

INFLUÊNCIA DO SISTEMA DE CULTIVO NA BIOGEOGRAFIA DAS ESPÉCIES DE PHYTOPHTHORA PATOGÊNICAS AO CACAUEIRO NA BAHIA, BRASIL

Edna Dora Martins Newman Luz, Dilze Maria Argôlo Magalhães, Antônio Alves Pimenta Neto, Lindolfo Pereira dos Santos Filho, Larissa Argôlo Magalhães, Antônio Fontes Faria Filho

Centro de Pesquisas do Cacau, Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira, Rodovia Ilhéus-Itabuna km 22, 45600-970, Ilhéus - BA, Brasil. dilze.magalhaes@agricultura.gov.br

Quatro espécies de *Phytophthora* agentes da doença podridão parda do cacaueiro ocorrem na Bahia, onde clones resistentes à vassoura de bruxa estão sendo plantados tanto em plantios tecnicamente formados (TF) quanto em Sistema Agroflorestal (SAF) e em cabruca (CA), enxertados em plantas adultas. Sendo assim, tornou-se necessário, conhecer a influência dos sistemas de cultivo na ocorrência da podridão parda e na biogeografia regional das espécies que a causam. Para atingir este objetivo foram coletados durante três anos frutos infectados e amostras de solo em 100 plantas aleatoriamente escolhidas e georeferenciadas em cada uma de cinco propriedades por município, sendo nove dos quais compõem a mesorregião cacaueira e Santo Amaro, no recôncavo baiano. As propriedades agrícolas, sempre que possível, foram escolhidas por possuírem áreas dentro dos sistemas de cultivo TF, SAF e CA. Os isolamentos em frutos e solo resultaram na obtenção de 1916 isolados de diferentes espécies, tendo *P. palmivora* predominado em todos os municípios (77,8%) à exceção de Camacan, onde a prevalência foi de *P. citrophthora*, a segunda espécie mais encontrada (21,6%). *Phytophthora capsici* (0,52%) e *P. heveae* (0,05%) também foram pontualmente isoladas. Santo Amaro seguido de Uruçuca e Belmonte foram os municípios onde o maior número de isolados de *Phytophthora* spp. foram obtidos. Houve efeito ambiental na biogeografia das espécies e o cultivo em SAF, de modo geral, à exceção do município de Gandú, tendeu a diminuir a incidência da podridão parda.

Palavras-chave: *Theobroma cacao*, podridão parda, etiologia, distribuição geográfica, *Phytophthora palmivora*, *Phytophthora citrophthora*.

Influence of the cultivation system on the biogeography of *Phytophthora* species pathogenic to cacao in Bahia, Brazil. Four species of *Phytophthora*, agents of the brown rot disease of cacao, occur in Bahia, where clones resistant to witch broom are being planted in both technically formed (TF) and agroforestry systems (SAF) and cabruca (CA) plantations grafted on adult plants. Thus, it became necessary to know the influence of the cropping systems on the occurrence of brown rot and the regional biogeography of the species that cause it. To achieve this objective, infected fruits and soil samples were collected over 3 years in 100 randomly selected plants and georeferenced in each of five properties per city, nine of which make up the cacao and Santo Amaro mesoregion in the Recôncavo Baiano. Agricultural properties, where possible, were chosen because they have areas within the TF, SAF and CA cropping systems. Isolates in fruits and soil resulted in 1916 isolates of different species, with *P. palmivora* predominating in all cities (77.8%), except for Camacan, where the prevalence was *P. citrophthora*, the second most found species (21.6%). *Phytophthora capsici* (0.52%) and *P. heveae* (0.05%) were also isolated in time. Santo Amaro followed by Uruçuca and Belmonte were the cities where the highest number of isolated of *Phytophthora* spp. they were obtained. There was an environmental effect in the biogeography of the species and the cultivation in SAF, in general, with the exception of the city of Gandú, tended to decrease the incidence of brown rot.

Key words: *Theobroma cacao*, brown rot, etiology, geographical distribution, *Phytophthora palmivora*, *Phytophthora citrophthora*.

Introdução

O gênero *Phytophthora* destaca-se como destruidor de plantas responsável por severos impactos econômicos e ecológicos, marcando a história da fitopatologia como causador da devastação de cultivos de batata (*Solanum tuberosum* L.) na Europa e consequente morte e imigração de pessoas daquela região. (Erwin & Ribeiro, 1996; Luz e Matsuoka, 1996; Luz e Silva, 2001).

Em termos mundiais a podridão parda (PP) é a principal doença do cacau. Na África, principalmente em Ghana, Nigéria e Camarões, 50 a 80% das áreas são afetadas e no México as perdas podem variar de 30 a 80% (Nyassé, 1997). No Brasil durante muitos anos a PP foi responsável por perdas estimadas entre 20 a 30% da produção anual de cacau (Medeiros et al., 1977; Oliveira e Luz, 2005).

Atualmente, na mesorregião cacauzeira da Bahia, quatro espécies de *Phytophthora* formam o complexo podridão parda: *Phytophthora palmivora*, *P. capsici*, *P. citrophthora* e *P. heveae* (Luz et al., 1989) afetando as plantações e ainda apresentando potencialidades de assumir os mesmos níveis de importância econômica registrados no passado (Oliveira e Luz, 2012), o que de certo modo, já vem ocorrendo nos últimos anos, demonstrando o que já se esperava, por tratar-se de um gênero de patógenos fortemente associado ao solo e que em cacauzeiro, comprovadamente, usa as raízes da planta como reservatório de inóculo (Luz & Mitchell, 1994 a e b).

A importância da PP na região cacauzeira baiana decresceu em decorrência da doença vassoura de bruxa (VB), que em 1989 desencadeou forte crise econômica no Sudeste da Bahia (Luz et al., 1997). Porém, também proporcionou fortes mudanças no cultivo do cacauzeiro com a introdução de novos genótipos selecionados como resistentes a VB e outras culturas foram incentivadas, intensificando na região os plantios em sistemas agroflorestais (SAFs) (Marques et al., 2012), bem como o replantio em áreas tecnicamente formadas (TF) com genótipos resistentes, assim como enxertia nas tradicionais plantações em cabruca (CA), o sistema mais ecológico de cultivo de cacauzeiro (Araújo et al., 1998; Luz et al., 2013a).

As novas formas de cultivo presentes na região, bem como o impacto da presença de novos genótipos

de cacauzeiro, podem repercutir na estabilidade dos patógenos endêmicos bem como na epidemiologia das doenças por eles causadas (Luz et al., 2006). Como no caso da podridão parda do cacauzeiro são quatro espécies envolvidas, essas mudanças podem ter repercussões no equilíbrio populacional dessas espécies, com sérias implicações para a própria cultura. Sendo assim, este trabalho objetivou estudar a biogeografia de *Phytophthora* spp., agentes causais da podridão parda do cacauzeiro, em plantios tradicionais (cabruca), tecnicamente formados e SAF's em 10 municípios produtores de cacau do estado da Bahia.

Material e Métodos

Coletas em propriedades rurais

Foram realizadas coletas durante três anos (2010 a 2012), no período de maior ocorrência da doença (maio-setembro), em 10 municípios (Camacan, Uruçuca, Itabuna, Santo Amaro, Gandú, Mutuípe, Belmonte, Ituberá, Ipiauí, Una), avaliando-se em cada município cinco propriedades agrícolas representativas do perfil da cacauicultura naquele agrossistema e com sistemas de cultivo tradicional, cabruca (CA), tecnicamente formado (TF) e sistemas agroflorestais (SAF). Em cada propriedade foram realizadas coletas de solo e de frutos infectado em 100 plantas distribuídas aleatoriamente nas plantações, mas georeferenciadas.

A coleta do solo foi feita a 20 cm de profundidade, utilizando um trado e retirando amostras em quatro pontos ao redor da planta (Norte, Sul, Leste e Oeste) aproximadamente a 1m de distância do caule. Foram coletadas quatro amostras simples e misturadas em um saco de polietileno formando uma amostra composta com 500 g aproximadamente. As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos, identificadas e transportadas para o laboratório de *Phytophthora* do Centro de Pesquisas do Cacau (Cepec) da Ceplac, em Ilhéus, para isolamento em meio de cultura e posterior classificação.

Isolamento de *Phytophthora* do solo e material vegetal do cacauzeiro

No laboratório de *Phytophthora* do Cepec as amostras de tecidos vegetais foram lavadas em água corrente, secadas em papel toalha esterilizado, retirados

fragmentos entre a área sadia e lesionada, que foram desinfestados em uma solução de hipoclorito de sódio a 3%, transferidos a seguir para álcool 70% e água estéril e então colocados em placas de Petri contendo meio seletivo PARPH (Kanmischer & Mitchell, 1978), preparado 24 horas antes, e as placas incubadas a temperatura ambiente, na ausência de luz por 72 horas.

As amostras de solo foram avaliadas quanto à presença de propágulos de *Phytophthora* spp. usando o método de diluição do solo em placas de meio seletivo PARPH, o que proporcionou a oportunidade de quantificar o número de propágulos do patógeno por grama de solo. Foram utilizadas alíquotas das diluições de 10^{-2} e 10^{-3} da mistura de 10 g de solo em 90 mL de ágar-água a 0,2%.

Caracterização e identificação dos isolados de *Phytophthora* spp.

Após o crescimento em meio seletivo, os isolados foram transferidos para placas contendo meio de cultura cenoura-ágar (CA), para caldo de cenoura previamente esterilizado e para placas contendo água esterilizada. A forma das colônias em meio sólido, assim como a formação de esporângios, clamidósporos e oósporos foram avaliados nos diferentes substratos. Os isolados foram identificados por critérios morfofisiológico através da mensuração destas estruturas em culturas axênicas dos isolados obtidos e prospecção de peculiaridades miceliais ou em propágulos infectivos, características marcantes para identificação através das chaves morfológicas existentes (Waterhouse, 1963; Stamps et al., 1990; Gallegly & Hong, 2008). Após identificação, os isolados foram incorporados à coleção de *Phytophthora* Arnaldo Gomes Medeiros do CEPEC.

Construção de mapa de distribuição espacial

Foram utilizados os arquivos digitais dos municípios baianos produzido pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), projetado de décimo de grau para UTM, datum Sirgas 2000, trabalhadas na escala 1:2.500.000 e apresentadas por meio magnético, adequadamente estruturados para utilização em ambiente SIG, no programa ARCGIS 10.5. As informações sobre a localização dos isolados foram coletadas no campo, catalogadas por pontos oriundos de marcações por receptor GPS e após análise de prevalência, projetados no mapa a partir de gráficos em cada município.

Resultados

As quatro espécies de *Phytophthora* anteriormente assinaladas na Bahia (Luz et al., 1989) *P. palmivora*, *P. citrophthora*, *P. capsici* e *P. heveae* (Figura 1A-D) foram encontradas na presente pesquisa. Foram obtidos 1916 isolados de *Phytophthora* spp. nos três anos de coleta, com prevalência de *P. palmivora* (77,8% dos isolados), tendo *P. citrophthora* com 21,6% dos isolados obtidos, sendo a segunda, seguida de *P. capsici* (0,52%) e *P. heveae* (0,05%) que não diferiram estatisticamente em número de isolados. *Phytophthora heveae* foi encontrada em solo de uma fazenda no município de Ipiaú obtendo-se somente um isolado. *Phytophthora capsici* foi encontrada apenas esporadicamente em seis municípios: Belmonte, Camacan, Ituberá, Gandú, Itabuna e Una. *Phytophthora palmivora* foi encontrada em todos os municípios onde foram realizadas coletas (Figura 2) correspondendo a 74,5% no 1º ano de coleta, 81,6% no 2º ano e 78,1% no 3º ano do total de isolados obtidos, tendo prevalecido como o principal agente de podridão parda em todos eles, à exceção de Camacan, onde predominou *P. citrophthora* com 98% dos isolados no 1º ano de coleta, 87,7% no 2º ano e 80,3% no 3º ano. Desta espécie também obteve-se isolados nos 10 municípios amostrados.

Com base nos dados obtidos foi construído um mapa de distribuição das espécies de *Phytophthora* de acordo com a ocorrência e predominância nos municípios coletados (Figura 3).

Nos municípios avaliados na mesorregião cacauera, somente em Ituberá, Camacan e Gandú foi possível coletar amostras representativas para os três tipos de sistema de cultivo. Em Una foram analisados apenas TF e SAF, enquanto que em Uruçuca e Belmonte apenas os sistemas SAF e CA. Em Mutuípe e Ipiaú, somente TF e CA, e as cinco fazendas localizadas em Santo Amaro só tinham plantios tecnicamente formados.

Considerando como variável o número de isolados, a ANOVA permitiu inferir que não houve diferença significativa entre os anos de coleta, sendo estes então usados como repetições para análise subsequente usando como fatores sistema de cultivo e município. Embora não tenha havido significância para sistema de cultivo pelo teste f, pelo teste de médias Tukey ($P > 0,05$), os sistemas CA (13,3%) e TF (13,2%) diferiram significativamente de SAF (8,75%)

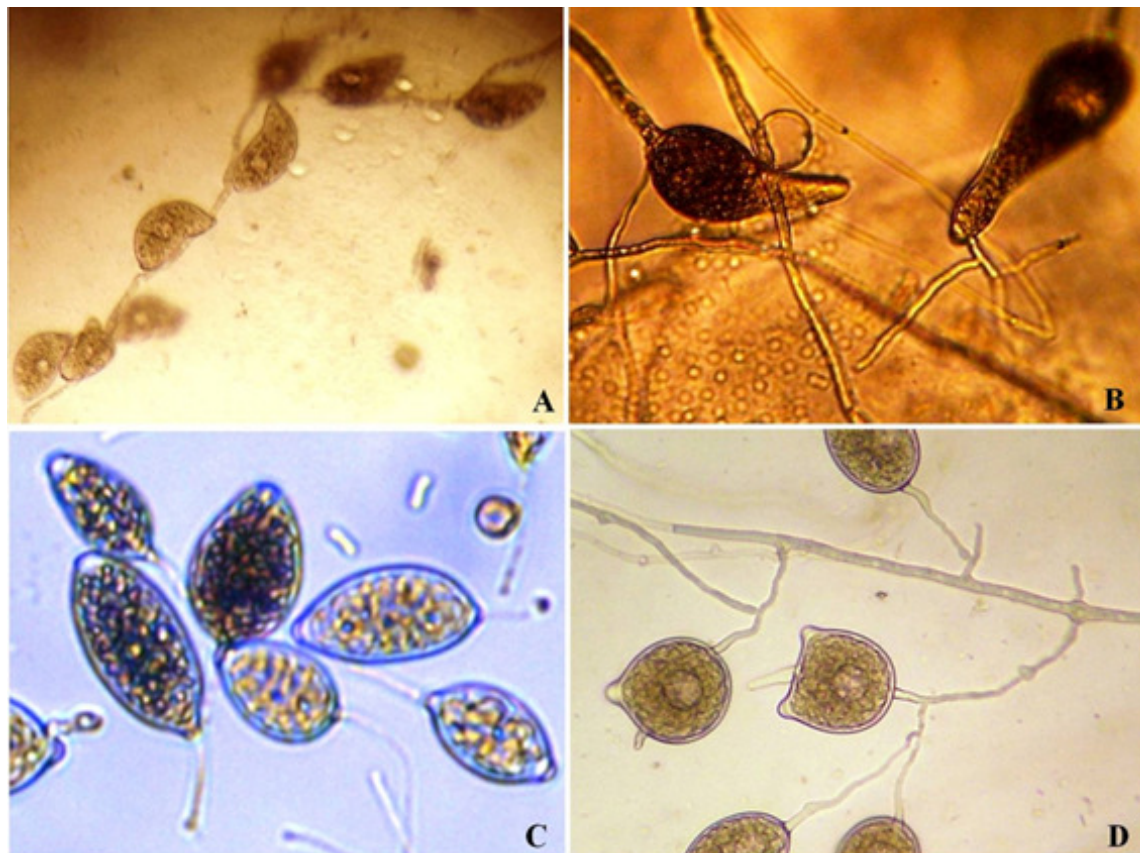


Figura 1- *Phytophthora* spp. do cacauero: (A) *P. palmivora*; (B) *P. citrophthora*; (C) *P. capsici*; (D) *P. heveae*.

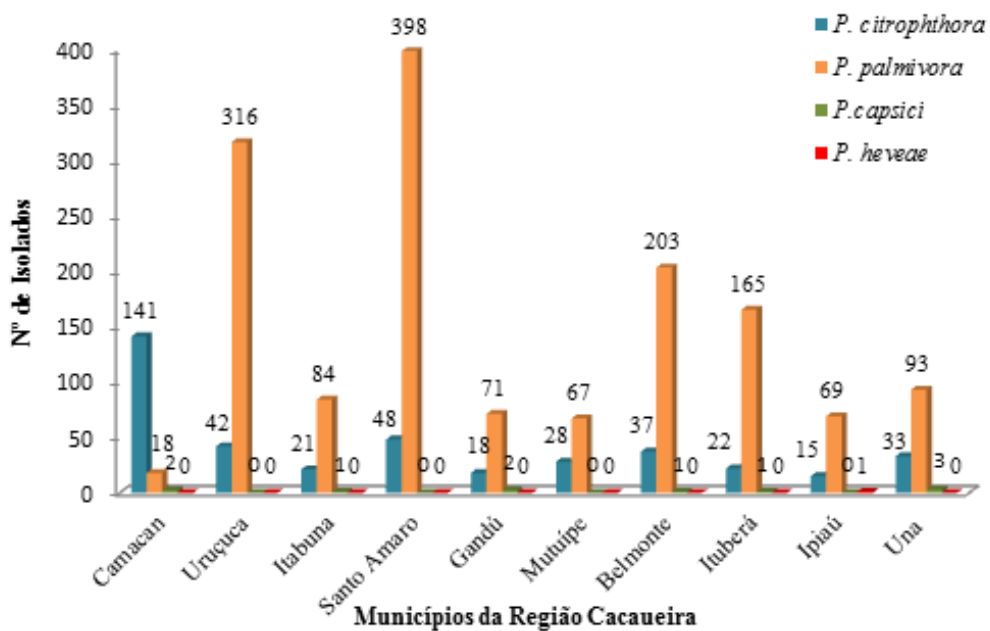


Figura 2 - Número de isolados de *Phytophthora* spp. obtidos em 10 municípios da região cacauera durante três anos consecutivos (2010 a 2012).

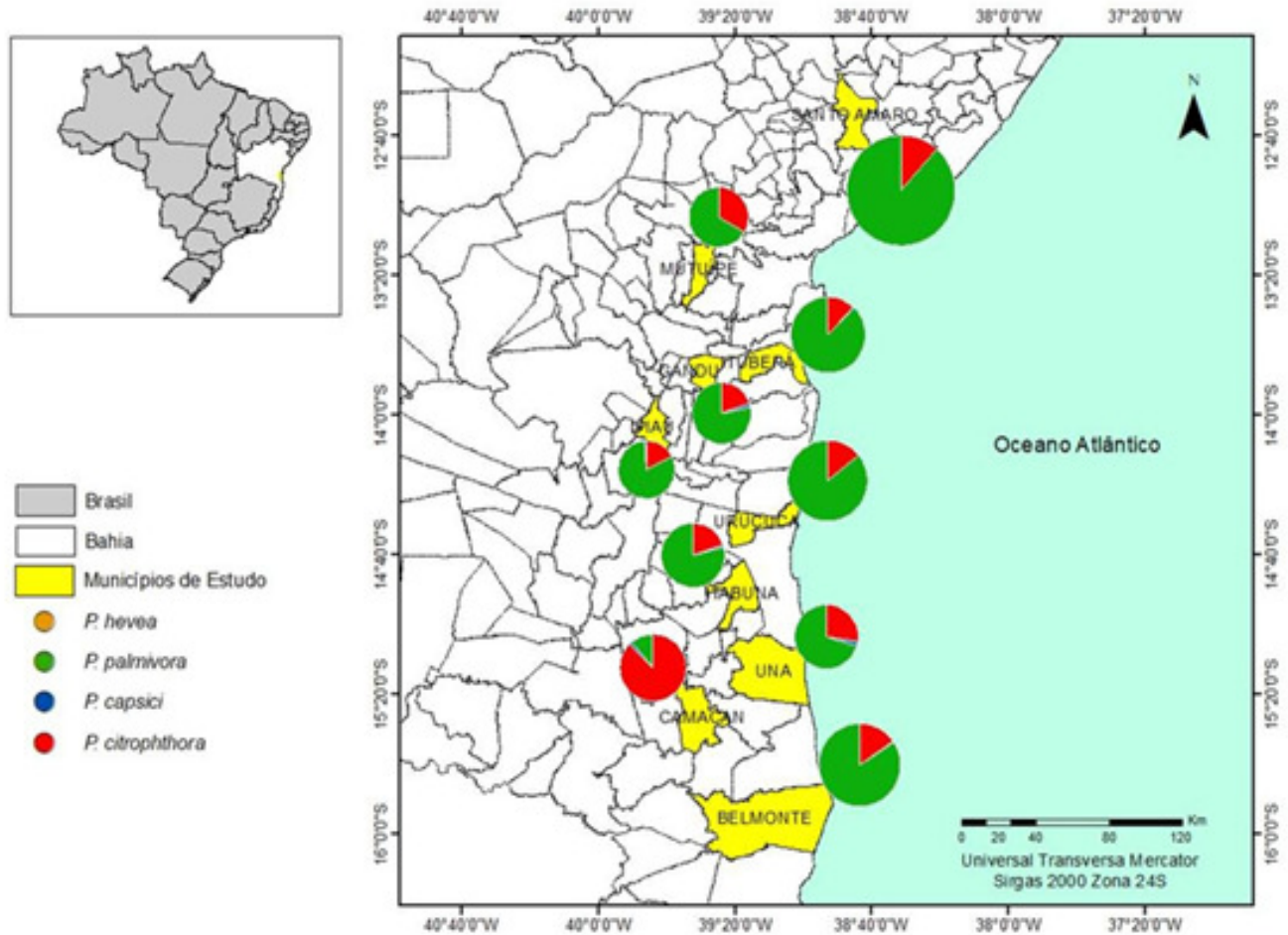


Figura 3 - Municípios da Mesorregião Cacaueira e do Recôncavo na Bahia, Brasil, onde foram coletados isolados de *Phytophthora* spp.

demonstrando que o menor número de isolados de *Phytophthora* spp. foi encontrado neste último sistema de cultivo. Já para município, a variação foi altamente significativa, tendo sido encontrado o maior número de isolados de *Phytophthora* no município de Santo Amaro, seguido de Uruçuca e de Belmonte sendo que a média de isolado neste último não diferiu significativamente (Tukey $p < 0,001$) daquelas dos demais municípios (Tabela 1).

Quando se levou em consideração também o fator espécie e as interações sistema de cultivo x espécie e município x espécie, foram altamente significativos os efeitos de município, espécie e a interação município x espécie, enquanto a interação sistema de cultivo x espécie foi significativa a 5% de probabilidade. Só houve diferenças entre os sistemas de cultivo nos municípios de Gandú, onde em SAF houve maior

número de isolados de *Phytophthora* do que em CA e TF, e em Mutuípe onde o número de isolados em plantas cultivadas no sistema TF foi maior do que o daquelas em SAF (Tabela 2). Desdobrando a interação

Tabela 1- Média do número de isolados de *Phytophthora* spp. obtidos em cultivos de cacauero por município/fazenda

Município	Média n° de Isolados
Santo Amaro	31,2 A
Uruçuca	23,9 AB
Belmonte	16,1 BC
Camacan	10,7 C
Ituberá	7,8 C
Una	7,1 C
Itabuna	7,1 C
Gandú	6,1 C
Mutuípe	6,0 C
Ipiáú	5,7 C

Tabela 2- Média do número de isolados de *Phytophthora* spp. por município e sistema de plantio

Município	Sistemas de cultivo		
	SAF	CA	TF
Santo Amaro	-	-	44,8
Uruçuca	10,8	18,1	-
Belmonte	12,3	16,6	-
Camacan	7,0	9,7	15,7
Ituberá	7,2	8,8	3,3
Una	5,4	-	13,7
Itabuna	3,7	7,2	-
Gandú	12,3	7,7	0,8
Mutuípe	-	0,3	4,8
Ipiaú	-	2,7	5,3

SAF = Sistema Agroflorestal, CA= cabruca, TF= Tecnicamente formado.

espécie x município foi confirmada a predominância de *P. palmivora* nos municípios de Gandú, Ipiaú, Itabuna, Ituberá, Santo Amaro, Una e Uruçuca e a predominância de *P. citrophthora* em Camacan. Em Mutuípe não houve diferença significativa entre a média de isolados obtidos para as espécies *P. palmivora* e *P. citrophthora* (Figura 2).

Constatou-se a presença de *Phytophthora* spp. no solo em todos os municípios amostrados a exceção de Santo Amaro. O solo das plantações só foi coletado nos dois primeiros anos de coleta. Dos 154 isolados obtidos de solo 118 foram coletados no primeiro ano e 36 no segundo, sendo 82,5% de *P. palmivora* e 14,3% *P. citrophthora*. Obteve-se apenas um isolado de *P. heveae* e três de *P. capsici*. Este foi o 1º registro de isolamento de *P. capsici* de solo proveniente do município de Itabuna e Una.

Discussão

O conhecimento da diversidade, da biologia e do impacto das espécies de *Phytophthora* associadas a qualquer ambiente ou patossistema é de fundamental importância para ampliar os conhecimentos sobre o gênero, uma vez que, tem havido muita variação nas populações de *Phytophthora* em função das possibilidades de hibridação entre as espécies e de variações intraespecíficas (Jung et al., 2017; Oh et al., 2013; Zeng et al., 2009).

Para estudos visando conhecer a predominância das espécies que causam o complexo de doenças denominado podridão parda do cacau na Bahia

foram realizadas coletas de frutos em diversos municípios que compõem a região cacauzeira do estado desde 1978-1980 (Campelo e Luz, 1981). Variações na predominância das espécies desde então foram observadas dentro do complexo podridão parda na Bahia, em função das condições climáticas e de outros fatores, que podem favorecer a uma ou mais espécies em determinada região ou época do ano Luz et al. (2007). Entre 1978-1980 *P. capsici* foi constatada como a espécie predominante, sendo isolada de 95% das 2420 amostras de frutos examinadas, seguida de *P. palmivora* (3%) e *P. citrophthora* (2%) (Campelo e Luz, 1981). No entanto, no final da década de 1980, embora *P. capsici* ainda fosse a espécie predominante, ocorrendo em 45% das 650 amostras examinadas, foi observado um aumento das populações de *P. palmivora* (30%) e *P. citrophthora* (25%), por esta ocasião, constatou-se a presença de *P. heveae*, em raízes de cacauzeiro (Luz et al., 1989). A época foi atribuída a mudança no equilíbrio das populações, principalmente, às mudanças climáticas ocorridas em decorrência de eventos do fenômeno El Niño que haviam afetado especialmente *P. capsici*, que em cacauzeiro não produz clamidósporos, esporos de resistência, o que dificultava a sua sobrevivência em períodos com menor intensidade de chuvas (Luz et al., 2007). A formação de microclima proporcionado pelo alto índice de pluviosidade, umidade relativa do ar acima de 85% proporcionam condições adequadas à disseminação do patógeno, registrando as maiores perdas na produção de cacau nos meses mais frios do ano (junho a agosto) (Luz e Silva, 2001). Entre 1999-2002, dentre 243 amostras de frutos avaliadas, 65% foram identificadas como *P. citrophthora*, 33% como *P. palmivora* e 2% como *P. capsici*. Observações realizadas entre 2004-2005 ratificaram a espécie *P. citrophthora*, a mais virulenta, como a de maior prevalência, com 51% de frutos infectados, contra 37% de *P. palmivora* e 12% de *P. citrophthora* (Luz et al., 2007). Àquele momento, um fato novo havia surgido, o melhoramento para resistência à vassoura de bruxa, considerado pelos autores, como primordial, junto aos eventos do El Niño, para que o aumento da população de *P. citrophthora* tenha ocorrido devido ao cultivo em maior escala de genótipos descendentes de Scavina 6, utilizados no programa de melhoramento genético em substituição aos genótipos suscetíveis a

VB. É que os descendentes do clone SCA-6 são menos resistentes a esta espécie quando comparado com *P. capsici* e *P. palmivora* (Luz et al., 2010).

Observou-se nos dados do presente trabalho a predominância de *P. palmivora* (Figura 2) sobre as demais espécies e o declínio acentuado de isolamentos de *P. capsici*, confirmando o que já vinha sendo observado pelos dados das coletas anteriores (Luz et al., 2007), apesar de realizadas em número de frutos inferior ao atual e em menor número de municípios. Como os eventos de El Niño foram bastante evidentes nas últimas décadas, esta pode realmente ser a causa do declínio na população desse patógeno, desde os anos de 1980 pois, é comprovado serem os isolados de *P. capsici* do cacauero, altamente influenciados pela temperatura nos eventos de produção e liberação dos zoósporos (Luz et al., 1985). Houve um fato novo com a presente pesquisa, *P. capsici* foi pela primeira vez isolada do solo de cacauero. Isto pode ser um indício de adaptação dessa espécie ao novo ambiente dos cacauais da região. Fato similar já ocorreu com outras espécies de *Phytophthora* (Jung & Blaschke, 2004; Jung & Burgess, 2009; Jung et al., 2016). A baixa ocorrência de *P. hevea* é justificada por apenas causar danos às raízes, enquanto *P. capsici* apenas a frutos e *P. citrophthora* e *P. palmivora* a frutos, ramos, sementes, chupões, troncos e raízes (Luz e Silva, 2001).

Os resultados obtidos (Tabela 2) demonstram que o cultivo em SAF beneficia o controle da podridão-parda do cacauero, tendo em vista a menor incidência da doença em comparação com os demais sistemas de cultivo. Observou-se que nos consórcios com seringueira a desfolha da cultura ocorria no período das coletas (julho a setembro) nos três anos de realização do experimento, que corresponde ao período de maior incidência de podridão parda em frutos de cacaueros. A desfolha contribui para que as condições de umidade relativa do ar dentro da plantação sejam desfavoráveis à disseminação de *Phytophthora* spp. do cacauero, que necessitam de água livre na superfície dos frutos para esporulação, disseminação dos propágulos e penetração (Luz et al., 2013b). Apenas no município de Gandú um maior número de isolados foi obtido em plantio em SAF (Tabela 2). Ressalta-se que neste município o sistema TF foi o que apresentou o menor número de isolados nos três anos consecutivos.

Constatou-se a presença de *Phytophthora* spp. no solo em todos os municípios amostrados a exceção de Santo Amaro. Acredita-se que o solo do tipo mais argiloso impediu o isolamento por não ter sido possível realizar a mistura com Agar-água, como requerido pela técnica de diluição em solo, para desaglutinar, completamente, as partículas do solo. Assim como em frutos, a predominância nas amostras de solo foi também de *P. palmivora*. A maior ocorrência desta espécie, atualmente, pode ser justificada pela produção de esporângios em abundância nos tecidos infectados e na presença de água livre, o que facilita a liberação dos zoósporos. Seus esporângios se destacam facilmente do micélio formado na superfície dos frutos infectados podendo ser disseminados pelo vento, chuva e outros agentes. *Phytophthora palmivora* possui uma ampla gama de hospedeiros o que facilita a permanência dos seus propágulos por mais tempo no ambiente e a produção abundante de clamidósporos nesta espécie também concorre para a sua permanência em solo (Luz e Silva, 2001; Luz et al., 2013b). Fatores como densidade, eficiência e potencial do inóculo, bem como forma, sobrevivência e fungistase no solo são condições preponderantes para permanência do patógeno no solo em condições viáveis (Bettiol e Ghini, 2005; Tooley et al., 2013).

Existem diferenças evidentes em *Phytophthora* quanto ao potencial de causar infecção, por exemplo, em solo cultivado com mamão (*Carica papaya* L.) foi determinado por Vawdrey (2001) infecção ao potencial de 262 UFC/g de solo de *P. palmivora*, e em solo cultivado com tomate (*Solanum lycopersicum* L.) Neher et al. (1993) quantificaram 48 UFC/g de solo. A eficiência do inóculo também apresenta variações em nível de espécie, tipo de propágulo e patossistema. Na relação *P. capsici*-pimentão, foram necessários 91 oósporos/g de solo para causar infecções (Bowers & Mitchell, 1991), enquanto que para o patossistema *Phytophthora nicotianae* var. *parasítica*, English & Mitchell (1988) a eficiência do inóculo variou de 200 a 333 clamidósporos/g de solo/ infecção. Em cacauero, Luz & Mitchell (1994 a e b) demonstraram também diferenças nos níveis de infecção causados em plântulas inoculadas com diferentes concentrações e diferentes tipos de inóculo de *P. capsici*, *P. citrophthora*, *P. heveae* e *P. palmivora*.

Os dados desse trabalho tem importância significativa para o entendimento da dinâmica do comportamento de uma doença causada por múltiplos patógenos, do mesmo gênero, ressaltando a importância das condições de clima e dos diferentes sistemas de cultivo encontrados hoje na cacauicultura baiana. Isto tem reflexos no controle da doença, nas pesquisas para o melhoramento genético visando resistência às doenças, bem como na rentabilidade econômica da cultura. Demonstram ainda a necessidade de monitoramento constante da população desses patógenos.

Agradecimentos

Os autores agradecem as Técnicas de laboratório da Ceplac Ana Rosa Rocha Niella e Denise Maria Argôlo Ferreira e a Técnica agrícola Virginia Oliveira Damaceno (Ceplac) pela dedicação na condução dos ensaios em laboratório e em campo.

Literatura Citada

- ARAÚJO, M. et al. 1998. Mata Atlântica do Sul da Bahia: situação atual, ações e perspectivas. Série Cadernos da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. nº 8. São Paulo, SP, CNRBMA/Unesco. 35p.
- BETTIOL, W.; GHINI, R. 2005. Solos Supressivos. In: Michereff, S.J.; Andrade, D.E.G.T.; Menezes, M. Ecologia e Manejo de Patógenos Radiculares em Solos Tropicais. Recife: UFRPE. pp.125-152.
- BOWERS, J. H.; MITCHELL, D. J. 1991. Relationship between inoculum level of *Phytophthora capsici* and mortality of pepper. *Phytopathology* 81:178-184.
- CAMPÊLO, A. M. F. L.; LUZ, E. D. M. N. 1981. Etiologia da podridão-parda do cacauero nos Estados da Bahia e Espírito Santo, Brasil. *Fitopatologia Brasileira* 6(3):313-321.
- ENGLISH, J. T.; MITCHELL, D. J. 1988. Influence of an introduced composite of microorganisms on infection of tobacco by *Phytophthora parasitica* var. *nicotianae*. *Phytopathology* 78:1484-1490.
- ERWIN, D. C.; RIBEIRO, O. K. 1996. *Phytophthora* diseases worldwide. [S.1]: APS. 562p.
- GALLEGLY, M. E.; HONG, C. 2008. *Phytophthora*: identifying species by morphology and DNA fingerprints. The American Phytophthora Society. Press. Minnesota. 158p.
- JUNG, T.; JUNG, M. H. et al. 2017. Six new *Phytophthora* species from ITS Clade 7a including two sexually functional heterothallic hybrid species detected in natural ecosystems in Taiwan. *Persoonia*, Jun; 38: 100-135. doi:10.3767/003158517X693615.
- JUNG, T.; BLASCHKE, M. 2004. *Phytophthora* root and collar rot of alders in Bavaria: distribution, modes of spread and possible management strategies. *Plant Pathology* 53:197-208.
- JUNG, T.; BURGESS, T. I. 2009. Re-evaluation of *Phytophthora citricola* isolates from multiple woody hosts in Europe and North America reveals a new species, *Phytophthora plurivora* sp. nov. *Persoonia* 22:95-110.
- JUNG, T.; ORLIKOWSKI, L.; HENRICOT, B. 2016. Widespread *Phytophthora* infestations in European nurseries put forest, semi-natural and horticultural ecosystems at high risk of *Phytophthora* diseases. *Forest Pathology* 46: 134-163.
- KANMWISCHER, M. E.; MITCHELL, D. J. 1978. The influence of a fungicide on the epidemiology of black shank of tobacco. *Phytopathology* 68: 1760-1765.
- LUZ, E. D. M. N.; CAMPELO, A. M. F. L.; MIRANDA, R. A. C. 1985. A água da chuva como agente de disseminação do mal rosado do cacauero. *Revista Theobroma (Brasil)* 15:159-166.
- LUZ, E. D. M. N.; SILVA, S. D. V. M.; MITCHELL, D. J. 1989. *Phytophthora heveae*: outra espécie causando podridão-parda do cacauero na Bahia. In: Congresso Brasileiro de Fitopatologia, 22º, Recife. *Fitopatologia Brasileira*. Brasília, DF, Sociedade Brasileira de Fitopatologia, 14. pp.160-160.
- LUZ, E. D. M. N.; MITCHELL, D. J. 1994a. Effects of inoculum forms and densities on cacao root infection by *Phytophthora* spp. *Agrotrópica (Brasil)* 6 (2):41-51.
- LUZ, E. D. M. N.; MITCHELL, D. J. 1994b. Influence of soil flooding on cacao root infection

- by *Phytophthora* spp. *Agrotropica* (Brasil) 6 (2): 53-60.
- LUZ, E. D. M. N.; MATSUOKA, K. 1996. Taxonomia e sistemática do gênero *Phytophthora*. Revisão Anual de Patologia de Plantas 4:297-328.
- LUZ, E. D. M. N. et al. 1997. Cacau (*Theobroma cacao* L.) Controle de doenças. In: Valle, F.X.R. do; Zambolim, L. Controle de doenças de plantas - grandes culturas. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 2:617-622.
- LUZ, E. D. M. N.; SILVA, S. D. V. M. 2001. Podridão-parda dos frutos, cancro e outras doenças causadas por *Phytophthora* no cacauero. In: Luz, E. D. M. N., Santos, A. F., Matsuoka, K. E., Bezerra, J. L. eds. Doenças causadas por *Phytophthora* no Brasil. Campinas, SP, Livraria Rural. pp.175-265.
- LUZ, E. D. M. N. et al. 2006. History of the *Phytophthora* species associated with cacao black pod disease in Bahia, Brazil. In: International Cocoa Research Conference, 15°, San Jose, Costa Rica. pp.1238-1241. Vol.2
- LUZ, E. D. M. N. et al. 2007. History of the *Phytophthora* species associated with cacao black pod disease in Bahia, Brazil. In: International Cocoa Research Conference, 15°, San Jose - Costa Rica. Proceedings. Lagos, Nigéria, COPAL/CATIE. pp.1237-1247. Vol.2
- LUZ, E. D. M. N. et al. 2010. Genetic diversity, distribution and pathogenicity of *Phytophthora* species on cacao in Brazil. In: Pereira, J. L., Lopes, U. V. org. The use of molecular biology techniques in search for varieties resistant to witches' broom disease of cacao. Amsterdam, The Netherlands: Common Fund for Commodities, pp.99-110.
- LUZ, E. D. M. N. et al. 2013a. Atualidades no manejo de doenças do cacauero no Brasil. In: Núcleo de estudos em fitopatologia, org. Patologia florestal: desafios e perspectivas. Lavras, MG, NEFIT - Núcleo de Estudos em Fitopatologia. pp. 313-334.
- LUZ, E. D. M. N. et al. 2013b. *Phytophthora* spp. do cacauero na Bahia - um estudo de prevalência. In: Congresso Brasileiro de Fitopatologia, 46°, Ouro Preto, MG. Tropical Plant Pathology. Lavras, MG, Sociedade Brasileira de Fitopatologia.
- MARQUES, J. R. B. et al. 2012. Sistema agroflorestal (SAF) com seringueira, cacauero e cultivos alimentares. Ilhéus, BA, Ceplac/ Cenex. 40p.
- MEDEIROS, A. G.; BEZERRA, C. S.; MANDARINO, E. P. 1977. Considerações práticas sobre o controle químico da podridão-parda. Ilhéus, BA, CEPLAC/CEPEC, Extensão Rural. Série Cacau nº 1.
- NEHER, D. A.; MCKEEN, C. D.; DUNIWAY, J. N. 1993. Relationships among *Phytophthora* root rot, *Phytophthora parasitica* populations, and yield of tomatoes under commercial field conditions. *Plant disease* 77:1106-1111.
- NYASSÉ, S. 1997. Etude de la diversité de *Phytophthora megakarya* et caractérisation de la résistance du cacaoyer (*Theobroma cacao* L.) a cet agent pathogène. (These). Institut National Polytechnique de Toulouse, Toulouse.
- OH, E. et al. 2013. Surveys of soil and water reveal a goldmine of *Phytophthora* diversity in South African natural ecosystems. *Fungus* 4(1):123-131.
- OLIVEIRA, M. L.; LUZ, E. D. M. N. 2005. Identificação e manejo das principais doenças do cacauero no Brasil. Ilhéus, BA, CEPLAC. 132p.
- OLIVEIRA, M. L.; LUZ, E. D. M. N. 2012. Principais doenças do cacauero e seu manejo. In: Valle, R. R. Ciência, tecnologia e manejo do cacauero. 2ed. Brasília, DF. pp.187-275.
- STAMPS, D. J. et al. 1990. Revised tabular key to the genus *Phytophthora*. Wallingford, CAB International. Mycological Papers. 162p
- TOOLEY, P. W.; BROWNING, M.; LEIGHTY, R. M. 2013. Inoculum Density Relationships for Infection of Some Eastern US Forest Species by *Phytophthora ramorum*. *Journal of Phytopathology* 161:595-603.
- VAWDREY, L. L. 2001. Quantification of inoculum density of *Phytophthora palmivora* in soil and its relation to disease incidence in papaw in far northern Queensland. *Australasian Plant Pathology* 30:199-204.

- WATERHOUSE, G. M. 1963. Key to the species of *Phytophthora* de Bary. Kew, Commonwealth Mycological Institute. Mycological Papers 92:80.
- ZENG, H. C.; HO, H. H.; ZHENG, F. C. 2009. A survey of *Phytophthora* species on Hainan Island of South China. Journal of Phytopathology 157:33-39.

