), inclusive para a vassoura de bruxa do cacauero (Laker & Ram, 1992; Rios-Ruiz *et al.*, 2003b). Porém, para afirmações mais conclusivas, é necessário a condução de estudos poliéticos, por mais anos.

Com a aplicação dos fungicidas hidróxido de cobre, óxido de cobre e clorotalonil, reduziu-se a intensidade da MO e houve aumento da produção. Reduções nas perdas e incremento na produção foram obtidos com óxido cuproso (Delgado, 1963; Cronshaw, 1979; Ram, 1989), hidróxido de cobre (Portilla, 1990) e com clorotalonil (Cronshaw, 1979; Gonzales *et al.*, 1983; Porras *et al.*, 1988; Ram, 1989; Portilla, 1990). Considerando lavouras com cacaueros híbridos, no presente ensaio os fungicidas resultaram em menor incidência de MO e maior produção que as obtidas nos trabalhos citados. Possivelmente, esse fato resultou da execução das práticas de redução de inóculo, antes e durante o experimento, e da escolha de lavouras com alto potencial produtivo, um dos requisitos para que aplicações de fungicidas sejam econômicas, como já salientado (Suarez, 1987; Aranzazu, 1982; Gonzales *et al.*, 1983). Em áreas bem manejadas, o uso racional de fungicidas pode ser parte do manejo integrado da doença, contudo, questões econômicas teriam que ser consideradas. Para lavouras clonais, esperam-se resultados acerca da eficiência de fungicida similares aos aqui obtidos. Com o porte baixo das plantas, seria possível atingir melhor os frutos, o que aumentaria a eficiência do controle químico da MO nessas lavouras.

Os fungicidas avaliados não diferiram quanto ao controle da MO. Aparentemente, a eficiência dos mesmos foi maior no segundo ano, o que pode ser decorrente de dois fatores: a duração da epidemia e o período de proteção dos bilros. No primeiro ano, a duração da epidemia foi maior, de fevereiro a agosto, com maior duração do período chuvoso e do de formação de frutos suscetíveis, fato já observado

na região (Rios-Ruiz et al., 2003a). No segundo ano, a epidemia teve menor duração, de março a julho, com menor período chuvoso. Adicionalmente, no segundo ano, a duração do período de formação de frutos suscetíveis foi menor e provavelmente obteve-se maior proteção destes frutos que logo formariam a principal colheita do ano. Entretanto, como comentado anteriormente, para afirmações mais conclusivas, é necessário a condução de estudos poliéticos, por mais anos.

As durações do período chuvoso e da disponibilidade de frutos suscetíveis, poderão balisar as épocas de aplicação de fungicidas e de remoção de frutos doentes. Estudos a este respeito necessitam ser realizados para melhorar o sistema atualmente utilizado, que se baseia no período crítico de infecção. Esse sistema, apesar de efetivo, certamente será aprimorado com o monitoramento de fatores biológicos e climáticos.

Há genótipos de cacau com resistência quantitativa à MO, potencialmente úteis para manejo da doença. A cultivar ICS 95 foi resistente e produtiva, resultados que corroboram trabalhos recentes realizados em condições de inoculação artificial (Rios-Ruiz & Rivas, 1996; Capítulo 3). Outra cultivar de interesse é a CCN51. Nessa, a incidência da MO foi maior que na 'ICS 95', mas a produção de ambas foi semelhante. Em vista do obtido, atualmente, a melhor opção para plantio comercial é a cultivar ICS 95. Cabe salientar que, segundo recomendações para o plantio clonal, deve-se priorizar o plantio de mistura de cultivares perfazendo uma variedade policlonal. Ademais, é necessário avaliar estas cultivares por mais ciclos para ser mais conclusivo quanto à durabilidade da resistência a MO.

Não se detectou interação significativa de cultivares - frequência de remoção de frutos doentes. Como a associação da remoção diferenciada de frutos doentes com a cultivar de maior resistência quantitativa foi o tratamento mais eficiente, as duas práticas poderiam ser incentivadas para a adoção pelos pequenos e médios cacauicultores.

Definiram-se o plantio da cultivar ICS 95, a remoção de frutos doentes com frequência semanal, de dezembro a maio, e a cada duas semanas, de junho a novembro, e a aplicação de fungicidas no período crítico de infecção por *M. royeri* (dezembro a abril) como componentes importantes em programas de manejo integrado da MO no Peru. Porém, a integração de outras práticas, como o controle biológico, deve ser investigada. A implementação de diversas práticas agrônômicas como podas, sombreamento, drenagem e controle de plantas invasoras contribuem para a redução da

incidência da doença (Barros, 1980; Porras & Gonzales, 1990) e devem complementar as práticas definidas neste trabalho.

Para o Brasil e a Bolívia, onde os padrões fenológico e de cultivo do cacauero são similares aos do Peru, os resultados deste trabalho são importantes fontes de informação, considerando o risco de introdução da doença nesses países. Espera-se que, caso a doença seja introduzida em qualquer desses países, o programa de manejo aqui apresentado contribua para manejar a doença e diminuir as perdas a ela associadas.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aranzazu, H.F. (1982). La moniliasis del cacao. In: *Tercera Reunion del Comité Consultivo de Sanidad Vegetal*, Caracas 22-26 de noviembre de 1982, 32 p.
- Aranzazu, H.F. (1988). Comportamiento de los frutos de cacao afectados por *Monilia* dejados sobre el suelo. In: *International Cocoa Research Conference, 10, Proceedings*. Cocoa Producer Alliance, pp. 457-460.
- Barros, O. (1980). El control de la moniliasis en cacaoteras del Dique. *El cacaotero Colombiano* 15:31-44.
- Barros, O. (1982). Avances en la represión de la moniliasis del cacao. In: *International Cocoa Research Conference, 8, Proceedings*. Cocoa Producer Alliance, pp. 401-405.
- Cardenas, F.C. & Giraldo, A.J. (1986). Evaluación de la respuesta de algunas cultivares de cacao (*Theobroma cacao*) a *Moniliophthora roreri* mediante dos métodos de inoculación en frutos y en semillas en estado radicular. Tesis Ing. Agr. Universidad de Caldas, Colombia.
- Cuatrecasas, J. (1964). Cacao and its allies; a taxonomic revision of the genus *Theobroma*. *Contributions from the United States National Herbarium* 35: 379-614.
- Cronshaw, D.K. (1979). Fungicide application together with cultural practices to control cocoa diseases in Ecuador. *Tropical Agriculture* 56: 115-170.
- Delgado, A.J.C. (1963). Efecto de diversas dosis de oxido cuproso y zineb aplicado a bajo volumen en el control de la *Monilia* en el cacao. *Turrialba*, 13: 129-131.
- Desrosiers, R. & Diaz, J.M. (1956). Efecto de diversos fungicidas en el control de la *Monilia*. *Turrialba*, 6: 19-22.
- Desrosiers, R. & Suarez, C.C. (1974). *Monilia* pod rot of cacao. In: P.H. Gregory (ed.) *Phytophthora disease of cacao*. pp. 273-277. Longman, London.
- Evans, H.C. (1981). Pod rot of cacao caused by *Moniliophthora (Monilia) roreri*. *Phytopathological Papers No. 24*. C.M.I. Kew, Surrey, England.
- Evans, H.C. (1986). A reassessment of *Moniliophthora (monilia)* pod rot of cacao. *Cocoa Growers' Bulletin* 37: 34-43.

- Galindo, J.J. (1987). La moniliasis del cacao en Centro America. In: Pinochet, J. (ed). Plagas y enfermedades de carácter epidémico en cultivos frutales de la region Centro americana. CATIE. Informe Técnico No. 110, pp. 7-16.
- Gonzalez, L.C. (1981). Efecto de las fuentes de inóculo sobre las posibilidades de combate de la moniliasis del cacao. Resúmenes, *I Jornadas de Investigación*. Universidad de Costa Rica. pp. 28-29.
- Gonzalez, L.C.; Sanchez, J.A.; Porras, V.H.; Umana, S. & Murillo, D. (1983). Evaluación del fungicida clorotalonil y de la destrucción de mazorcas enfermas en el combate de la moniliasis del cacao. *Agronomía Costarricense* 7: 1-7.
- Hernandez, T.A. (Ed.) (1991). Cacao. Sistemas de Producción para la Amazonía Peruana. Proyecto de promoción Agroindustrial AD/PER/459. UNFDAC-PNUD/OSP.
- Laker, H.A. & Ram, A. (1992). Investigations on integrated control of witches' broom disease of cocoa in Rondonia State, Brazil. *Tropical Pest Management*, 38: 354-358.
- Levano, J. C. (1991). Resumen estadístico y variaciones meteorológicas de Tingo María, 1940 – 1990. UNAS, Tingo María.
- Merchan, V.M. (1978). Informe Anual de Actividades 1978, Programa de Fitopatología y cacao. Manizales, Colombia, ICA. (mimeografiado).
- Ministerio de Agricultura. (1995). Censo Agropecuario no Peru. Oficina de Información estadística. Lima-Peru.
- Ministerio de Agricultura. (1998). CACAO. Plan Nacional 1998 – 2003. Unidad Operativa de Proyectos especiales. MA. Lima-Peru.
- Ocampo, F.; Aranzazu, F. & Correa, J.T. (1976). Evaluación de cinco fungicidas para el combate de la moniliasis del cacao. *Noticias Fitopatológicas*, 5: 105.
- Phillips-Mora, W. (1999). Studies at CATIE on Moniliasis resistance (*Moniliophthora roreri* (Cif & Par.) Evans et al.) In. *Proceedings of the International Workshop on the Contribution of Disease Resistance to Cocoa Variety Improvement*. INGENIC, Reading, pp. 111-117.
- Porras, V.H.; Cruz, C; Guevara, C. & Galindo, J.J. (1988). Efectos de la remoción de frutos, la aplicación de fungicidas y la polinización manual sobre la incidencia de la moniliasis y la producción de cacao. In: *International Cocoa Research Conference, 10, Proceedings*. Cocoa Producer Alliance, pp. 461-465.
- Porras, V.H. & Gonzales, L.C. (1990). Manejo integrado de la mazorca negra y la moniliasis del cacao en el trópico húmedo bajo de Costa Rica. *Turrialba* 40: 238-245.
- Portilla, F. Ch. (1990). Estudios sobre epidemiología e combate de la mazorca negra e moniliasis del cacao en la zona de matina, Costa Rica. Tesis Ing. Agr. Universidad de Costa Rica.
- Ram, A. (1989). *Biology, Epidemiology and Control of Moniliasis (Moniliophthora roreri) of Cacao*. Imperial College. University of London. (Ph.D. Thesis).

- Rios-Ruiz, R.A. & Katip, Y.J. (1991). Estudio de la moniliasis del cacao (*Moniliophthora roreri*) en la Selva norte del Peru. Informe de investigación terminada. UNAS. Facultad de Agronomía, Tingo María. Peru.
- Rios-Ruiz, R.A. (1991). Manejo Integrado de enfermedades del cacao. In: *Curso Moderno del Cacao*. UNAS-FA. Tingo María. Peru.
- Rios-Ruiz, R.A. & Rivas, D.A. (1996). Reacción de cultivares de cacao a la escoba de bruja (*Crinipellis pernicioso* (Stahel) Singer) y moniliasis (*Moniliophthora roreri* (Cif & Par.) Evans et al.) en Tingo María, Peru. In: *Congreso Peruano de Fitopatología, 14, Proceedings*. Chiclayo. p. 21.
- Rios-Ruiz, R. A. (1998). Epidemiología de la moniliasis (*Moniliophthora roreri* (Cif. & Par) Evans et al.) del cacao en Tingo Maria: Estrategias de manejo. In: *Congreso Peruano de Fitopatología, 15, Proceedings*. Pucallpa, Ucayali. pp. 14-15.
- Rios-Ruiz, R.A.; Maffia, L.A.& Alfenas, C.A. (2002). Current status, distribution and losses due to *Moniliophthora pod rot* of cacao in Peru. In: *International Cocoa Research Conference, 13, Proceedings*. Cocoa Producers' Alliance pp. 805-811
- Rios-Ruiz, R.A.; Maffia, L.A.; Alfenas, A.C.; Mizubuti, E. S. & Matto, A. (2003a). Progreso da podridão de *moniliophthora* dos frutos do cacau no Peru. In: *International Cocoa Research Conference, 14, Proceedings*. Cocoa Producers' Alliance (Resumo).
- Rios-Ruiz, R.A.; Moreno, S; Vasquez, R.; Chavez, J.; Alarcon, N.; Valderrama, A.; Cotache, E. & Balcazar, L. (2003b). Epidemiología y manejo de las enfermedades que infectan frutos de cacao entre 1980 y 1991 em Tingo Maria – Peru. In: *International Cocoa Research Conference, 14, Proceedings*. Cocoa Producers' Alliance (Resumo).
- Rondon, J.C. (1988). Control cultural de escoba de bruja e moniliasis en cacao. *Revista ICA* 4: 275-281.
- Sanchez, L.J.A. (1982). Reacción de cultivares de cacao a la inoculación artificial con *Monilia roreri*. MSc. Thesis. URC/CATIE Turrialba, Costa Rica.
- Soberanis, W. & Rios-Ruiz, R.A. (1998). Remoción de frutos enfermos para el control de enfermedades del cacao en Tingo Maria. In: *Congreso Peruano de Fitopatología, 15, Proceedings*. Pucallpa, Ucayali. p.15.
- Sotomayor, F. (1973). Efecto de fungicidas sistémicos en el control de la moniliasis del cacao. Tesis Ing. Agr. Universidad de Guayaquil, Ecuador.
- Suarez, C. (1987). Asesoramiento en fitopatología en la región del Alto Huallaga. Technical Report, Project AD/PER/86/458-OSP/PNUD. Tingo María. Peru.
- Suarez, C. (1999). *Monilia pod rot* resistance in Ecuador. In: *Proceedings of the International Workshop on the Contribution of Disease Resistance to Cocoa Variety Improvement*. INGENIC, Reading, pp. 119-121.
- Universidad Nacional Agraria de la Selva - Facultad de Agronomia. (1991). *Curso moderno del cacao*. UNAS. Tingo Maria. Peru.
- Vanderplank, J.E. (1963). *Plant disease, epidemiology and control*. Academic Press, New York.

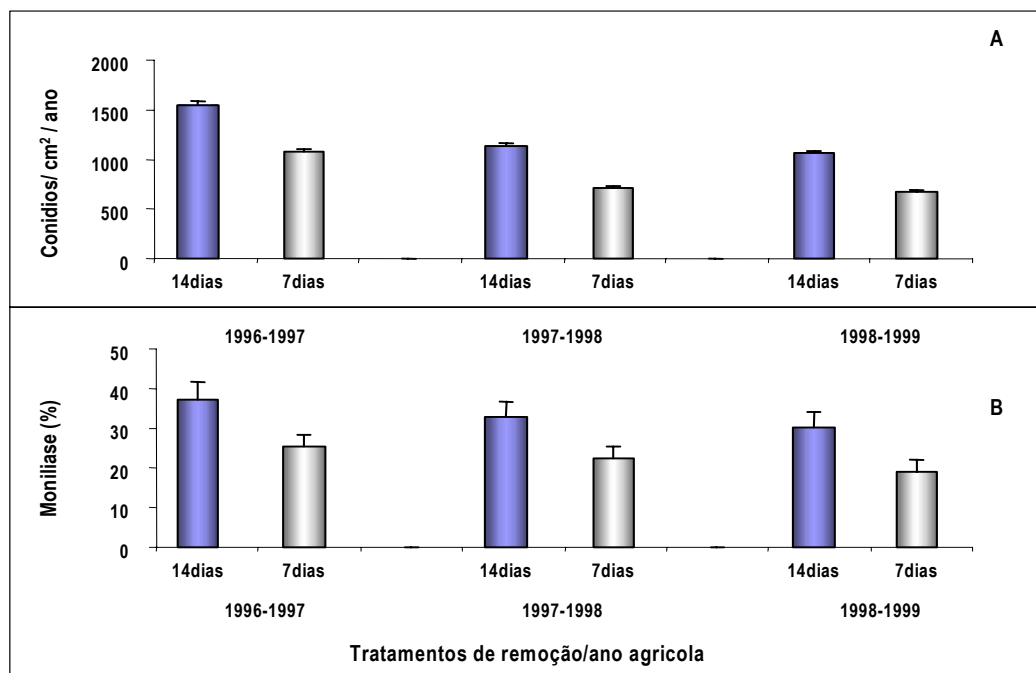


Figura 1. Número de conídios de *Moniliophthora roreri* (A) e incidência de monilíase (B) nos tratamentos com remoção de frutos doentes a cada duas semanas (14 dias) e semanal (7 dias), em três anos agrícolas em Tingo María, Peru. As barras são valores médios cada uma com erro-padrão.

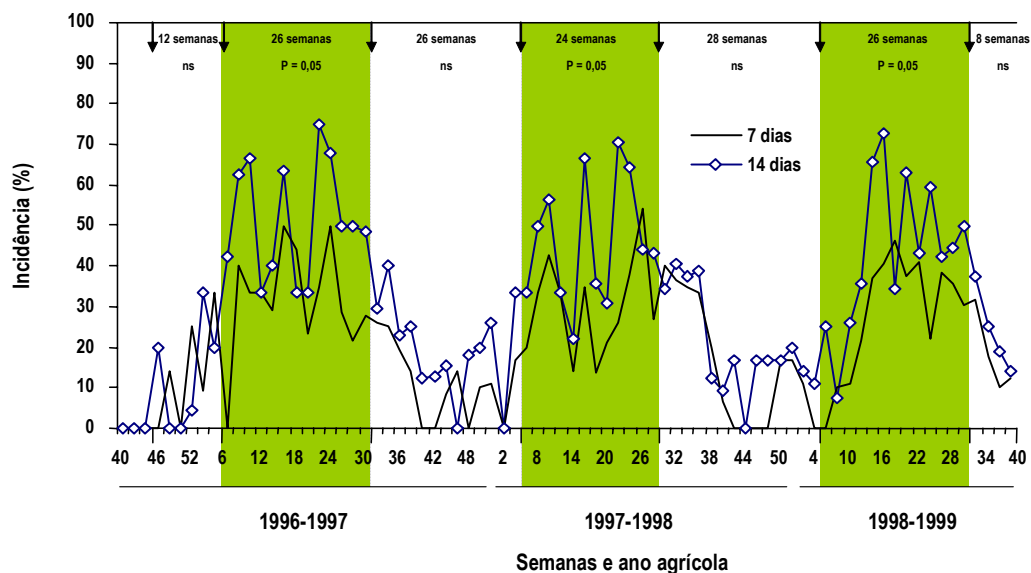


Figura 2. Progresso da monilíase causada por *Moniliophthora roreri*, avaliada por incidência em frutos de cacau, nos tratamentos com remoção de frutos doentes a cada duas semanas (14 dias) e semanal (7 dias) em três anos agrícolas em Tingo María, Peru.

Tabela 1. Incidência da monilíase, área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), incidência de outras doenças e produção de cacau submetidos a diferentes frequências de remoção de frutos doentes. Experimentos foram realizados em 1997/98 (Exp1) e 1998/99 (Exp2), em Tingo María, Peru.

Frequência de remoção	Monilíase				Outras doenças <sup>2</sup>		Produção	
	( % )		( AACPD )		( % )		( Kg/ha )	
	Exp1	Exp2	Exp1	Exp2	Exp1	Exp2	Exp1	Exp2
1. duas semanas	29,25 a <sup>1</sup>	26,89 a	10034,5 a	9067,4 a	7,41	3,75	682,6 b	775,4 b
2. semanal	17,86 b	16,56 b	6161,1 b	5562,0 b	6,53	2,63	878,6 a	1013,1 a
3. diferenciada: semanal de dezembro a maio, e a cada duas semanas, de junho novembro	18,40 b	17,52 b	6318,0 b	5908,0 b	6,59	2,74	866,0 a	989,9 a

<sup>1</sup>Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente (teste de Duncan, P=0,05).

<sup>2</sup>Outras doenças = vassoura de bruxa e podridão parda.

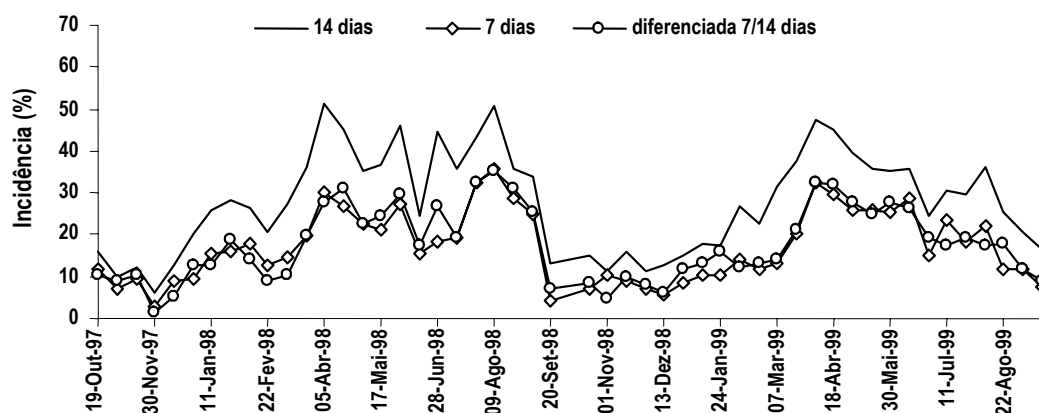


Figura 3. Efeito de diferentes frequências de remoção de frutos doentes sobre o progresso da monilíase do cacaeiro, em dois anos agrícolas em Tingo María, Peru.

Tabela 2. Incidência da monilíase, área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), incidência de outras doenças e produção de cacaeiros submetidos a remoção de frutos doentes e a aplicação de diferentes fungicidas. Experimentos foram realizados em 1997/98 (Exp1) e 1998/99 (Exp2), em Tingo María, Peru.

Tratamentos	Monilíase				Outras doenças <sup>2</sup>		Produção	
	( % )		( AACPD )		( % )		( Kg/ha )	
	Exp1	Exp2	Exp1	Exp2	Exp1	Exp2	Exp1	Exp2
1. Hidróxido de cobre	15,02 b <sup>1</sup>	13,48 b	5196,8 b	4705,2 b	4,76	3,51	1000,9 a	1200,8 a
2. Clorotalonil	14,41 b	13,78 b	4949,1 b	4736,8 b	4,37	3,50	979,9 a	1140,9 a
3. Óxido de cobre	15,03 b	13,11 b	5173,0 b	4547,2 b	5,46	4,32	960,8 a	1171,7 a
4. Controle sem fungicida	19,98 a	18,14 a	6926,4 a	6317,0 a	5,89	4,45	827,4 b	987,8 b

<sup>1</sup>Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente (teste de Duncan, P=0,05).

<sup>2</sup>Outras doenças= vassoura de bruxa e podridão parda.

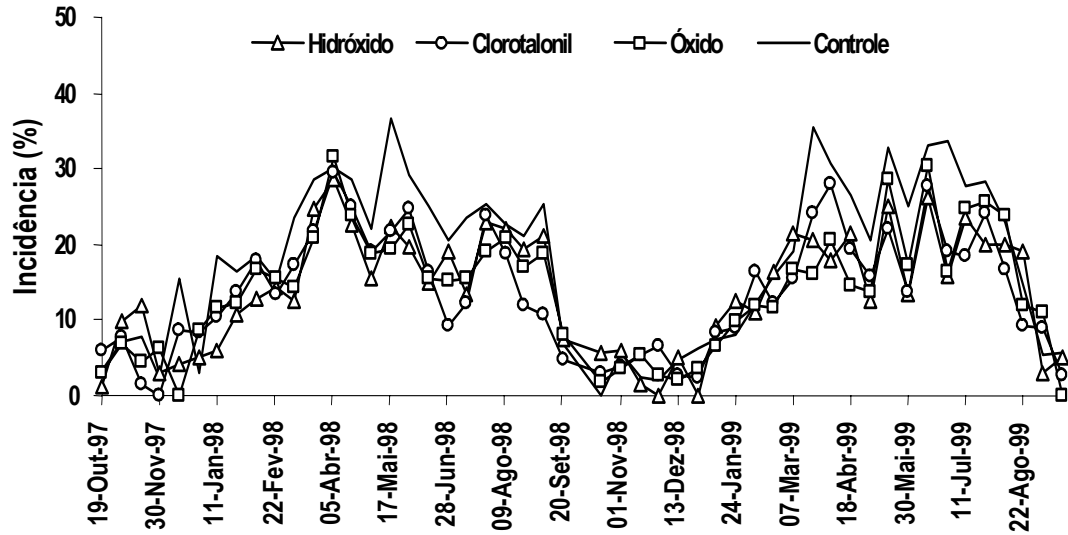


Figura 4. Efeito da remoção de frutos doentes e da aplicação de fungicidas sobre o progresso da monilíase do cacaueteiro, em dois anos agrícolas em Tingo Maria, Peru.

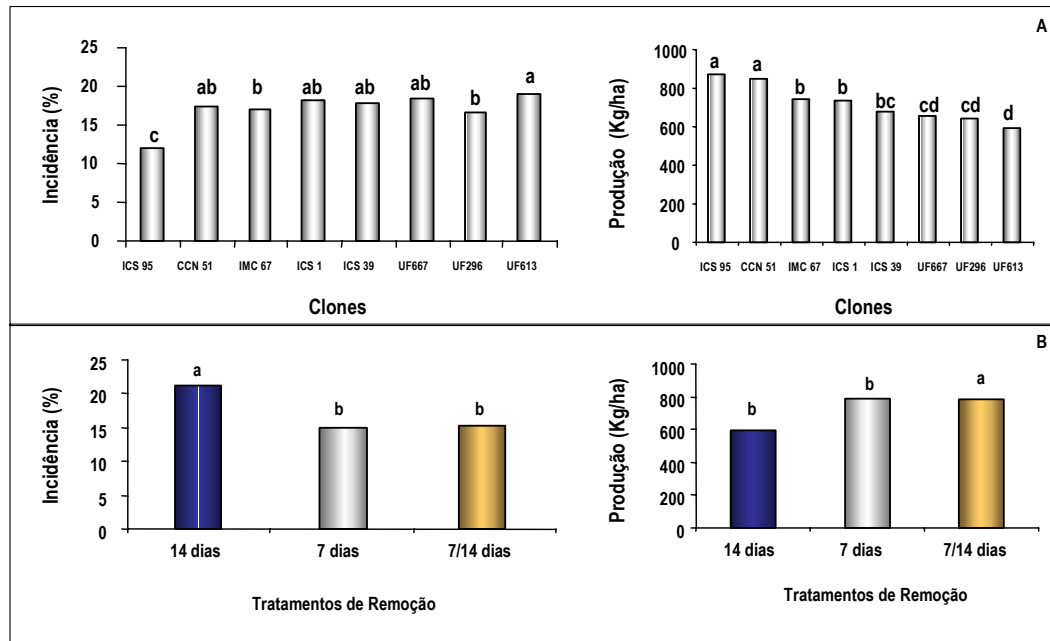


Figura 5. Incidência de frutos com monilíase e produção (Kg de amêndoas secas/ha) em diferentes cultivares (A) e frequências de remoção de frutos doentes (B), de uma lavoura com cinco anos. Tingo María, Peru.

## CONCLUSÕES GERAIS

Em vista da importância da monilíase (MO) para o cacauzeiro e da carência de conhecimentos relacionados à doença, realizou-se esse estudo, no qual obtiveram-se conclusões importantes a respeito do manejo e epidemiologia da doença.

Em 1988, no Peru, detectou-se a MO pela primeira vez na região de Bagua (Marañon). Posteriormente, em 1989 e 1990, detectou-se a doença em 48 e 85%, respectivamente, das localidades avaliadas na região Jaen-Bagua. Em 1992, detectou-se a MO na região de Tingo María (Huallaga), em 1995 na região de San Francisco (Apurimac-Ene), em 1997 na de Satipo (Perene-Ene) e em 1998 na de La Convención (Urubamba). Em lavouras amostradas no distrito de Imaza e na Província de Leoncio Prado, constataram-se até 100% de frutos doentes. Em 60% das áreas, a incidência variou de 40 a 80%.

- **Conclusão 1:** Atualmente, no Peru, a monilíase ocorre nas cinco principais regiões cacauicultoras, ocasionando perdas de frutos que variam entre 19 e 100%. Houve tendência maior de ocorrerem áreas com perdas entre 40 e 60%. Em vista do intenso comércio e do incremento do tráfego nas regiões fronteiriças do Peru, há risco iminente de introdução da monilíase no Brasil e na Bolívia.

Verificou-se a ocorrência da doença durante todos os meses do ano na área amostrada, o que sugere haver condições favoráveis para a infecção dos frutos durante todo o ano. Períodos máximos de infecção ocorreram principalmente de janeiro a julho.

Neste período, ocorrem condições relacionadas à existência de um período chuvoso (de outubro a abril), bem como alto nível de inóculo e disponibilidade de frutos em estágio suscetível (de dezembro a maio). Este é considerado como o período crítico de infecção e seria ideal para a implementação de medidas de controle da MO.

- **Conclusão 2:** A monilíase é prevalente no Peru durante todo o ano. O período crítico de infecção ocorre durante o pico principal de formação de frutos jovens, entre dezembro e maio. Neste período, devem-se concentrar-se as medidas de controle da MO, por meio da remoção de frutos enfermos e, ou, da aplicação de fungicidas.

Em ensaios de inoculação artificial, encontraram-se diferenças significativas entre as cultivares avaliadas, para a maioria de componentes de resistência à MO estudados. Na ‘ICS 95’, que foi a cultivar mais resistente, ocorreram incidência inicial baixa; período latente médio longo; intervalo, em semanas, da inoculação à infecção inicial longo; área abaixo da curva de progresso da doença menor; classe de infecção baixa; período do aparecimento de sintomas à esporulação longo; e severidade interna menor. Em avaliações em condições de infecção natural, na ‘ICS-95’ obtiveram-se níveis mais baixos de incidência da MO, em dois anos de estudo e em duas localidades.

- **Conclusão 3:** Nas condições e nos locais avaliados, a ‘ICS 95’ foi mais resistente que outros cultivares à MO. É uma cultivar recomendável como fonte de resistência em programas de melhoramento genético ou como material para plantio comercial.

Medidas fitossanitárias, como a remoção de frutos doentes, são eficientes no manejo da doença. A remoção semanal durante todo o ano reduziu significativamente a doença, quando comparada à remoção a cada duas semanas. Com a remoção semanal, reduziram-se a incidência de MO, a área abaixo da curva de progresso da doença e, indiretamente, o risco de dispersão do patógeno. O efeito da remoção semanal na redução do progresso da doença foi mais pronunciado durante uma parte do ano. Assim, quando se compararam a remoção semanal de frutos doentes durante todo o ano e a remoção diferencial (semanal de dezembro a maio, e a cada duas semanas, de junho a novembro) à remoção a cada duas semanas, nas duas primeiras houve menor incidência da MO e maior produção do cacaueteiro. Ocorreu efeito cumulativo da prática de remoção, pois obteve-se menor incidência da MO no segundo ano de avaliações.

- **Conclusão 4:** A remoção semanal de frutos doentes durante todo o ano foi mais eficiente que a remoção a cada duas semanas em reduzir a incidência de MO. A redução foi mais significativa durante uma parte do ano, possibilitando a combinação de duas frequências de remoção em um ciclo de produção do cacaueteiro. A remoção diferencial (semanal, de dezembro a maio, e a cada duas semanas, de junho a novembro) foi tão eficiente quanto a remoção semanal durante todo o ano. Pela sua eficiência e economicidade, a frequência diferencial de remoção é recomendada para implementação pelos produtores.

A incidência da MO foi significativamente menor nos tratamentos com aplicação de fungicidas (hidróxido de cobre, óxido cuproso e clorotalonil) que no sem aplicação. Os fungicidas tiveram eficiência similar. Obtiveram-se tendências similares nas curvas de progresso da MO nos tratamentos com fungicidas. A eficiência dos fungicidas foi maior no segundo ano que no primeiro.

- **Conclusão 5:** Óxido cuproso, hidróxido de cobre e clorotalonil, aplicados no período crítico de infecção (de dezembro a maio), foram eficientes em reduzir a incidência da MO e aumentar a produção do cacaueteiro.

Ocorreram diferenças quanto à suscetibilidade à MO entre as cultivares testadas. Em ‘ICS 95’, obteve-se a menor incidência de MO e a maior produção. Nos cultivares testados, os efeitos da remoção semanal de frutos doentes e da remoção diferencial foram semelhantes e significativos em reduzir a incidência da doença e incrementar a produção do cacaueteiro.

- **Conclusão 6:** Com a associação do plantio de cultivares mais resistentes à remoção diferencial de frutos doentes (semanal, de dezembro a maio, e a cada duas semanas, de junho a novembro), pode-se reduzir a incidência da MO e incrementar a produção do cacaueteiro. Estas práticas devem ser recomendadas a pequenos e médios cacauicultores.