

## FAVORABILIDADE, DISTRIBUIÇÃO E PREVALÊNCIA DA VASSOURA-DE-BRUXA DO CACAUEIRO NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO, BRASIL

*Sanlai Santos Lima<sup>1,2</sup>, Carlos Alberto Spaggiari Souza<sup>3</sup>, Nara Geórgia Ribeiro Braz Patrocínio<sup>1</sup>, Rangeline Azevedo da Silva<sup>1</sup>, Renato Souza Gonzaga dos Santos<sup>2</sup>, Karina P. Gramacho<sup>1,2\*</sup>*

<sup>1</sup>Comissão Executiva do Plano, Centro de Pesquisas do Cacau (CEPLAC/CEPEC), Seção de Fitossanidade, Laboratório de Fitopatologia Molecular, Rodovia Ilhéus/Itabuna, km 22, 45600-970, Ilhéus-BA, Brasil. ialnas@hotmail.com; naragrb@hotmail.com; rangeline.as@gmail.com; renatosgonzaga@gmail.com; gramachokp@hotmail.com;

<sup>2</sup>Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), Departamento de Ciências Biológicas, Centro de Biotecnologia e Genética, Rodovia Ilhéus/Itabuna, km 16, 45662-900, Ilhéus-BA, Brasil.

<sup>3</sup>Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira, Estação (CEPLAC/ESFIP), Rodovia Vitória/Linhares, km 150, Linhares-ES. spaggiari.ceplac@gmail.com.

\*Autor para correspondência: gramachokp@hotmail.com

A vassoura-de-bruxa do cacaueiro (VBC), causada pelo fungo *Moniliophthora perniciosa* foi identificada no estado do Espírito Santo (ES) no ano de 2001 tornando-se o principal problema fitopatológico das plantações de cacau do estado. Neste trabalho, realizou-se um diagnóstico da severidade da doença no ES por meio de informações climáticas, área de cacau plantada e prevalência da doença na região. Foram visitadas 25 fazendas representativas das principais regiões produtoras de cacau do estado, onde foram coletados tecidos de cacau com sintomas característicos da doença. Verificou-se que 28% das fazendas visitadas apresentaram nível de severidade 1, 40% nível 2, e 32% apresentaram nível 3, as quais exibiram tanto um elevado número de vassouras na copa como também vassouras nas almofadas florais. Um zoneamento, com base na área plantada de cacau e nas condições climáticas favoráveis à VBC no estado do ES foi elaborado identificando as zonas como 'favorável', 'relativamente favorável' e 'desfavorável'. Linhares e São Mateus apresentaram-se como as regiões mais favoráveis a VBC. Em paralelo, obteve-se uma coleção de isolados de *M. perniciosa* representativa da diversidade do patógeno das principais regiões produtoras do estado com o intuito de servir como base para subsidiar futuros estudos fitopatológicos sobre a biologia, patogenicidade, genética populacional e melhoramento genético do cacaueiro no ES. Esta coleção está depositada na micoteca de *M. perniciosa* da CEPLAC/CEPEC/FITOMOL (registro 109/2013 CGEN-Processo 02000.001362/2013-76).

**Palavras-chave:** Cacau, *Moniliophthora perniciosa*, zoneamento fitossanitário.

**Favorability, distribution and prevalence of witches' broom disease of cacao in the State of Espírito Santo, Brazil.** The witches' broom disease of cacao (WBD), caused by the fungus *Moniliophthora perniciosa* was reported in the Espírito Santo (ES) State in the year 2001, and soon became the main phytopathological problem that affects the cacao plantations in the State. A diagnostic of the disease severity considering favorable climatic conditions, cacao planted area, and prevalence of the disease in the region was carried out. Twenty-five representative farms from the major cacao producing regions of the State were visited and diseased cacao tissues with characteristic symptoms of the disease were collected. It was found that 28% of the visited farms showed severity level 1, 40% level 2, and 32% level 3, the last exhibited a high number of canopy brooms and flower cushions brooms. Favorable areas were established according to WBD favorability in the ES, the identified zones were: 'favorable', 'relatively favorable' and 'unfavorable' based on cacao planted area of cacao and climatic conditions. Linhares and São Mateus were the most favorable regions for WBD development. A collection of *M. perniciosa* isolates representative of the fungal diversity in the State was established. This collection represents an important step for future phytopathological studies about the biology, pathogenicity, population genetics and genetic improvement of cacao in ES. All isolates are deposited in the culture collection of *M. perniciosa* of CEPLAC/CEPEC/FITOMOL (registration 109/2013 CGEN-Process 02000.001362/2013-76).

**Key words:** Cacao, *Moniliophthora perniciosa*, phytosanitary zoning.

## Introdução

O cacauieiro (*Theobroma cacao* L.), conhecido como a árvore do chocolate, é uma espécie diplóide, pertencente à família Malvaceae, típica de clima tropical e nativa de floresta úmida da América, onde cresce em ambiente de sub-bosque. O interesse de cultivo desta espécie está, principalmente, no aproveitamento de suas sementes para produção do chocolate e outros subprodutos tais como mel, polpa, ração animal, fertilizantes, geleias, manteiga, e cacau em pó. A cultura do cacau está constantemente sob ameaça de novas doenças por uma ampla gama de patógenos fúngicos (Bowers et al., 2001), os quais ocasionam perda de um terço na produção mundial de cacau.

A ocorrência de doenças fúngicas é o principal fator limitante a produtividade da cultura, dentre estas cita-se a vassoura-de-bruxa do cacauieiro (VBC), causada pelo fungo *Moniliophthora perniciosa* (Stahel) Aime e Phillips-Mora (Aime; Phillips-Mora, 2005), um patógeno hemibiotrófico que infecta tecidos meristemáticos (gemas vegetativas, florais e/ou frutos em formação) (Purdy; Schmidt, 1996). Na fase biotrófica, o fitopatógeno provoca alterações histológicas, morfológicas e fisiológicas (Frias et al., 1991), tecido e tempo-específicas no cacauieiro (Sena et al., 2014). A resposta do hospedeiro, localizada no sítio de infecção, resulta no aumento dos tecidos infectados (Ceita et al., 2007) e desenvolvimento de ramos laterais, dando a aparência de uma vassoura-reconhecidamente o sintoma típico da doença.

No Brasil, as regiões da Amazônia e estado da Bahia se destacam como principais produtoras do cultivo do cacauieiro. No ano de 2017 o estado do Pará consolidou sua posição de maior produtor de cacau em grão do país (IBGE, 2017), respondendo por quase 50% da produção nacional, à frente da Bahia, segunda colocada no *ranking*. Segundo o levantamento sistemático da produção agrícola (LSPA - Levantamento Sistemático da Produção Agrícola) de junho de 2017 (IBGE, 2017). A produção de cacau em grão do Pará atingiu perto de 116 mil toneladas em 2017, acima das 105 mil toneladas previstas para a Bahia que sofreu a quebra na safra devido à forte seca. Com uma área plantada maior que a do Pará, estima-se que a Bahia (antes o primeiro maior produtor nacional de cacau) se recupere dos efeitos da seca de

2016, o que permitirá que retome a liderança ainda na próxima safra. Em terceiro lugar está o estado do Espírito Santo produzindo 6,5 mil toneladas de amêndoas e com 5 mil toneladas o estado de Rondônia que vem crescendo em produção.

O cultivo do cacauieiro no Espírito Santo remonta aos anos de 1880, nas terras da Fazenda Guararema por Francisco Calmon. A partir de 1917, o cultivo começou a ser explorado *mais intensamente* sob a floresta do Baixo Rio Doce, pelos cacauicultores Filogônio de Souza Peixoto e Antônio Negreiros Pêgo ao adquirirem as fazendas Maria Bonita e Gigante, ambas localizadas às margens do Baixo Rio Doce, em uma região com condições climáticas propícias ao cultivo do cacauieiro (Costa, 1989). Nos governos de Bernardino Souza Monteiro (1916-1920) e Nestor Gomes (1921-1924) foi estimulado o plantio do cacauieiro na região do Baixo Rio Doce, em Linhares, no Estado do Espírito Santo, neste mesmo ano, o estado adquiriu uma fazenda com plantações de cacau onde foi fundada a Estação Experimental Estadual de Goytacazes. Cujo objetivo foi conduzir pesquisas com esse cultivo visando dar suporte técnico aos produtores (Costa, 1989). Na primeira metade do século XX, a cultura do cacauieiro continuou se desenvolvendo no vale do Baixo Rio Doce, sobretudo no município de Linhares, contribuindo para o intenso crescimento de sua população e economia do estado, de tal forma que este fato consta nos livros de história regionais que o município de Linhares é um subproduto do cacau (Pereira, 2017).

Os primeiros plantios em grande escala no Estado do Espírito Santo foram feitos a partir de sementes procedentes do Estado da Bahia. Eram cacauieiros do grupo Forasteiro Amazônico, representados pelos cultivares Comum, Pará e Maranhão. ‘Pará’ e ‘Maranhão’, apresentam ainda formas ou tipos conhecidos como Parazinho, Maranhão Liso e Maranhão Rugoso, respectivamente (Dias et al., 2003).

Por se tratar de uma “*commodity*”, o cultivo do cacauieiro alterna momentos de altos preços e de crise. Em meados da década de 80, uma nova queda de preços não sustentou os altos custos de produção e como resultado houve o abandono dos tratamentos culturais e fitossanitários e conseqüente queda na produtividade dos produtores capixabas sem a oferta de crédito rural levando ao crescente endividamento dos produtores

(PEDEAG, 2007). A crise agravou-se ainda mais com a introdução da VBC em 22 de fevereiro de 2001, oficialmente relatada na Fazenda Maria Bonita, em Linhares (PEDEAG, 2007). Rapidamente a VBC disseminou-se para os principais municípios produtores de cacau do estado. A partir de 2002, a produção cacauceira no ES começou a declinar e, passados 15 anos, a produção caiu pela metade: variando de 11.722 toneladas para quase 6.000 toneladas em 2016, considerando ainda um aumento de quase 2000 hectares de área colhida nesse período.

É possível associar essa baixa produção e produtividade a diversos fatores, mas sem dúvida a VBC é uma das principais causas desse resultado. Assim como na Bahia, os impactos da doença se propagaram após a introdução da praga nas lavouras, com diminuição da produtividade ano após ano. Santos Filho et al. (2008) observaram estreita relação entre a incidência da doença e a produção de cacau na Bahia no período compreendido entre as safras de 1991/92 e 2006/07 quanto mais frutos doentes, menor a produção ao longo do supracitado período. Essa queda também foi relatada por Hartmann (2008) que, avaliando a evolução da produção de cacau na Bahia por 66 anos, discutiu que a produção apresentou crescimento contínuo até meados da década de noventa quando houve uma queda brusca na produção em consequência da referida doença. Assim, a presença da doença no estado do ES exerceu um efeito cascata devido a: (i) queda de produção de amêndoas, (ii) perda de receita por parte do cacauicultor, e (iii) abandono dos tratamentos culturais na lavoura. No estado do Espírito Santo, esses fatores foram e ainda são agravados devido às oscilações climáticas na região que ora sofre por períodos de estiagem, ora por enchentes.

Do ponto de vista fitossanitário, a ocorrência da VBC no estado do ES constitui um ponto de estrangulamento à manutenção da expansão da cacauicultura no Estado. Portanto, a identificação precisa do patógeno e o zoneamento da doença são importantes, tendo em vista o estabelecimento de estratégias eficazes de controle. Este trabalho discute o impacto da doença VBC no estado do ES a partir da determinação da distribuição geográfica, prevalência e severidade da doença nas principais áreas produtoras de cacau do Estado do ES. O

segundo objetivo foi a formação de uma coleção de isolados representativos dos plantios comerciais de cacau do ES para subsidiar futuros estudos fitopatológicos sobre a biologia, patogenicidade, genética populacional e melhoramento genético do cacau no ES.

## Material e Métodos

### Obtenção da Coleção de isolados de *Moniliophthora perniciosa*

A área de estudo utilizada refere-se aos plantios de cacau do estado do Espírito Santo, Brasil, limitado pelas latitudes de 18°15' e 19° 45' S, a costa atlântica e o meridiano de 41° 00'. Nesta, foram amostradas 25 propriedades representativas das principais microrregiões de importância econômica para o cultivo do cacau no Estado. Para determinar a severidade e prevalência da doença foram realizadas inspeções fitossanitárias e coletas de material doente entre outubro de 2011 e dezembro de 2012 (Figura 1). Visando a obtenção de uma coleção de *Moniliophthora perniciosa* (MP) do ES, vassouras secas foram coletadas e acondicionadas em sacos plásticos e levadas ao laboratório para o isolamento, identificação e confirmação do patógeno. O delineamento das coletas foi realizado de acordo com um "caminhamento" em W que consiste em percorrer toda a área de coleta em formato de um "W", evitando-se as bordas e coletando-se vassouras em cacaueiros com distância mínima de 12 metros entre si. Os isolados obtidos foram identificados, registrados e depositados na coleção de culturas de *M. perniciosa* do CEPEC – FITOMOL (CEGEN Nº 109/2013/SECEXCGEN). Os números de registro indicam o local de plantio e a fazenda de onde foram obtidos os isolados.

### Georreferenciamento e obtenção de Mapas de favorabilidade

As fazendas visitadas foram devidamente georreferenciadas (Tabela 1) e as informações cartográficas foram preparadas em ambiente de geoprocessamento utilizando o software Qgis (Hugentobler, 2008). O Qgis é um Sistema de Informação Geográfica (SIG), sistema livre e aberto,

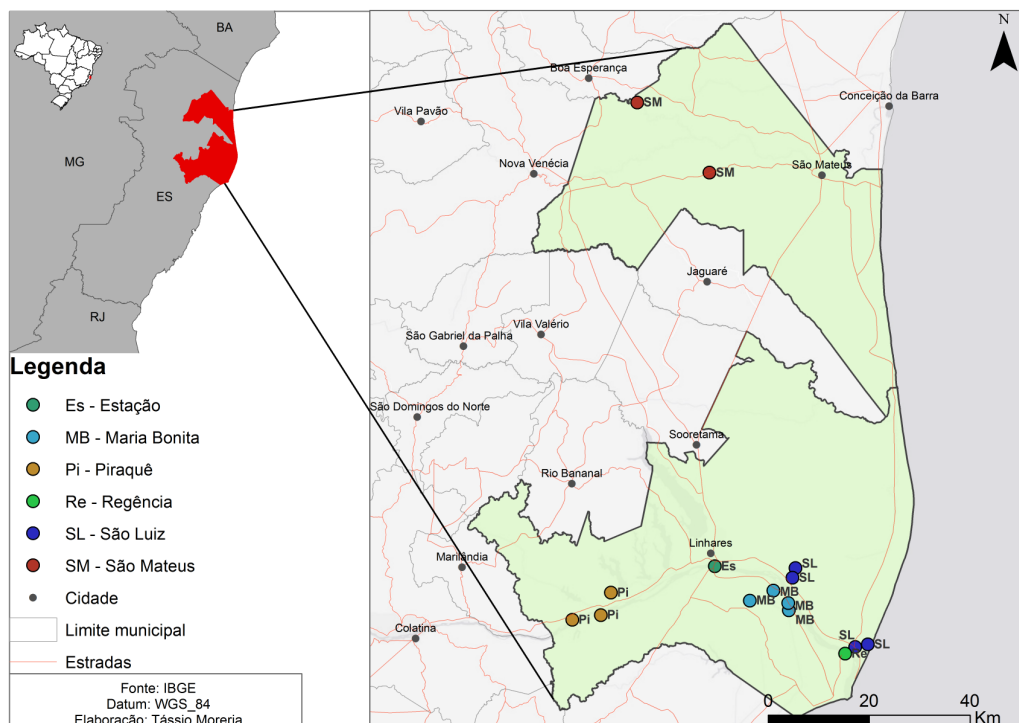


Figura 1. Área de ocorrência e distribuição geográfica das propriedades rurais representativas das principais microrregiões de importância econômica para o cultivo do cacau no estado do Espírito Santo (ES) Brasil.

e suporta formatos de vetores, *rasters* e base de dados (QGIS Development Team, 2017). Segundo Jung (2013), permite a extensão fácil de suas funções principais através de *plugins* escritos pelo usuário, que podem ser baixados no desktop suite.

Foram utilizados dados de área plantada de cacau do ES datados do ano de 2015 disponíveis no site do IBGE (2015), para a elaboração do mapa temático de área plantada e para o mapa temático de coletas os pontos de coletas georreferenciados (Tabela 1). Para elaboração do mapa de favorabilidade foram utilizados os dados médios anuais de temperatura e umidade relativa, do INCAPER (2017) e Climate-Data (2017), seguindo a metodologia de Moraes (2012). Com os mapas de favorabilidade e de área plantada, foi elaborado o mapa de risco, através da sobreposição de mapas, utilizando camadas vetoriais. Foram utilizados *shape files*, que estão disponíveis no site do Núcleo de Economia Regional e Urbana da Universidade de São Paulo – NEREUS e no site do Ministério do Meio Ambiente ([www.mma.gov.br](http://www.mma.gov.br)), seção mapas. Através da função adicionar camadas vetoriais, os *shapes file* foram integrados para

preparar os mapas. Para o mapa dos pontos de coleta e o mapa temático de área plantada foi utilizado o sistema de referência Sirgas 2000 zona 24S (DATUM).

Tabela 1. Classificação dos níveis de severidade da doença vassoura-de-bruxa do cacau (*Theobroma cacao* L.) baseado na sintomatologia

Níveis	Sintomas avaliados
1	Plantações apresentam poucas vassouras na copa e nas almofadas florais. A incidência de frutos é muito pequena;
2	Plantações apresentam um número elevado de vassouras na copa das plantas, um aumento de almofadas florais infectadas em relação ao Nível 1, a incidência de frutos é considerável;
3	Plantações com esse nível de severidade apresentam elevado número de vassouras na copa e a maioria das almofadas florais infectadas. A infecção de frutos inviabiliza economicamente o cultivo.

Fonte: CEPLAC (<http://www.ceplacpa.gov.br/site/wp-content/uploads/2010/09/Novo%20Folder%20vassoura-de-bruxa%20do%20cacau.pdf>).

### Sintomatologia e diagnóstico

A descrição da sintomatologia da doença nos cacauais do ES foi realizada pelos fitopatologistas da CEPLAC tomando como base bibliografias especializadas (Delgado; Cook, 1976; Evans, 1978; 1980; Griffith; Hedger, 1994; Purdy; Schmidt, 1996; Oliveira; Luz, 2005; Silva et al., 2002). A classificação dos níveis de severidade foi realizada pelo método adotado pela CEPLAC, Resolução nº 2165, de 19 de junho de 1995, que estabelece a severidade da doença de acordo com a prevalência da doença na área afetada (Tabela 2).

Tabela 2. Caracterização da severidade da vassoura-de-bruxa em plantios de cacauero nas propriedades rurais do estado do Espírito Santo (ES) Brasil

Município	Nº	Nome da propriedade rural	Nível de doença
<b>João Neiva</b>	1	Sarcinelli	2
	2	Sítio São Braz	2
<b>Linhares</b>	3	Califórnia	2
	4	CEPLAC/ESFIP	1
	5	Esperança	2
	6	Horizonte	2
	7	Ilha do Preto	3
	8	Santa Clara	1
	9	Ilha do Sossego	3
	10	Ipiranga	3
	11	Itamarati	2
	12	Luciana	2
	13	Luzitânia	3
	14	Maria Bonita	2
	15	Monsarás	1
	16	Petrópolis	1
	17	Piraquê I	3
	18	Primor	3
	19	São José	2
	20	São Luiz	1
	21	Valão da Anta	3
<b>Pancas</b>	22	Aldeamento	2
<b>Rio Bananal</b>	23	Boa Sorte	1
<b>São Mateus</b>	24	Campo Formoso	3
	25	Sítio da Seringa	1

### Resultados e Discussão

De acordo com os índices de severidade estabelecidos pela CEPLAC, as lavouras cacauieras

do ES apresentaram três níveis de doença. De todas as fazendas prospectadas 28% apresentaram nível 1, 40% apresentaram nível 2 e 32% apresentaram nível 3. Caracterizou-se também a sintomatologia nos diferentes níveis de severidade pela observação direta dos sintomas, a qual foi registrada através de fotografias



Figura 2. Níveis de severidade da doença vassoura-de-bruxa do cacauero nas lavouras do estado do Espírito Santo (ES) Brasil. (A) Nível 1, (B) Nível 2 e (C) Nível 3.

(Figura 2). Lavouras com nível 1 de severidade foram encontradas nas fazendas Petrópolis, área experimental da CEPLAC/ESFIP, Sítio da Seringa, Monsarás, São Luiz e Santa Clara (Figura 2A); lavouras que apresentaram nível 2 de severidade foram localizadas nas fazendas Maria Bonita, Horizonte, Luciana, Itamarati, São José, Sítio São Braz, Sarcinelli, Califórnia, Aldeamento (Figura 2B).

Nessas fazendas foram observados sintomas típicos da doença nos ramos, almofadas florais e frutos. Nestas áreas a doença foi facilmente visualizada nos ramos, que apresentaram um inchaço seguido pela emissão acentuada de brotos laterais – as chamadas vassouras vegetativas. Foram observadas vassouras tanto verdes quanto secas (Figura 3 A-B). As fazendas que apresentaram nível 3 de severidade foram: Piraquê, Valão da Anta, Esperança, Ilha do Sossego, Ilha do Preto, Luzitânea, Campo Formoso e Primor, a fazenda Ipiranga foi a que obteve nível mais extremo de severidade

(Figura 2C). Nestas plantações, além do elevado número de vassouras vegetativas na copa e na maioria das almofadas florais, também foram observadas elevada quantidade de basidiomas tanto nas vassouras secas, como também nos frutos na copa, nervuras das folhas e frutos dispersos no chão (Figura 3 C-D).

Muitas áreas das fazendas visitadas foram classificadas como economicamente inviáveis. A ausência de medidas de controle nestes casos favorece a pressão do inóculo, colocando em risco as variedades resistentes de cacaueiros. As almofadas florais doentes apresentaram flores hipertrofiadas, vassouras e frutos partenocárpicos denominados “morangos” e “cenouras”, que não evoluem em tamanho, seguido de necrose generalizada dos tecidos. Os frutos doentes apresentaram lesões circulares na superfície externa de coloração negra que evoluíram a total necrose. Frutos necróticos apresentaram-se colonizados com o micélio dicariótico, característico desta fase. A alta



Figura 3. Sintomas típicos da vassoura-de-bruxa do cacaueiro causados por *Moniliophthora perniciosa* em cacauais do estado do Espírito Santo (ES) Brasil: (A) vassoura vegetativa verde; (B) vassoura seca com sintoma de engrossamento e presença de basidiomas; (C) frutos modificados no formato morango e cenoura; (D) frutos em formato de morango e cenoura mumificados; (E) frutos mumificados com presença de basidiomas; (F) fruto lesionado com sementes necrosadas.

humidade relativa e alternância de chuva típica da região, provavelmente, favoreceram o aparecimento dos basidiomas (Figura 3E) nos frutos doentes. Neste estágio, as sementes apresentaram-se necrosadas, murchas e aderidas umas às outras (Figura 3F) sem valor para comercialização.

Segundo os dados do IBGE (2015), o município de Linhares (Figura 4A) apresentou a maior área plantada de cacau com 19.680 hectares, local onde foi centralizada a maioria das s (76% das propriedades). São Mateus, Rio Bananal e João Neiva foram os municípios com a segunda maior área plantada de cacau, variando de 101 a 801 hectares, representando as outras seis propriedades da área de estudo. Considerando a favorabilidade climática à VBC no ES, observou-se extensas áreas favoráveis à ocorrência e desenvolvimento da VBC com temperaturas de 20-25°C e umidade relativa superior a 80% (Figura 4B). Portanto, considerando a área plantada e a favorabilidade climática dessas regiões as áreas apresentaram-se com potencial de risco “relativamente favorável” e “favorável” à ocorrência da doença (Figura 4C).

Durante o estudo, foi possível notar que as fazendas que apresentaram menor severidade da doença realizavam poda fitossanitária, aplicação de fungicida, renovação das lavouras com clones resistentes e diversificação de cultivos. Foram observadas fazendas que apesar da elevada severidade da doença em genótipos suscetíveis a produtividade não foi tão afetada devido ao plantio de clones resistentes.

Portanto, a utilização do Manejo integrado da doença (MIP) pelos produtores proporcionou o melhor convívio com a doença. Diversos estudos realizados por pesquisadores da CEPLAC, dentre outros acerca do comportamento e a biologia da praga, e da epidemiologia da doença têm servido de base para recomendar o MIP. Por ex., Almeida et al. (1998) verificaram a diminuição significativa da porcentagem de frutos com vassoura, no tratamento em que foram combinadas a poda fitossanitária e a aplicação de fungicidas, que quando aliado ao plantio ou enxertia de copa com material genético resistente reduz a população do patógeno, assim diminuindo a severidade das áreas afetadas e evolução do fitopatógeno (Gramacho et al., 2006). Pereira e Valle (2012) citando Luz et al., 1997 enfatizam que o MIP tem efeito acumulativo na incidência da doença. Portanto, o uso do MIP nas lavouras do ES reduziu progressivamente o desenvolvimento da doença.

Uma observação feita durante este trabalho foi o fato de haver áreas extensas cultivadas com cacaueros irrigadas por meio de micro aspersão. O uso de irrigação por micro-aspersão ou aspersão subcopia, apesar de aumentar substancialmente a produção, pode propiciar um microclima adequado ao desenvolvimento do patógeno por favorecer condições de elevada umidade em temperaturas entre 20 e 30 °C, como as encontradas no local. Estas condições são citadas como sendo ideal para a formação dos basidiomas (Rocha; Wheeler, 1985), onde são formados os basidiósporos, únicos propágulos infectivos do

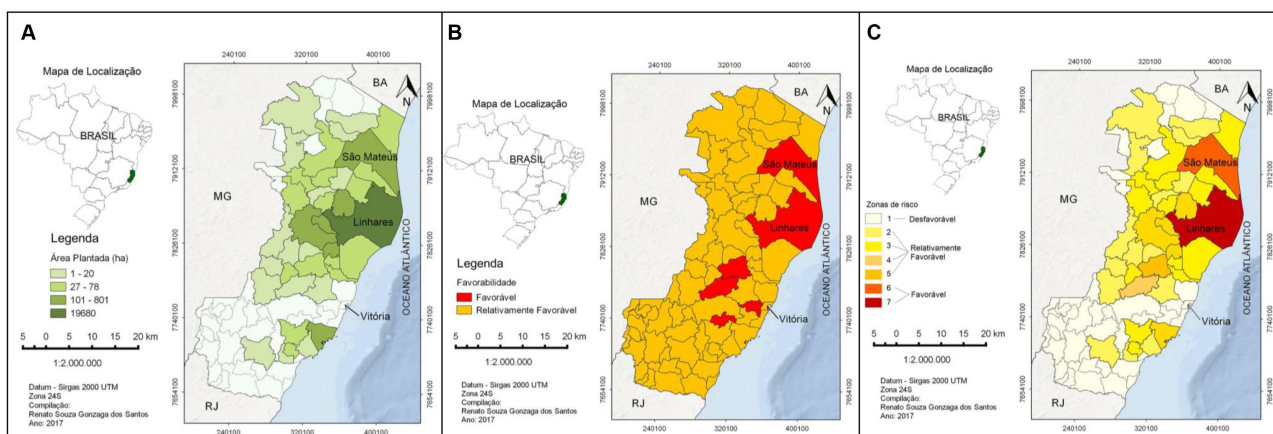


Figura 4. Mapas temáticos de Área plantada de cacau (A), Favorabilidade climática à vassoura-de-bruxa do cacauero (B) e Áreas com potencial de risco ao estabelecimento da doença vassoura-de-bruxa do cacauero (C) no estado do Espírito Santo (ES) Brasil.

patógeno. Os basidiósporos são dispersos principalmente pelo vento e gotículas de água de modo eficiente a curtas distâncias - até 100 m da fonte de inóculo, e com menor eficiência até 300 m (Baker et al., 1941), infectando os frutos na parte baixa da planta, por conseguinte aumentando a incidência da doença.

Em termos gerais, as doenças da parte aérea são favorecidas pelos sistemas de irrigação por aspersão (Lopes et al., 2006). Estudos em outros cultivos têm indicado que a irrigação por gotejamento tem sido recomendada em substituição da aspersão devido a economia de água, o aumento da produtividade e da qualidade dos frutos e a redução na incidência de doenças foliares (Diver, 1999; Koike et al., 2000; Souza, 2003). Nas regiões semiáridas e tabuleiros costeiros do Extremo Sul e Norte do Estado, o plantio do cacau sob regime intensivo a pleno sol, utilizando irrigação e fertirrigação já é uma realidade e estas regiões representam zonas de escape a VBC. No entanto, existem poucos trabalhos de pesquisa com o objetivo de se avaliar os efeitos de sistemas de irrigação na ocorrência de doenças e as formas mais indicadas de manejá-los. Com a expansão do cultivo do cacau no estado e a adoção de plantações com regime intensivo de produção, essa temática torna-se uma prioridade.

Vale relatar que no ES, as constantes cheias do Rio Doce também podem ter contribuído para a dispersão de *M. perniciosa* entre as fazendas situadas a sua margem. Relatos de produtores pontuaram a prática de amontoar vassouras secas retiradas após as podas, muitas vezes às margens do rio. A recomendação oficial é que os galhos afetados por MP sejam queimados (Oliveira; Luz, 2005), ou aplicar biofungicidas como o TRICOVAB® (fungicida biológico para lavouras de cacau) com ação antiesporulante, assim evitando a formação de basidiomas.

Neste trabalho, foi constituída uma coleção formada com 225 isolados de *M. perniciosa* para fins de pesquisa com foco na diversidade genética do patógeno. Este resultado representa um importante acervo para estudos de diversidade a população de MP existente nas diferentes regiões produtoras de cacau do ES. Os isolados, foram obtidos nas áreas classificadas como “favorável” à ocorrência da VBC (São Mateus e Linhares). No foco de São Mateus 27 isolados foram obtidos em três principais fazendas da região. No foco de Linhares as coletas foram divididas

em cinco áreas: (i) Faz. Maria Bonita foram obtidos 73 isolados em 5 fazendas; (ii) área de São Luiz com 53 isolados obtidos de 5 fazendas, e (iii) área de Piraquê, 40 isolados obtidos em uma única fazenda; (iv) na área mediana (ESFIP) e (v) área Beira Mar foram obtidos em cada uma 16 isolados (Tabela 3).

Este trabalho contribuiu tanto com a descrição da severidade da VBC no ES, no período de outubro de 2011 a dezembro de 2012, como também foi demonstrado que estas áreas apresentam condições climáticas altamente favoráveis ao estabelecimento e desenvolvimento da doença. O controle genético deve ser adotado como parte do manejo integrado da praga. Como parte desse sistema, aplica-se também o controle cultural, através das podas de limpeza ao final de cada colheita, raleamento da sombra em plantios densos e drenagem nas áreas sujeitas a alagamentos, e o controle biológico.

Tabela 3. Isolados de *Moniliophthora perniciosa* coletados na Zona de risco favorável à ocorrência da doença vassoura-de-bruxa do cacau no estado do Espírito Santo

Zonas de risco	Local de coleta	Nº de isolados
São Mateus	Fazenda São Mateus	3
	Fazenda Campo Formoso	11
	Fazenda São Domingos	13
<b>Foco Maria Bonita</b>		
	Fazenda Maria Bonita	17
	Fazenda Primor	18
	Fazenda Luciana	12
	Fazenda Lusitânia	15
	Fazenda Esperança	11
<b>Foco São Luiz</b>		
Linhares	Fazenda São Luiz	17
	Fazenda Califórnia	18
	Fazenda Valão da Anta	15
	Fazenda São José	3
<b>Foco Piraquê</b>		
	Fazenda Ilha do Sossego	17
	Fazenda Piraquê	9
	Fazenda Ipiranga	14
	Área Mediana	
	ESFIP	16
	Área Beira Mar	
	Fazenda Petrópolis	16
<b>Total</b>		<b>225</b>

Estes resultados são importantes para o estabelecimento de novos plantios, para o planejamento de pesquisas futuras visando seleção de clones resistentes a doença. Serve também de alerta epidemiológico pelo fato dos cacauais estarem implantados em áreas com favorabilidade a doença. Portanto o emprego do manejo integrado de pragas MIP não deve ser negligenciado.

### Agradecimentos

À Estação Experimental Filogônio Peixoto e a Gerência de Extensão e Pesquisa da CEPLAC/GERES - Linhares/ES pelos recursos humanos disponibilizados. Em especial a Dr. Marco Antônio, Dr. Paulo Siqueira, Binda, Daury Gasparini, Manoel, José Reis, Moqueca, Leonardo e Cândido. A CAPES pela concessão da bolsa de estudos e a UESC pela concessão da verba PROAP.

### Literatura Citada

- AIME, M. C.; PHILLIPS-MORA, W. 2005. The causal agents of witches' broom and frosty pod rot of cacao (chocolate, *Theobroma cacao*) form a new lineage of Marasmiaceae. *Mycologia* 97(5):1012-22.
- ALMEIDA, L. C. C.; NIELLA, G. R.; BEZERRA, J. L. 1998. Efeito de remoções de partes doentes do cacauero associadas a intervalos de aplicação de óxido cuproso no controle da vassoura-de-bruxa na Bahia. *Agrotrópica (Brasil)* 10(2):95-102.
- BAKER, R.; CROWNDY, S. H.; THOROLD, C. A. 1941. Witches' broom disease investigations: seasonal variations in the intensity of infections and their effect on control measures. *Tropical Agriculture* 18:107-116.
- BOWERS, J. H. et al. 2001. The impact of plant diseases on world chocolate production. *Plant Health Progress*. doi: 10.1094/PHP-2001-0709-01-RV.
- CEITA, G. O. et al. 2007. Involvement of calcium oxalate degradation during programmed cell death in *Theobroma cacao* tissues triggered by the hemibiotrophic fungus *Moniliophthora perniciosa*. *Plant Science* 173:106-117.
- CLIMATE-DATA. 2017. Dados Climáticos para cidades mundiais. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/>. Acesso em: 10 de agosto de 2017.
- COSTA, N. C. S. 1989. Terra e povoamento na implantação da lavoura cacauera no Espírito Santo: Um estudo de caso: Linhares - 1900 a 1930. Dissertação Mestrado. Campos dos Goytacazes, RJ, UENF.
- DELGADO, J. C.; COOK, A. A. 1976. Nuclear condition of the basidia, basidiospores, and mycelium of *Marasmius pernicius*. *Canadian Journal Botanic* 54:66-72.
- DIAS, L. A. S. et al. 2003. Período mínimo de colheita para avaliação de cultivares de cacau em Linhares-ES. *Revista Árvore* 27(4):495-501.
- DIVER, S.; KUEPPER, G.; BORN, H. 1999. Organic tomato production. ATTRA - Appropriate Technology Transfer for Rural Areas. 24p.
- EVANS, H. C. 1978. Witches' broom disease of cacao (*Crinipellis perniciosa*) in Ecuador: I. The fungus. *Annals of Applied Biology* 89:185-192.
- EVANS, H. C. 1980. Pleomorphism in *Crinipellis perniciosa*, causal agent of witches' broom disease of cacao. *Transactions of the British Mycological Society* 74:515-523.
- FRIAS, G. A.; PURDY, L. H.; SCHMIDT, R. A. 1991. Infection biology of *Crinipellis perniciosa* on vegetative flushes of cacao. *Plant disease* 7(6):552-556.
- GRAMACHO, K. P. et al. 2006. Vassoura-de-bruxa, evolução do fungo e necessidade de remoção das partes afetadas em clones resistentes. Ilhéus, BA, CEPLAC/CEPEC. Boletim Técnico n. 191. 12p.
- GRIFFITH, G. W.; HEDGER, J. N. 1994. The breeding biology of biotypes of the witches' broom disease of cacao *Crinipellis perniciosa*. *Heredity* 72:278-289.
- HARTMANN, T. 2008. Avaliação das perdas de receita da lavoura cacauera da Bahia provocadas pela introdução da doença vassoura-de-bruxa. Disponível em: [http://canaldoprodutor.com.br/sites/default/files/E15\\_19038Perda\\_de\\_Rentabilidade.pdf](http://canaldoprodutor.com.br/sites/default/files/E15_19038Perda_de_Rentabilidade.pdf). Acesso em: 16 julho 2017.
- HUGENTOBLE, M. 2008. Quantum Gis. In: Encyclopedia of GIS. Springer United States. pp. 935-939.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. Indicadores IBGE. 2015. Estatística da Produção Agrícola. Disponível em: <https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/>. Acesso em: 16 de julho de 2017.

- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA- IBGE. Indicadores IBGE. 2017. Estatística da Produção Agrícola. Disponível em: <https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/>. Acesso em: 16 de julho de 2017.
- INSTITUTO CAPIXABA DE PESQUISA - INCAPER. 2017. Sistema de Informações Meteorológicas Disponível em: <https://meteorologia.incaper.es.gov.br>. Acessado em: 04 de junho de 2017.
- JUNG, M. 2013. LecoS QGIS plugin to conduct landscape ecology statistics. Peer J Pre Prints 1:e116v2.
- KOIKE, S.T. et al. 2000. Plant disease management for organic crops. University of California, Division of Agriculture and Nature Resources. Disponível em: <http://anrcatalog.ucanr.edu/pdf/7252.pdf>. Acesso em: Agosto de 2017.
- LOPES, C. A.; MAROUELLI, W. A.; CAFÉ FILHO, A. C. 2006. Associação da irrigação com doenças de hortaliças. Revisão Anual de Patologia de Plantas, (Brasil) 14:151-179.
- LUZ, E. D. M. N. et al. 1997. Doenças do cacau. In: Zambolim, L.; Vale, F. X. R. Controle de doenças de plantas: grandes culturas. Viçosa, MG, UFV. pp. 611-655.
- MORAES, W. B. et al. 2012. Análise do risco de ocorrência da monilíase em cacau no Brasil face às mudanças climáticas globais. Summa Phytopathologica 38(1):30-35.
- OLIVEIRA, M. L.; LUZ, E. D. M. N. 2005. Identificação e manejo das principais doenças do cacau no Brasil. Ilhéus, BA, CEPLAC/CEPEC. 132p.
- PEREIRA, C. 2017. "Linhares foi construída em função da cultura do cacau", diz Emir Filho. Correio do Estado, Linhares, 19 ago. Especial Linhares 217 anos. Ano XII, nº 3.143. pp.8.
- PEREIRA, J. L.; VALLE, R. R. M. 2012. Manejo integrado da vassoura-de-bruxa do cacau. In: Valle, R. R, 2ed. Ciência tecnologia e manejo do cacau, Brasília, DF. pp. 357-376.
- PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO DE DESENVOLVIMENTO DA AGRICULTURA. - PEDEAG. 2007. 2007-2025. Secretaria de Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca - SEAG-Governo do Estado do Espírito Santo, Linhares-ES. Disponível em: <https://biblioteca.incaper.es.gov.br/>. Acesso em: Agosto de 2017.
- PURDY, L. H.; SCHMIDT, R. A. 1996. Status of cacao witches' broom: biology, epidemiology, and management. Phytopathology 34:573-594.
- ROCHA, H. M.; WHEELER, B. E. J. 1985. Factor influencing production of basidiocarps and the deposition and germination of basidiospores of *Crinipellis pernicioso*, the causal fungus of witches'broom on cacao (*Theobroma cacao*). Plant Pathology 34:319-328.
- SANTOS FILHO, L. P. et al. 2008. Produção de cacau e a vassoura-de-bruxa na Bahia. Agrotrópica (Brasil) 20:73-82.
- SENA, K.; ALEMANNI, L. E.; GRAMACHO, K. P. 2014. The infection process of *Moniliophthora pernicioso* in cacao. Plant Pathology 63:1272-1281.
- SILVA, S. D. V. M. et al. 2002. Redescritção da sintomatologia causada por *Crinipellis pernicioso* em cacau. Agrotrópica (Brasil) 14(1):1-28.
- SOUZA, J. L. 2003. Tomateiro para mesa em sistema orgânico. Informe Agropecuário (Brasil) 24(219): 108-120.
- QGIS-Development Team. 2017. QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation. Disponível em: <http://qgis.osgeo.org>. Acesso em: Junho de 2017.

