



UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GENÉTICA  
E MELHORAMENTO DE PLANTAS



**ÁLAN CHRISLEYR MARACAHIPES**

**REAÇÃO DE ACESSOS DE *CAPSICUM* SPP. A *COLLETOTRICHUM*  
*GLOEOSPORIOIDES***

**CÁCERES  
MATO GROSSO - BRASIL  
DEZEMBRO – 2014**

**ÁLAN CHRISLEYR MARACAHIPES**

**REAÇÃO DE ACESSOS DE *CAPSICUM* SPP. A *COLLETOTRICHUM*  
*GLOEOSPORIOIDES***

Dissertação apresentada à Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de plantas, para obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup> Leonarda Grillo Neves

**CÁCERES**  
**MATO GROSSO - BRASIL**  
**DEZEMBRO – 2014**

## FOLHA DE APROVAÇÃO

Dedico

A Deus e aos meus pais, Maria Aparecida Xavier Miranda e Roberci da Silva Maracahipes, aos quais sou grato por tudo que sou.

## AGRADECIMENTO

A Deus, por sempre estar comigo em todos os momentos e acontecimentos em minha vida, me dando força, sabedoria, paciência e proteção para prosseguir por um caminho nada fácil, cheio de obstáculos, mas eu tinha a certeza Nele que conseguiria;

À Universidade do Estado de Mato Grosso e ao Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas pela oportunidade de aprimorar minha formação profissional;

A Capes e FAPEMAT pela bolsa de estudos concedida durante parte do mestrado;

À Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Leonarda Grillo Neves, pela orientação, por acreditar em mim e ter me ensinado o que precisava para terminar o mestrado com uma visão diferente, uma visão mais ampla e profissional;

À doutora Kelly Lana Araújo pelo valioso auxílio na execução de minha dissertação, principalmente por ter me ensinado a falar antracnose corretamente.

A todos os bolsistas de iniciação científica e voluntários do laboratório, que trabalharam comigo na manutenção e avaliação do experimento, e na condução do trabalho. Sem vocês seria impossível executá-lo;

Aos meus pais, Maria Aparecida Xavier Miranda e Roberci da Silva Maracahipes pela confiança e ajuda constante durante todo o mestrado. Sem vocês, eu jamais teria chegado aonde cheguei. Tudo o que sou devo a vocês. Tenho gravado em meu coração o quanto vocês são importantes na minha vida;

Aos meus colegas do mestrado, que de várias formas me ajudaram a chegar ao final de mais essa etapa. Agradeço a todos, pelo apoio, pela companhia nos momentos fáceis e difíceis, tristes e felizes;

A todos que diretamente ou indiretamente me ajudaram e estiveram ao meu lado nos momentos bons, ruins, de alegria, de tristeza, de leveza, de *stress*. Vocês foram e sempre serão de extrema importância para mim. Tudo me fez crescer como pessoa, como profissional e também como cidadão.

Obrigado a todos!!!

## BIOGRAFIA

Álan Chrisleyr Maracahipes nasceu no dia 17 de fevereiro de 1991, na cidade de Nova Xavantina – Mato Grosso. Filho de Maria Aparecida Xavier Miranda e Roberci da Silva Maracahipes.

Concluiu o ensino médio no ano de 2007, na Escola Juscelino Kubistchek de Oliveira e diplomou-se no ano de 2012 em Licenciatura Plena e Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade do Estado de Mato grosso.

Nos últimos anos de sua graduação foi bolsista PIBID-CAPES onde elaborou trabalhos na área de educação, paralelo a isso, atuou como voluntário por dois anos no Laboratório de Genética do *campus* de sua cidade, onde desenvolveu seu trabalho de conclusão de curso na área de citogenética de quirópteros, entre outros trabalhos.

No ano de 2012 atuou como professor contratado pela rede municipal de ensino, lecionando em sala multiseriada do quinto ao nono ano, trabalhou também na rede estadual com ensino médio. No ano de 2013, ingressou no curso de Pós-graduação em Genética e Melhoramento de Plantas pela UNEMAT no *campus* de Cáceres.

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 Gênero <i>Capsicum</i> .....	3
2.2 Importância econômica do gênero <i>Capsicum</i> .....	4
2.3 A antracnose em <i>Capsicum</i> spp.....	5
2.4 Análise multivariada.....	7
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	10
3.1 Condições Experimentais .....	10
3.2 Identificação dos acessos no BAG.....	10
3.3 Obtenção e conservação do isolado de <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> .....	14
3.4 Avaliação de resistência em genótipos de <i>Capsicum</i> spp. a antracnose.....	15
3.5 Análise dos dados em duas épocas de colheita dos frutos .....	16
3.6 Análise multivariada e componentes de resistência .....	17
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	19
4.1 Avaliação de <i>Capsicum</i> spp. a antracnose em duas épocas de colheita dos frutos .....	19
4.2 Agrupamento dos genótipos de <i>Capsicum</i> e importância dos componentes de resistência .....	31
CONCLUSÕES .....	44
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	45
APÊNDICE.....	55

## RESUMO

MARACAHIPES, ÁLAN CHRISLEYR; M. Sc.; Universidade do Estado de Mato Grosso; Dezembro de 2014; Reação de acessos de *Capsicum* spp. a *Colletotrichum gloeosporioides*; Professora orientadora: Leonarda Grillo Neves.

As pimentas e pimentões pertencem à família Solanaceae. No Brasil é crescente a produção dessa hortaliça, no entanto existem vários problemas fitossanitários que vêm provocando grandes perdas à cultura, estando entre elas a antracnose. Os objetivos deste trabalho foram identificar e selecionar genótipos como fonte de resistência no patossistema *Capsicum* spp. e *Colletotrichum gloeosporioides*. Foram avaliados 88 acessos de *Capsicum* spp. pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma da UNEMAT quanto à reação ao fungo *Colletotrichum gloeosporioides*. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos inteiramente casualizados com três repetições, sendo quatro frutos imaturos e quatro frutos maduros por repetição. Tanto frutos maduros como imaturos foram colhidos de cada parcela, levados ao laboratório, desinfestados com álcool 70%, hipoclorito de sódio (0,5%), e lavados em água destilada esterilizada, por um minuto em cada etapa. Posteriormente, foram acondicionados em bandejas de isopor coberto com saco plástico transparente, e no interior de cada bandeja foram colocadas folhas de papel filtro umedecida para compor a câmara úmida. As bandejas ficaram em ambiente com temperatura controlada a  $24^{\circ}\text{C} \pm 2$  e diariamente realizava-se a avaliação de todos os frutos com base na mensuração do diâmetro e do comprimento da lesão de cada fruto, com um intervalo de 24 horas para cada avaliação, em um período de 11 dias. O experimento foi realizado em duas épocas de colheita dos frutos: Outono e primavera de 2014. Os dados da avaliação foram submetidos a uma análise multivariada e ao método de agrupamento UPGMA, e a uma análise de variância em esquema fatorial triplo 88 genótipos x duas épocas de colheita x dois estádios de maturação. Os resultados apontaram que existe variabilidade genética no banco ativo de germoplasma de *Capsicum* da UNEMAT, havendo a formação de grupos distintos de genótipos nos três métodos de agrupamentos aplicados, onde os grupos de ambos os métodos compartilham os mesmos genótipos. Os componentes que apresentaram maior contribuição relativa para diversidade genética entre os genótipos analisados foram

área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), diâmetro e comprimento da lesão ao sétimo dia de avaliação (DL7), e período de incubação (PI). O estágio de maturação mais resistente ao patógeno foi o estágio imaturo, e a época de colheita com frutos mais resistentes foi o outono. Os genótipos que comportaram resistência ao *C. gloeosporioides* para dois estádios de maturação e duas épocas de colheita foram os genótipos UNEMAT 17, UNEMAT 39, UNEMAT 52, UNEMAT 56, UNEMAT 66, UNEMAT 103, UNEMAT 113, UNEMAT 134, UNEMAT 151 e UNEMAT 163. Destacam-se os genótipos UNEMAT 56 espécie *C. chinense*, UNEMAT 66 *C. baccatum* var. *pendulum* e UNEMAT 151 *C. baccatum* var. *pendulum* que foram resistentes para todas as análises realizadas no presente trabalho.

**Palavras-chave:** Antracnose, fonte de resistência, interação genótipo x ambiente.

## ABSTRACT

MARACAHIPES, ÁLAN CHRISLEYR; M. Sc.; Universidade do Estado de Mato Grosso; December 2014; Reaction of *Capsicum* spp. *Colletotrichum gloeosporioides*; Supervisor: Leonarda Grillo Neves.

The sweet and hot peppers belong to the family Solanaceae, and even with the increasing production of this vegetable, there are several phytosanitary problems, which has led to large losses to the crops, including anthracnose. The object of this work was the identification and selection of genotypes as resistance source in the pathosystem *Capsicum* spp. and *Colletotrichum gloeosporioides*. We evaluated 88 accesses of *Capsicum* spp. belonging to the UNEMAT's Germplasm Active Bank about the reaction to *Colletotrichum gloeosporioides*. The experimental design was of completely randomized blocks with three replications, four immature fruits and four ripe fruits per repetition. Both mature and immature fruits were collected from each plot, referred to the laboratory, disinfected with 70% alcohol, sodium hypochlorite (0.5%), and washed in sterile distilled water for one minute at each stage. Later, they were packed in styrofoam trays covered with transparent plastic bag, and inside each tray was placed moistened pieces of filter paper to compose a humid chamber. The trays were in controlled-temperature environment at  $24\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2$  and the evaluation of all the fruits was daily performed based on the measurement of the diameter and lesion length of each fruit with an interval of 24 hours for each evaluation in a period of 11 days. The experiment was conducted in two fruit harvest seasons: autumn and spring 2014. The assessment data were subjected to multivariate analysis and UPGMA clustering method, and the analysis of variance in triple factorial arrangement of 88 genotypes x two harvest seasons x two maturation stages. The results showed genetic variability in UNEMAT's germplasm active bank of *Capsicum*, with the formation of different genotypes in the three clustering methods applied, where groups of both methods share the same genotype. The components with higher relative contribution to genetic diversity among the genotypes analyzed were area under the disease progress curve (AUDPC), diameter and length of the lesion on the seventh day of evaluation (DL7), and incubation period (IP). The most resistant maturity stage to the pathogen was the immature stage and the harvest season with more resistant fruits was fall. The

genotypes resistant to *C. gloeosporioides* for two stages of maturation and two harvest seasons were genotypes UNEMAT 17, UNEMAT 39, UNEMAT 52, UNEMAT 56, UNEMAT 66, UNEMAT 103, UNEMAT 113, UNEMAT 134, UNEMAT 151 and UNEMAT 163. Genotypes UNEMAT 56 species *C. chinense*, UNEMAT 66 *C. baccatum* var. *pendulum* and UNEMAT 151 *C. baccatum* var. *pendulum* were resistant to all analyzes performed in this study.

**Keywords:** Anthracnose, resistance source, genotype x environment interaction

## INTRODUÇÃO GERAL

As pimentas e pimentões pertencem à família Solanaceae, no gênero *Capsicum*, possuem mais de 31 espécies descritas, cultivadas em diversas partes do mundo, sobretudo nos países tropicais. O Brasil é um grande produtor de pimenta, estando essa hortaliça presente em todas as regiões do país, principalmente nas regiões Sudeste, Centro Oeste e Nordeste, sendo cinco espécies comumente domesticadas - *Capsicum annuum* var. *annuum*; *Capsicum baccatum* var. *pendulum* e *umbilicatum*; *Capsicum chinense*; *Capsicum frutescens*; e *C. pubescens* (Moscone et al., 2007).

A pimenta é um condimento comumente utilizado e apreciado devido a sua pungência, flavor e suas propriedades farmacêuticas (OLIVEIRA, 2011). A pimenta tem sido objeto de vários estudos, porquanto possui rica concentração de substâncias químicas, como capsaicinoides, carotenóides, ácido ascórbico, compostos fenólicos, vitamina A, C e E, e tocoferóis.

Os capsaicinoides são compostos encontrados em várias espécies de pimentas, e que condicionam o nível de pungência, e apresentam forte atividade antioxidante, antimicrobiana, anticancerígena e analgésica. Dentro do grupo dos capsaicinoides existem mais de 10 compostos, no entanto a mais estudada é o alcalóide capsaicina (KEPPEL, 2007).

O mercado de pimentas tem crescido gradativamente, tal aumento no consumo de pimenta pode ser explicado pelas diversas formas de utilização do produto *in natura*, conservas caseiras e produtos industrializados como pastas, geleias e molhos (WAGNER, 2003). De acordo com a FAO (2014), o Brasil é o quarto maior produtor de pimenta do mundo, com uma produção média de 46, 697, 33 toneladas entre os anos de 2012 e 2013. A produção de pimentões no Brasil no ano de 2012 foi de 250 mil toneladas, tornando o país um dos maiores produtores de pimentões do mundo (IBGE, 2012).

Apesar da crescente produção dessa hortaliça, existem vários problemas fitossanitários que vêm provocando perdas significativas à cultura, estando entre elas à antracnose, que é considerada uma das principais doenças do pimentão e da pimenta em todos os países produtores.

A antracnose em *Capsicum* é causada por fungos do gênero *Colletotrichum*, tais como: *C. gloeosporioides*, *C. acutatum*, *C. capsici*, *C. dematium* e *C. coccodes*.

No Brasil, a maioria dos relatos identifica *C. gloeosporioides* e *C. acutatum* como principais agentes causais da doença (AZEVEDO, 2006). A antracnose é de ocorrência generalizada no Brasil. Os danos podem chegar a 100% na ausência de medidas de controle adequados e sob condições de temperatura entre 23 e 27°C coincidentes com épocas chuvosas (KUROZAWA et al., 2005).

A antracnose pode atingir todos os estádios de desenvolvimento da planta, desde mudas no viveiro até os frutos. Os sintomas da doença variam de acordo com a parte da planta atacada, como tombamento de plântulas em sementeiras, manchas circulares escuras nas folhas, necrose no caule e lesões circulares nos frutos.

A forma mais comum e importante economicamente de ocorrência da antracnose é nos frutos, na forma de lesões necróticas circulares e deprimidas, que podem atingir diferentes diâmetros e de onde emerge uma massa mucilaginosa rosada contendo os conídios (LOPES e ÁVILA, 2003).

Os objetivos deste trabalho foram identificar e selecionar genótipos como fontes de resistência no patossistema *Capsicum* spp. e *Colletotrichum gloeosporioides*.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Gênero *Capsicum*

A família Solanaceae é composta por 150 gêneros e mais de 3000 espécies descritas, tendo sua possível origem na América Central e do Sul. No Brasil tem ocorrência de mais de 449 espécies, sendo 15 endêmicas do país. A espécie se destaca pela ampla utilização comercial, industrial, medicinal, alimentícia e ornamental. Dentre as espécies destacam-se a batata, o tomate, o tabaco, o pimentão e a pimenta que vêm apresentando crescente utilização, principalmente na indústria (GIACOMIN, 2010).

As pimentas pertencem ao gênero *Capsicum* e são plantas herbáceas nas quais a altura pode variar de acordo com a espécie e as condições de cultivo. As diferentes variedades de pimentas são distintas por características morfológicas dos frutos e, principalmente das flores. As flores são hermafroditas com um cálice que varia entre cinco a oito sépalas e a corola entre cinco a oito pétalas que são comumente utilizadas para identificação de espécies.

As pimentas são autógamias, mas possuem uma taxa de alogamia que varia de 2 a 90% entre as espécies. Os frutos são do tipo baga e apresentam diversas formas, tamanho, coloração e pungência (EMBRAPA HORTALIÇAS, 2013). Existem aproximadamente 31 espécies descritas, cultivadas em diversas partes do mundo, principalmente nos países tropicais.

O Brasil é um grande produtor de pimenta, estando essa hortaliça presente em todas as regiões do país, sobretudo nas regiões Sudeste, Centro Oeste e Nordeste, sendo cinco espécies comumente domesticadas - *Capsicum annuum* var. *annuum*; *Capsicum baccatum* var. *pendulum* e *umbilicatum*; *Capsicum chinense*; *Capsicum frutescens*; e *C. pubescens* (Moscone et. al., 2007).

A espécie *Capsicum annuum* L. foi domesticada no México; e é uma das espécies mais utilizadas na Ásia e na África, sendo bastante cultivada em países temperados, e pouco presente na América do Sul. A espécie *C. chinense* está distribuída por todo o território brasileiro, é uma espécie de fácil adaptabilidade a diferentes climas e solos, e apresenta diferentes tamanhos, formas e coloração quando maduros (MONTEIRO, 2008).

A espécie *Capsicum frutescens* é muito apreciada pela sua alta pungência e pelo seu sabor marcante encontrado em pratos típicos de países da América Central, América do Sul, Ásia e África. É uma espécie perene com amadurecimento tardio, a planta pode chegar a 2 m de altura. Os frutos verdes podem variar de verde a branco amarelado e os frutos maduros de laranja escuros para vermelho.

*Capsicum baccatum* possui ampla distribuição e possui variedades que apresentam características distintas como a *C. baccatum* var. *pendulum* que está presente no América do Sul e apresenta frutos de diversas cores, largos e persistentes; corola branca com manchas amarelas, anteras amarelas e caule geralmente ereto (REIFSCHNEIDER, 2000).

A característica mais marcante do gênero *Capsicum* é a pungência atribuída à presença de capsaicinoides, que pertencem à classe dos alcalóides e que se acumulam nas células do parênquima da placenta e são liberados quando o fruto sofre qualquer lesão física. Os capsaicinoides constituem um grupo de mais de 12 alcalóides que são responsáveis pela sensação pungente das pimentas, sendo a capsaicina e a dihidrocapsaicina responsáveis por mais de 90% da pungência (CARVALHO et al., 2003).

## **2.2. Importância econômica do gênero *Capsicum***

As pimentas têm sido um produto bastante utilizado na produção de condimentos alimentares, principalmente no México e Peru, que são países conhecidos mundialmente pela utilização na culinária local. Os maiores produtores de pimentas estão localizados no continente asiático, como Índia, Coréia, China, Indonésia, entre outros. No Brasil, as pimentas têm apresentado um papel econômico importante devido a sua rentabilidade para o comércio, indústria e, principalmente para o agricultor.

O cultivo de *Capsicum* vem se expandindo muito nos últimos anos, sobretudo nos estados de Minas Gerais, Goiás, São Paulo e Ceará (RUFINO & PENTEADO, 2006).

O agronegócio de *Capsicum* possui grande importância, uma vez que demanda grande quantidade de mão-de-obra durante a colheita. O desempenho produtivo e a rentabilidade da cultura dependem de uma série de fatores, entre elas as condições

climáticas, a fertilidade do solo, o material genético, a qualidade da semente, as técnicas de irrigação e manejo da cultura (VILELA & JUNQUEIRA, 2006).

O cultivo de pimentas ainda é realizado principalmente pelos pequenos produtores ou pela agricultura familiar, que tendem a produzir suas próprias sementes ou compram os frutos maduros no comércio, e deles extraem as sementes que serão usadas no plantio (REIFSCHNEIDER, 2000).

As pimentas destacam-se como importantes produtos do agronegócio brasileiro, tendo sua importância notada no comércio internacional de hortaliças, onde o volume das exportações brasileiras de pimentas tem aumentado gradativamente. São mais de 2000 ha de áreas cultivadas de pimenta, a qual movimenta o mercado de mais de 80 milhões de reais por ano (VIDIGAL, 2008). Além disso, o mercado de pimentas inclui a comercialização de frutos para consumo *in natura* e conservas caseiras até a exportação de produtos processados como pápricas, doces e molhos. (MOREIRA, 2006).

Com o objetivo de aumentar a produtividade, técnicas de produção como a utilização de híbridos vêm sendo empregadas no cultivo de pimenta e pimentão no Brasil. Todavia, mesmo com cuidados necessários e a inclusão de novas tecnologias ao sistema de produção, várias pragas e doenças vêm sendo extremamente limitantes à produção, causando perdas significativas à cultura.

Entre as principais doenças está a antracnose, comumente encontrada no pimentão. Apresenta ocorrência generalizada, especialmente quando o período de cultivo acontece no período de chuva ou em clima quente e úmido. Nestas condições, a antracnose é extremamente destrutiva causando perdas de até 100% na produção de frutos (AZEVEDO et al., 2005; 2006).

### **2.3. A antracnose em *Capsicum* spp.**

A antracnose em *Capsicum* é uma doença de etiologia complexa, sendo causada por distintos isolados de diferentes espécies de *Colletotrichum*. É uma das doenças mais destrutivas de pimentas e pimentões em regiões tropicais e subtropicais. Sua disseminação acontece principalmente em cultivos que são conduzidos em campo aberto durante períodos quentes e úmidos. A doença afeta principalmente os frutos, causando lesões necróticas, de formato circular, de

coloração escura, com diâmetros variáveis, de onde surge uma massa de esporos denominados conídios (PEREIRA et al., 2011).

A doença se manifesta na planta com manchas avermelhadas e pontuações escuras salientes nos frutos, deixando geralmente o fruto enrugado e necrosado. Em *Capsicum* as lesões da doença no fruto são alaranjadas que correspondem a um grupo de esporos junto a uma mucilagem solúvel em água, o que explica a forma mais destrutiva da doença nos períodos de chuva e alta umidade (LOPES & ÁVILA, 2003). Mas é na parte aérea dos indivíduos que essa doença é comumente identificada, pois a mesma apresenta hastes afetadas com lesões escuras semelhantes a estrias, e as folhas com manchas necróticas, secas, irregulares e de coloração parda (VIANA et al., 2007).

A antracnose é uma doença causada por várias espécies de fungo do gênero *colletotrichum*, tais como: *C. gloeosporioides*, *C. acutatum*, *C. capsici*, *C. dematium* e *C. coccodes*. O fungo pode ser encontrado em várias partes da planta como semente, folha, caule, e principalmente em frutos no período pré e pós-colheita, como em morango, maracujá, manga, banana, caju, maçã e em várias hortaliças como pimentas e pimentões (AZEVEDO, 2006). A dispersão do fungo pode ocorrer através do vento ou por respingos de chuva, que penetra na planta através da cutícula e/ou da epiderme ou ferimentos (TAVARES et al., 2005).

No Brasil, a antracnose em *Capsicum* é causada principalmente pelos fungos *Colletotrichum gloeosporioides* que infecta os frutos e pelo *C. acutatum* que infecta parte diversa das plantas. O *C. gloeosporioides* também é conhecido na forma teleomorfo como *Glomerella cingulata*, é pertencente à subdivisão Ascomycota, ordem Phyllachorales, classe Pyrenomycetes e família Phyllachoraceae (ALVES, 2008).

Em ambiente com temperatura e umidade elevadas, o fungo produz os conídios (esporos) em estruturas reprodutivas denominadas acérvulos. Os conídios são liberados e disseminados por respingos de chuva, vento, insetos, entre outros. Na presença de água ou úmida relativa elevada, os conídios germinam produzindo o apressório na extremidade do tubo germinativo ou extremidade de hifas do micélio, que são estruturas diferenciadas empregadas para forçar e atacar a superfície da planta, assim iniciando a penetração no tecido do hospedeiro (MENEZES, 2006).

Durante a penetração no hospedeiro, o apressório emite hifas de penetração que contribui para a colonização do tecido onde as hifas crescem de forma rápida, em forma intercelular ou intracelular (TAVARES & SOUZA, 2005). O processo inicial de infecção em frutos de *Capsicum* por *C. gloeosporioides* compreende a germinação de conídios e produção de tubos germinativos com apressório ligado na superfície do hospedeiro (MANANDHAR; HARTMAN; WANG, 1995).

As condições ideais de temperatura para infecção do fungo estão entre 20°C e 24°C, com alta umidade relativa do ar ou períodos de chuvas, pois é fundamental a presença de água na superfície do fruto para germinação dos esporos e a penetração (AZEVEDO et al., 2006; KOIKE; GLADDERS; PAULUS, 2006). A antracnose em *Capsicum* é uma doença importante comercialmente. Sua ocorrência nas regiões produtoras representa um fator limitante da produção, pois possui alta capacidade de provocar perdas na quantidade e na qualidade da produção em até 100%, acarretando grandes prejuízos ao produtor e a agricultura local, sobretudo durante o armazenamento dos frutos.

O fungo se desenvolve principalmente durante o armazenamento, em temperaturas favoráveis se reproduz e cresce rapidamente, e devido a sua grande variabilidade patogênica dificulta a obtenção de cultivares que sejam mais resistentes e duráveis (VIANA et al., 2011). Devido aos enormes prejuízos causados pela doença e por sua alta variabilidade patogênica é essencial que haja estudos relacionados à antracnose, para que se amplie o conhecimento acerca da sua biologia, genética e patogenia, com o objetivo de combater a sua proliferação e ação agressiva nas cultivares, e diminuir os danos financeiros e agrônômicos causados pela mesma.

#### **2.4. Análise multivariada**

O estudo de diversidade genética é o processo pelo qual as diferenças entre indivíduos ou grupos de indivíduos ou populações são analisadas por um método específico ou uma combinação de métodos. Os dados frequentemente envolvem medidas numéricas e, em muitos casos, combinações de diferentes tipos de variáveis. Métodos para classificar e ordenar a variabilidade genética possui considerável significância.

Técnicas analíticas multivariadas, as quais analisam simultaneamente múltiplas medidas de cada indivíduo, são amplamente utilizadas nesses estudos. Há dois tipos de métodos de agrupamento: os que se baseiam numa distância e os que se baseiam num modelo. Os primeiros se dividem em hierárquicos e não hierárquicos, sendo os mais frequentemente aplicados (MOHAMMADI & PRASANNA, 2003).

O emprego de procedimentos estatísticos multivariados é bastante vantajoso por considerar as correlações existentes entre os caracteres, permitindo distinguir as fontes de variabilidade genética e a importância de cada caráter avaliado em relação à divergência genética total. Tais procedimentos são úteis na avaliação de acessos em bancos de germoplasma, no estabelecimento das relações entre as diversidades genética e geográfica, na prevenção da vulnerabilidade genética das culturas (NASCIMENTO FILHO et al., 2001), assim como na identificação de genitores adequados à obtenção de híbridos, com maior efeito heterótico (CRUZ & CARNEIRO, 2003).

Após a determinação das distâncias entre os genótipos analisados, os mesmos são submetidos a métodos de agrupamento, que têm por finalidade distinguir os grupos de genótipos com características distintas entre si, apresentando homogeneidade dentro e heterogeneidade entre os subgrupos, destacando-se os hierárquicos e os de otimização que vem sendo muito utilizados pelos melhoristas de plantas (CRUZ, 2009).

A utilização da variabilidade genética em cruzamentos de grupos distantes geneticamente, com o objetivo de buscar cultivares superiores, representa um instrumento fundamental na obtenção de ganhos de seleção, logo a importância da diversidade genética para o melhoramento está no fato de fornecer parâmetros para a determinação de genótipos superiores, sendo que a escolha de genitores para compor uma população segregante é uma decisão fundamental que o melhorista precisa assumir.

A quantificação da dissimilaridade genética pode ser utilizada como um parâmetro para a escolha de genitores que possibilitem maior heterose na progênie e maior oportunidade de recuperação de recombinantes superiores nas gerações segregantes (BERTAN et al., 2006).

A análise multivariada vem sendo empregada em alguns trabalhos com pimenta. Com o objetivo de identificar fontes de variabilidade e diversidade genética

entre acessos de *Capsicum*, com a finalidade de compor programas de melhoramento vegetal, tais como: a aplicação de métodos de agrupamento a variáveis quantitativas e qualitativas multicategóricas realizado por Sudré et al. (2005 e 2006) e por Monteiro et al. (2010).

Em um trabalho de Bento et al. (2007) foi realizado a quantificação da divergência fenotípica entre 29 acessos de *Capsicum* spp., com base em caracterização morfológica e agrônômica utilizando 37 descritores aplicando a técnicas de componentes principais, análise de agrupamento e variáveis multicategórica.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Condições Experimentais

O estudo foi realizado no município de Cáceres – Mato Grosso localizado em uma altitude de 118 m, situado entre as latitudes 15°27' e 17°37' sul e as longitudes 57°00' e 58°48' oeste. Segundo a classificação de Köppen possui o clima tropical quente e úmido, com inverno seco (Awa). A temperatura média anual é de 26°C, e possui um período chuvoso de quatro meses (dezembro a março) e um período de seca de oito meses (abril a novembro) (Neves et al., 2011). Os genótipos foram coletados em propriedades rurais no sudoeste do Estado de Mato Grosso.

O experimento no campo foi conduzido em um delineamento de blocos ao acaso, com três repetições e duas plantas por parcela. Primeiro, foi realizado a produção de mudas de *Capsicum* spp. em ambiente protegido dos acessos armazenados no Banco Ativo de Germoplasma (BAG) em refrigerador, utilizando substrato comercial em bandejas de isopor de 128 células.

Quando as mudas alcançaram um tamanho de 10 centímetros de altura foram transplantadas para copos descartáveis e depois de 45 dias foram plantadas em canteiros com espaçamento de 0,8 m entre plantas e 1,2 m entre linhas. Foram realizados tratos culturais conforme recomendado pela cultura segundo Filgueira (2013), e o sistema de irrigação adotado foi por gotejamento, sendo utilizados gotejadores autocompensantes.

#### 3.2. Identificação dos acessos no BAG

A identificação das espécies de *Capsicum* foi realizada com base nas características morfológicas das flores e dos frutos, onde para todos os acessos presentes no BAG, foram coletados quatro flores e quatro frutos maduros por planta dos 88 acessos do BAG da UNEMAT. A identificação foi realizada com base na chave de identificação de espécies e variedades domesticadas e semidomesticadas do gênero *Capsicum* de ocorrência no Brasil, proposto por Carvalho et al. (2006). A

identificação das espécies foi realizada no Laboratório de Melhoramento Genético Vegetal da Universidade Do Estado De Mato Grosso- UNEMAT.

24	Pimentas do Gênero <i>Capsicum</i> no Brasil
<b>Chave para identificação de espécies e variedades domesticadas e semidomesticadas do gênero <i>Capsicum</i>, de ocorrência no Brasil</b>	
1 – Sementes escuras, pretas (figura a) .....	<i>C. pubescens</i>
1' – Sementes claras, amarelas, beges ou brancas (figura b) .....	2
2 – Corola predominantemente branca, porém sempre com manchas difusas amareladas ou esverdeadas na base de cada lobo (figura c); cálice com cinco dentes distintos de 0,5 mm a 1,5 mm de comprimento; anteras sempre amarelas .....	<i>C. baccatum</i> .....
2.1 – Frutos com 4 mm a 13 mm de comprimento e 3 mm a 7 mm de largura, vermelhos ou alaranjados, eretos, globosos a ovalados, não persistentes ou decíduos, com ápice sempre arredondado, nunca agudo ou obtuso (figurad) .....	2.1.1
2.1.1 – Corola branca com duas manchas amarelas ou esverdeadas na base dos lobos (figura e) .....	<i>C. baccatum</i> var. <i>baccatum</i>
2.1.1' – Corola com larga margem violeta e com duas manchas amarelo-esverdeadas na base dos lobos (figura f) .	<i>C. baccatum</i> var. <i>praetermissum</i>
2.1' – Frutos com 30 mm ou mais de comprimento por 12 mm ou mais de largura, de várias cores e formas, geralmente pendentes e persistentes (não decíduos) .....	<i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i>
2' – Corola predominantemente branca, esverdeada ou púrpura / violeta, sem manchas amareladas na base dos lobos; cálice com cinco dentes distintos ou sem dentes; anteras azuladas ou violetas, raro completamente amarelas .....	3
3 – Geralmente uma flor por nó reprodutivo, raramente mais; corola total ou parcialmente branca ou púrpura / violeta (figuras g, h, i) ....	<i>C. annuum</i> .....
3.1 – Frutos maduros vermelhos ou roxo escuros, ovóides a fusiformes, geralmente eretos e decíduos, com diâmetro entre 5 mm e 15 mm (figura j) .....	<i>C. annuum</i> var. <i>glabriusculum</i>
3.1' – Frutos maduros de várias cores e várias formas, geralmente pendentes e persistentes, com diâmetro geralmente maior que 10 mm .	<i>C. annuum</i> var. <i>annuum</i>
3' – Geralmente duas ou mais flores por nó reprodutivo; corola totalmente branco-esverdeada a esverdeada (figuras k, o), raramente branca ou com manchas difusas arroxeadas (figura n) .....	4
4 – Frutos com cálice apresentando constrição basal entre o cálice e o pedicelo (figura l); frutos de várias cores e várias formas, geralmente pendentes (podendo ocorrer formas eretas), de paredes carnosas com mais de um milímetro de espessura; pedicelos geralmente semi-eretos ou deitados (figura m), às vezes eretos (figura n) .....	<i>C. chinense</i>
4' – Frutos com cálice sem constrição basal, sempre vermelhos (raramente amarelados ou alaranjados), cônicos, eretos e de paredes delgadas com menos de um milímetro de espessura (figura o); pedicelos sempre eretos (figura p) ....	<i>C. frutescens</i>

Figura 1. Chave de identificação de espécies e variedades domesticadas e semidomesticadas do gênero *Capsicum* de ocorrência no Brasil.

<b>Acesso</b>	<b>Identificação</b>	<b>Acesso</b>	<b>Identificação</b>
UNEMAT 1	<i>C. annuum</i>	UNEMAT 91	<i>C. frutescens</i>
UNEMAT 7	<i>C. frutescens</i>	UNEMAT 93	<i>C. chinense</i>
UNEMAT 8	<i>C. chinense</i>	UNEMAT 95	<i>C. frutescens</i>
UNEMAT 9	<i>C. frutescens</i>	UNEMAT 96	<i>C. annuum</i>
UNEMAT 10	<i>C. frutescens</i>	UNEMAT 97	<i>C. chinense</i>
UNEMAT 15	<i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i>	UNEMAT 98	<i>C. chinense</i>
UNEMAT 16	<i>C. annuum</i>	UNEMAT 99	<i>C. annuum</i>
UNEMAT 17	<i>C. frutescens</i>	UNEMAT 100	<i>C. chinense</i>
UNEMAT 27	<i>C. frutescens</i>	UNEMAT 101	<i>C. chinense</i>
UNEMAT 29	<i>C. chinense</i>	UNEMAT 102	<i>C. chinense</i>
UNEMAT 33	<i>C. frutescens</i>	UNEMAT 103	<i>C. annuum</i>
UNEMAT 34	<i>C. frutescens</i>	UNEMAT 104	<i>C. annuum</i>
UNEMAT 37	<i>C. chinense</i>	UNEMAT 105	<i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i>
UNEMAT 38	<i>C. chinense</i>	UNEMAT 106	<i>C. chinense</i>
UNEMAT 39	<i>C. chinense</i>	UNEMAT 108	<i>C. frutescens</i>
UNEMAT 43	<i>C. frutescens</i>	UNEMAT 110	<i>C. frutescens</i>

UNEMAT 44	<i>C. frutescens</i>	UNEMAT 112	<i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i>
UNEMAT 46	<i>C. annuum</i>	UNEMAT 113	<i>C. frutescens</i>
UNEMAT 47	<i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i>	UNEMAT 114	<i>C. frutescens</i>
UNEMAT 48	<i>C. frutescens</i>	UNEMAT 115	<i>C. frutescens</i>
UNEMAT 49	<i>C. frutescens</i>	UNEMAT 116	<i>C. annuum</i>
UNEMAT 51	<i>C. frutescens</i>	UNEMAT 117	<i>C. frutescens</i>
UNEMAT 52	<i>C. frutescens</i>	UNEMAT 118	<i>C. chinense</i>
UNEMAT 54	<i>C. frutescens</i>	UNEMAT 119	<i>C. chinense</i>
UNEMAT 56	<i>C. chinense</i>	UNEMAT 120	<i>C. chinense</i>
UNEMAT 57	<i>C. chinense</i>	UNEMAT 125	<i>C. chinense</i>
UNEMAT 59	<i>C. chinense</i>	UNEMAT 133	<i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i>
UNEMAT 60	<i>C. chinense</i>	UNEMAT 134	<i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i>
UNEMAT 62	<i>C. chinense</i>	UNEMAT 138	<i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i>
UNEMAT 63	<i>C. chinense</i>	UNEMAT 141	<i>C. baccatum</i> var. <i>praetermissum</i>
UNEMAT 64	<i>C. frutescens</i>	UNEMAT 145	<i>C. chinense</i>
UNEMAT 65	<i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i>	UNEMAT 148	<i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i>

UNEMAT 66	<i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i>	UNEMAT 151	<i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i>
UNEMAT 67	<i>C. frutescens</i>	UNEMAT 152	<i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i>
UNEMAT 68	<i>C. frutescens</i>	UNEMAT 163	<i>C. annuum</i> .
UNEMAT 69	<i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i>	UNEMAT 164	<i>C. chinense</i>
UNEMAT 70	<i>C. chinense</i>	UNEMAT 165	<i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i>
UNEMAT 71	<i>C. chinense</i>	UNEMAT 166	<i>C. chinense</i>
UNEMAT 78	<i>C. chinense</i>	UNEMAT 167	<i>C. annuum</i>
UNEMAT 81	<i>C. annuum</i>	UNEMAT 168	<i>C. chinense</i>
UNEMAT 83	<i>C. frutescens</i>	UNEMAT 169	<i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i>
UNEMAT 84	<i>C. annuum</i>	UNEMAT 170	<i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i>
UNEMAT 85	<i>C. chinense</i>	UNEMAT 171	<i>C. baccatum</i> var. <i>Pendulum</i>
UNEMAT 88	<i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i>	UNEMAT 172	<i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i>

Tabela 1. Identificação dos 88 genótipos de *Capsicum* avaliados do BAG a UNEMAT em relação à resistência genética ao *Colletotrichum gloeosporioides*.

### 3.3. Obtenção e conservação do isolado de *Colletotrichum gloeosporioides*

O isolado do fungo *Colletotrichum gloeosporioides* foi cedido pelo Laboratório de Melhoramento Genético Vegetal da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Para a preservação do fungo foram adotados métodos de repicagem periódica e Castellani com água esterilizada.

No método de repicagens periódicas, também chamado método clássico, foi realizada a transferência, de maneira asséptica, de pequena porção de fungo de uma placa de Petri contendo meio BDA, para novas placas de Petri contendo meio de cultura BDA (batata-dextrose-ágar), o qual permitiu o desenvolvimento do fungo.

Para a preservação do fungo a longo prazo foi realizada a preservação em água (método de Castellani), sendo armazenado pequenos discos do fungo mais meio BDA em tubo de ensaio contendo água destilada esterilizada. Os tubos foram lacrados com algodão e plástico PVC e acondicionados em refrigerador a uma temperatura de aproximadamente 5°C.

Para preservação da agressividade e da patogenicidade dos isolados armazenados, foi realizada periodicamente a inoculação do isolado em frutos de *Capsicum*, e depois realizado o reisolamento do patógeno diretamente das margens da lesão, presente do tecido do fruto, e armazenados novamente em placas de Petri contendo meio BDA e em Castellani.

### **3.4. Avaliação de resistência em genótipos de *Capsicum* spp. a antracnose**

Oitenta e oito acessos de *Capsicum* spp. pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma do laboratório de melhoramento genético de plantas da UNEMAT foram avaliados quanto à reação ao fungo *C. gloeosporioides*. O delineamento experimental utilizado nessa etapa do experimento foi o de blocos inteiramente ao acaso com três repetições, quatro frutos imaturos e quatro frutos maduros por repetição. Tanto frutos maduros como imaturos foram colhidos de cada parcela, levados ao laboratório, desinfestados com álcool 70%, hipoclorito de sódio (0,5%) e lavados em água destilada esterilizada, por um minuto em cada etapa. Posteriormente, foram acondicionados em bandejas de isopor coberto com saco plástico transparente, e no interior de cada bandeja foi colocada folhas de papel filtro, umedecida para compor a câmara úmida.

Para a inoculação foi feita a suspensão de esporos a partir de uma placa de Petri contendo o fungo mais meio. A quantidade de esporos foi mensurada com ajuda de uma câmara de Neubauer espelhada, e a suspensão foi ajustada a  $10^6$  conídios/ml. Em cada fruto foi realizado um ferimento na região média, com uma agulha esterilizada, e em três frutos imaturos e três frutos maduros foi feita a inoculação do

fungo por meio da deposição de uma gota contendo 20 µL de suspensão de esporos ( $10^6$  conídios/ml). Um fruto imaturo e um fruto maduro de cada parcela constituíram as testemunhas, a qual foi depositada 20 µL de água destilada esterilizada.

As bandejas ficaram em ambiente com temperatura controlada a  $24^{\circ}\text{C} \pm 2$  e diariamente realizava-se a avaliação de todos os frutos com base na mensuração do diâmetro e do comprimento da lesão de cada fruto, com um intervalo de 24 horas para cada avaliação, em um período de 13 dias.

O experimento foi realizado em duas épocas de colheita no ano de 2014: no mês de abril caracterizado pela estação outono, com precipitação média mensal de 100 mm, déficit hídrico mensal de 10 mm, e temperatura média que varia de  $32^{\circ}\text{C}$  para máxima e mínima de  $27^{\circ}\text{C}$ . E no mês de setembro na estação primavera com precipitação média 50 mm, déficit hídrico mensal de 80 mm, e temperatura que varia de  $34^{\circ}\text{C}$  para máxima e mínima de  $26^{\circ}\text{C}$  (Neves et al., 2011). Nesse período também foram observados o período de incubação e o período latente em todos os frutos.

### **3.5. Análise dos dados em duas épocas de colheita dos frutos**

Com base na avaliação dos frutos ao sétimo e 13º dia de avaliação, foi calculado uma área seguindo a fórmula  $((\pi \times \text{diâmetro} \times \text{comprimento}) / 4)$ . Em seguida calculou-se uma razão entre a área da lesão e área do fruto seguindo a fórmula  $(\text{área da lesão} \times 100 / \text{área do fruto})$  para ambos os dias analisados. Posteriormente foi atribuída uma nota proposta por Mahasuk et al. (2009) (tabela 1) para cada fruto nos dois dias analisados.

Também foi calculado o índice de severidade da doença com base na fórmula do índice de McKinney (1923), a seguir.

$$GI = \frac{\sum(n \times f)}{Z \times N} \times 100$$

Onde:

GI = Grau de infestação (dada em porcentagem);

n = nota de escala;

f = frequência das notas;

Z = valor numérico da maior nota de escala;

N = total de observações.

A partir disso, foi calculada uma média para cada repetição, e os dados foram submetidos a uma análise de variância em esquema fatorial triplo - 88 genótipos x 2 estádios de maturação x 2 épocas de colheita. Foram utilizados teste de agrupamento Scott-Knott e o programa SISVAR.

<b>Escala</b>	<b>Descritores dos sintomas</b>
1	Não Infectado
3	1-2% da superfície do fruto com lesão necrótica ou uma lesão aquosa em torno local da infecção.
4	> 2-5% da superfície do fruto com lesão necrótica, apresentando acérvulo, ou até 5 % do fruto com lesão aquosa.
6	> 5-15 % da superfície do fruto com lesão necrótica, apresentando acérvulo, ou até 25 % do fruto com lesão aquosa.
8	>15-25 % da superfície do fruto com lesão necrótica e acérvulo.
10	>25 % da superfície do fruto mostra lesão necrótica com acérvulo.

Tabela 1. Escala de notas segundo Mahasuk et al. (2009).

### **3.6. Análise multivariada e componentes de resistência**

Os dados da avaliação foram submetidos a uma análise multivariada utilizando a Distância Generalizada de Mahalanobis e o método de agrupamento UPGMA, utilizando o programa computacional GENES, com base em nove componentes de resistência em frutos de *Capsicum* spp. a antracnose, sendo aplicados tanto para frutos imaturos como para frutos maduros, totalizando assim 18 variáveis para cada genótipo. Os componentes de resistência avaliados foram:

- a) **Período de Incubação (PI):** Compreende o período entre a inoculação do patógeno até o aparecimento dos primeiros sintomas no fruto. Foi avaliado período de incubação para os três frutos de cada repetição e após foi calculada a moda gerando um valor para cada repetição de cada genótipo.
- b) **Período Latente (PL):** Compreende o período entre a inoculação do patógeno até o aparecimento das primeiras estruturas de reprodução, logo o aparecimento dos conídios. Foi avaliado período latente para os três frutos de cada repetição e após foi calculada a moda gerando um valor para cada repetição de cada genótipo.
- c) **Número de dias até a lesão atingir 50% do comprimento do fruto (ND50):** Foi determinado um número correspondente ao número de dias que a lesão demorou para atingir 50% do fruto dentro do prazo de avaliação de 11 dias. Após o prazo, as lesões que não atingiram 50% do fruto tiveram nota zero. Também foi calculada a moda para cada repetição.
- d) **Número de dias até a lesão atingir 50% do diâmetro do fruto (NDLA50DF):** Foi determinado um número correspondente ao número de dias que a lesão demorou para atingir 50% do diâmetro do fruto dentro do prazo de avaliação de 11 dias. Após o prazo, as lesões que não atingiram 50% do fruto tiveram nota zero. Também foi calculada a moda para cada repetição.
- e) **Diâmetro da lesão no sétimo dia de avaliação (DL7):** Tamanho do diâmetro da lesão em cada fruto de cada repetição ao sétimo dia de avaliação. Após foi calculada uma média para cada repetição.

- f) **Comprimento da lesão no sétimo dia de avaliação (CL7):** Tamanho do comprimento da lesão de cada fruto de cada repetição ao sétimo dia de avaliação. Após foi calculada uma média para cada repetição.
- g) **Razão do diâmetro (RD):** Foi calculada uma razão entre o diâmetro da lesão ao último dia de avaliação com o diâmetro do fruto seguindo a fórmula  $RD = (\text{Diâmetro da lesão} \times 100) / \text{diâmetro do fruto}$ . Foi aplicada essa fórmula para todos os frutos e após foi realizado uma média para cada tratamento.
- h) **Razão do comprimento (RC):** Foi calculada uma razão entre o comprimento da lesão do último dia de avaliação com o comprimento do fruto seguindo a fórmula  $RD = (\text{comprimento da lesão} \times 100) / \text{comprimento do fruto}$ . Foi aplicada essa fórmula para todos os frutos e após foi realizado uma média para cada tratamento.
- i) **Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD):** Primeiro foi calculado a área para cada dia de avaliação para cada fruto analisado, seguindo a fórmula:  $(\pi \times \text{diâmetro} \times \text{comprimento}) / 4$ . Após foi calculada a área abaixo da curva de progresso da doença utilizando a fórmula de Shaner e Finney (1977), realizando uma média para cada repetição.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Avaliação de *Capsicum* spp. a antracnose em duas épocas de colheita dos frutos

Para variável Índice de severidade ao sétimo dia de avaliação (IS7) as fontes de variação Genótipo, época e as interações Genótipo x Estádio de maturação e Genótipo x Época de colheita apresentaram significância a 1% pelo teste F e um coeficiente de variação de 25,21%, coeficiente considerado normal para análise de severidade de doença (Tabela 2).

Para a fonte de variação Genótipo, os 88 genótipos avaliados foram agrupados em quatro grupos pelo Scott-Knott, sendo que o grupo que obteve as menores médias para severidade da doença considerados resistentes foram os genótipos UNEMAT 52 da espécie *Capsicum frutescens*; UNEMAT 66 *C. baccatum* var. *pendulum*; UNEMAT 56 *C. chinense*; UNEMAT 103 *C. chinense*; UNEMAT 113 *C. annuum*; UNEMAT 134 *C. baccatum* var. *pendulum*; UNEMAT 151 *C. baccatum* var. *pendulum*; e UNEMAT 163 – *C. annuum*.

Mongkolporn et al. (2010) ao investigar as diferentes reações de frutos imaturos e maduros de 10 genótipos de *Capsicum* spp. a 33 isolados de *Colletotrichum*, sendo 11 desses isolados da espécie *Colletotrichum gloeosporioides*, obteve o resultado que nenhum dos isolados de *C. gloeosporioides* conseguiu incitar lesões em frutos maduros em três linhas das espécies *Capsicum baccatum* e *C. chinense*, enquanto os genótipos de *Capsicum annuum* foram os mais severamente afetados pelo fungo.

Houve apenas um genótipo da espécie *C. chinense*, um da espécie *C. baccatum*, e três genótipos para espécie *C. annuum* considerados suscetíveis no trabalho de Mongkolporn. No atual trabalho dois genótipos da espécie *C. annuum*, um da espécie *C. frutescens* e dois *C. chinense* foram considerados resistentes à antracnose pelo teste de agrupamento.

Para a fonte de variação Época, houve diferença significativa entre as duas épocas de colheita, estando a época 1 (outono) no mês de abril com a menor média (72,169) quando comparado com a época 2 (primavera) em setembro com média superior (83,105), sendo a época que a doença se desenvolveu em menor agressividade nos frutos. Logo, abril (outono) representa à época em que houve maior expressão de resistente a doença. Destacando que na região do experimento, abril se caracteriza pela época das chuvas, portanto a época em que as plantas possuem água em abundância. Em contrapartida, o período chuvoso é o período em que o patógeno *Colletotrichum gloeosporioides* apresenta sua forma mais agressiva, uma

vez que o mesmo precisa de alta umidade para se dispersar e desenvolver (LOPES & ÁVILA, 2003). Na presença de água ou em umidade relativamente elevada, o fungo produz os conídios (esporos) nos acérvulos que são liberados e disseminados por respingos de chuva, e ao encontrar um novo hospedeiro, os conídios germinam produzindo o apressório na extremidade do tubo germinativo ou na extremidade de hifas do micélio, iniciando o processo de infecção no hospedeiro (MENEZES, 2006).

Pereira et al. (2011) ao avaliarem frutos e plântulas de uma coleção de acessos de diferentes espécies de *Capsicum* e de progênies derivadas de cruzamentos interespecíficos entre *C. annuum* x *C. chinense* quanto à reação à *C. acutatum*, concluíram que os acessos da espécie *C. annuum* e *C. baccatum* foram os que apresentaram os maiores níveis de resistência ao *C. acutatum*, corroborando com algumas das espécies resistentes apresentados nesse trabalho, reafirmando a importância da utilização dessas espécies em programas de melhoramento de *Capsicum* visando resistência.

Tabela 2. Análise de variância para 88 genótipos de *Capsicum* spp. do Banco Ativo de Germoplasma da UNEMAT, em um esquema fatorial triplo 88 genótipos x 2 estádios de maturação x 2 épocas de colheita, onde foram avaliados duas variáveis: Índice de severidade ao sétimo dia de avaliação (IS7) e Índice de severidade ao último dia de avaliação (IS13).

FV	GL	Quadrados médios	
		IS7	IS13
Genótipo	87	2418,318268**	1082,545819**
Estádio de maturação	1	161,085941 <sup>ns</sup>	96,969697 <sup>ns</sup>
Época de colheita	1	31574,594188**	606,060606 <sup>ns</sup>
Genótipo x Maturação	87	717,858288**	444,560123**
Genótipo x Época	87	996,889865**	801,713801**
Maturação x Época	1	6,225347 <sup>ns</sup>	9,473485 <sup>ns</sup>
Genótipo x Maturação x Época	87	392,492770 <sup>ns</sup>	386,611523 <sup>ns</sup>
Média Geral		77,6378409	92,6703977
CV (%)		25,91	18,81

\*\* para 1% de significância, e <sup>ns</sup> para não significativo pelo teste F.

Dentro da variável IS7, a interação Genótipo x Estádio de maturação foi significativa, onde alguns genótipos apresentaram diferenças quanto à resistência à antracnose nos diferentes estádios de maturação dos frutos. Para os genótipos UNEMAT 15 *C. baccatum* var. *pendulum*, UNEMAT 52 *C. frutescens*, UNEMAT 78 *C. chinense*, UNEMAT 84 *C. annuum* e UNEMAT 145 *C. chinense*, o estágio de maturação que apresentou menor agressividade da doença foi no estágio maduro.

Ao contrário dos genótipos UNEMAT 27 *C. frutescens*, UNEMAT 54 *C. frutescens*, UNEMAT 68 *C. frutescens*, UNEMAT 81 *C. annuum*, UNEMAT 91 *C. frutescens*, UNEMAT 110 *C. frutescens*, e UNEMAT 151 *C. baccatum* var. *pendulum* onde os frutos do estágio imaturo foram mais resistentes a antracnose (Tabela 3). Para os demais genótipos analisados não houve diferença significativa para agressividade da doença.

Azevedo (2006) avaliou o efeito do estágio fisiológico na resistência genética de frutos de 11 genótipos de *Capsicum* a antracnose, utilizando frutos imaturos e maduros e isolados de *C. acutatum* e *C. gloeosporioides*. O autor concluiu que existem respostas diferentes para cada espécie do patógeno e para cada estágio de maturação dos frutos. Ainda segundo Azevedo (2006), os frutos imaturos são mais suscetíveis ao patógeno do que os frutos maduros, padrão esse encontrado para *C. annuum* para todas as espécies de *Colletotrichum* testados. *C. baccatum* e *C. chinense* tiveram frutos imaturos mais suscetíveis quando inoculados com *C. gloeosporioides*, e frutos maduros de *C. chinense* foram mais suscetíveis quando inoculados com *C. acutatum*.

Silva et al. (2014) ao investigar a reação dos frutos imaturos e maduros em 37 acessos de *Capsicum* spp. ao *Colletotrichum* durante os períodos pré e pós-colheita, verificou que dez acessos de fruto no estágio de maturação imaturo não apresentaram sintomas, sendo oito acessos da espécie *C. baccatum* var. *pendulum* e dois acessos da espécie de *C. chinense*, corroborando com as espécies encontradas no presente trabalho, mostrando que essas espécies possuem potencial para serem empregadas em programas de melhoramento visando resistência a antracnose.

Lopez (2001) aponta certo retardamento no desenvolvimento do *C. gloeosporioides* em frutos imaturos devido a inibidores presente no fruto, como tanino

e outras substâncias tóxicas ao patógeno, dando uma resposta de resistência à antracnose em diversas culturas como caju, abacate e banana.

Tabela 3. Médias dos genótipos que apresentaram diferenças significativas pelo teste de agrupamento Scott Knott entre os dois estádios de maturação Imaturo e Maduro entre os 88 genótipos analisados de *Capsicum* spp. do BAG da UNEMAT, para variável Índice de severidade ao sétimo dia de avaliação (IS7).

Genótipos	Estádio de Maturação	
	Imaturo	Maduro
UNEMAT 15 <i>C. Baccatum</i> var. <i>pendulum</i>	93,331b	63,333a
UNEMAT 27 <i>C. frutescens</i>	62,220a	93,333b
UNEMAT 52 <i>C. frutescens</i>	67,776b	37,780a
UNEMAT 54 <i>C. chinense</i>	48,886a	91,113b
UNEMAT 68 <i>C. frutescens</i>	65,556a	88,886b
UNEMAT 78 <i>C. chinense</i>	87,222b	67,221a
UNEMAT 81 <i>C. annuum</i>	84,445b	49,443a
UNEMAT 84 <i>C. annuum</i>	92,778b	67,778a
UNEMAT 91 <i>C. frutescens</i>	53,928a	72,775b
UNEMAT 110 <i>C. frutescens</i>	54,998a	87,776b
UNEMAT 145 <i>C. chinense</i>	80,000b	55,001a
UNEMAT 151 <i>C. Baccatum</i> var. <i>pendulum</i>	29,445a	62,220b

Médias diferem na mesma linha pelas letras minúsculas.

A interação Genótipo x Época de colheita também apresentou diferença para alguns genótipos, indicando que época de colheita também é de fundamental importância para a resistência dos frutos no período pós-colheita. Dos 88 genótipos analisados, 20 genótipos apresentaram diferença na colheita, sendo que 18 desses genótipos tiveram médias menores quanto a severidade da doença na época 1 (outono), período de chuvas na região, e apenas dois desses genótipos apresentaram as melhores médias para época 2 (Tabela 4).

Azevedo (2006) quantificou a severidade da doença em duas épocas de plantio diferentes, inverno na época seca a qual compreende o período de março a julho; e no verão estação chuvosa de setembro a dezembro. A severidade da doença foi menor no plantio de inverno (março a julho), justamente no período de poucas chuvas o que discorda com o presente trabalho, em que a época setembro que compreende o período das secas apresentou a maior severidade da doença para grande número de genótipos.

O estresse abiótico como o calor e a seca pode contribuir para suscetibilidade da planta a patógenos, ou pode induzir vias gerais de defesa que aumentam resistência. Durante os períodos mais quentes do ano, podem aumentar o estresse devido às altas temperaturas, gerando nas plantas respostas que podem ser semelhantes ao estresse hídrico, com sintomas que incluem murcha, queima das folhas, folhas dobradas e respostas fisiológicas, incluindo mudanças no metabolismo do RNA, da síntese de proteínas, síntese de enzimas, isoenzimas e hormônios de crescimento.

Estas alterações irão certamente afetar a planta causando susceptibilidade a diversos agentes patogênicos, podendo afetar os frutos em diversos genótipos (Garrett et al., 2006).

Tabela 4. Médias dos Genótipos que apresentaram diferenças significativas pelo teste de agrupamento Scott Knott entre as duas épocas de colheita outono e primavera entre os 88 genótipos avaliados de *Capsicum* spp. do BAG da UNEMAT, para variável Índice de severidade ao sétimo dia de avaliação (IS7).

Genótipos	Época de colheita	
	Época 1	Época 2
UNEMAT 1 <i>C. annuum</i>	50,556a	78,333b
UNEMAT 16 <i>C. annuum</i>	46,668a	82,778b
UNEMAT 29 <i>C. chinense</i>	62,220a	100,000b
UNEMAT 38 <i>C. chinense</i>	50,000a	92,778b
UNEMAT 39 <i>C. chinense</i>	39,443a	95,000b
UNEMAT 51 <i>C. frutescens</i>	67,778a	92,778b
UNEMAT 60 <i>C. chinense</i>	62,223a	90,555b
UNEMAT 62 <i>C. chinense</i>	47,856a	100,000b
UNEMAT 66 <i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i>	36,900a	63,333b
UNEMAT 70 <i>C. chinense</i>	46,666a	88,888b
UNEMAT 71 <i>C. chinense</i>	73,888a	100,000b
UNEMAT 81 <i>C. annuum</i>	80,000b	53,888a
UNEMAT 84 <i>C. annuum</i>	62,778a	97,778b
UNEMAT 85 <i>C. chinense</i>	41,666a	85,555b
UNEMAT 93 <i>C. chinense</i>	71,110a	93,610b
UNEMAT 113 <i>C. frutescens</i>	78,333b	32,778a
UNEMAT 125 <i>C. chinense</i>	57,776a	93,888b
UNEMAT 141 <i>C. baccatum</i> var. <i>praetermissum</i>	59,998a	96,666b
UNEMAT 148 <i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i>	48,888a	100,000b
UNEMAT 152 <i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i>	53,335a	96,666b

Médias diferem na mesma linha pelas letras

Para Índice de severidade ao último dia de avaliação (IS13) as fontes de variação Genótipo, interação Genótipo x Estádio de maturação e Genótipo x Época de colheita apresentaram significância a 1% pelo teste F e um coeficiente de variação de 18,81% (Tabela 2). Para fonte de variação Genótipo, os mesmos foram divididos

em três grupos, estando os genótipos UNEMAT 17 -*C. chinense*; UNEMAT 39 - *C. baccatum* var. *pendulum*; UNEMAT 56 - *C. frutescens*; UNEMAT 113 - *C. frutescens*; e UNEMAT 115 - *C. frutescens*, agrupados no grupo dos genótipos resistentes a antracnose, uma vez que os mesmos apresentaram médias que variaram entre 65 a 70, enquanto os demais genótipos apresentaram médias acima de 78. Tais espécies citadas acima compõem resultados de diversos trabalhos como genótipos que apresentam resistência a antracnose, sendo de fundamental importância para programas de melhoramento visando resistência a doenças.

Pereira (2005) ao caracterizar a reação à antracnose de genótipos de *Capsicum annuum*, *C. baccatum*, *C. chinense* e *C. frutescens* utilizando quatro isolados do fungo *Colletotrichum* spp. identificou um acesso de *C. annuum*, um de *C. baccatum* e dois de *C. chinense* como resistentes a antracnose, confirmando as espécies encontradas neste trabalho, reafirmando o potencial que essas espécies de *Capsicum* citadas no início desse parágrafo tem contra a antracnose.

Para a interação Genótipo x Estádio de maturação do fruto, dez genótipos apresentaram diferenças significativas entre os dois estádios. Três genótipos se mostraram mais resistentes à antracnose no estágio maduro e os outros sete genótipos no estágio imaturo. Ao analisar os genótipos dentro do estágio de maturação, verificou-se que o estágio imaturo apresentou um grupo maior de genótipos presentes no grupo dos resistentes, constatando assim, que o estágio de maturação imaturo é mais resistente ao fungo *C. gloeosporioides* (tabela 5).

Kanchana-udomkan et al. (2004) avaliaram o desenvolvimento do fungo *C. capsici* em frutos de *Capsicum* nos dois estádios de maturação – imaturo e maduro, e chegaram ao resultado em que frutos imaturos foram mais suscetíveis a antracnose do que frutos maduros e que o tamanho do fruto não afetou o desenvolvimento dos sintomas da antracnose. No entanto, Silva et al. (2014) ao avaliarem a reação de frutos imaturos e maduros de *Capsicum* ao *C. gloeosporioides*, concluíram que frutos imaturos foram mais resistentes ao patógeno. Ambos os trabalhos concordam com os resultados encontrados nesse trabalho, onde para a maioria dos genótipos a severidade da doença em ambos os estádios de maturação não apresentou diferenças significativas, e para os genótipos que demonstraram essa diferença, o estágio imaturo foi o mais resistente ao *C. gloeosporioides*.

Kim et al. (1999) inoculando um isolado do *C. gloeosporioides* em frutos imaturos e maduros constatou que existe respostas diferentes para cada estágio de maturação do frutos, estando os frutos imaturos com maior resistência a doença, fator esse que pode ser atribuídos a componentes químicos e físicos presentes na cutícula dos frutos.

Evidências mostram que as espécies *C. chinense* e *C. baccatum* var. *pendulum* possuem genes de resistência ao *C. gloeosporioides*, tornando-se assim de extrema importância para programas de melhoramento, uma vez que se tem encontrado dentro dos bancos de germoplasma, tais espécies com resistência ao *C. gloeosporioides*.

Tabela 5. Médias dos genótipos que apresentaram diferenças significativas pelo teste de agrupamento Scott Knott entre os dois estádios de maturação Imaturo e Maduro entre os 88 genótipos de *Capsicum* spp. do BAG da UNEMAT, para variável Índice de severidade ao último dia de avaliação (IS13).

Genótipo	Estádio de Maturação	
	Imaturo	Maduro
UNEMAT 15 <i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i>	76,666a	100,000b
UNEMAT 47 <i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i>	76,666a	100,000b
UNEMA 54 <i>C. chinense</i>	70,000a	100,000b
UNEMAT 68 <i>C. frutescens</i>	70,000a	100,000b
UNEMAT 70 <i>C. chinense</i>	70,000a	95,000b
UNEMAT 81 <i>C. annuum</i>	100,000b	65,000a
UNEMAT 84 <i>C. annuum</i>	95,000b	70,000a
UNEMAT 110 <i>C. frutescens</i>	70,000a	100,000b
UNEMAT 113 <i>C. frutescens</i>	80,000b	50,000a
UNEMAT 151 <i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i>	61,665a	97,776b

Médias diferem na mesma linha pelas letras.

Para a interação Genótipo x época de colheita, 16 genótipos apresentaram diferenças significativas, sendo seis genótipos com melhor desempenho de

resistência na época 2 (primavera), e dez genótipos na época 1(outono). No desdobramento de Genótipo dentro de época, outono foi à época que apresentou um maior grupo de genótipos resistentes à antracnose (Tabela 6).

Para as duas variáveis analisadas nesse experimento os frutos colhidos na primeira época de colheita no outono se mostraram mais resistentes ao fungo *Colletotrichum gloeosporioides*, época essa considerada período chuvoso para região centro-oeste, o que indica que um controle mais efetivo sobre o patógeno deve ser realizado nos períodos de seca para cada região, independente do mês em que esse período seco ocorra.

Kim et al. (2004) investigaram as mudanças estruturais que ocorrem em dois genótipos de *Capsicum*, sendo um resistente da espécie *C. baccatum* e um suscetível da espécie *C. annum*, e conclui que existe uma série de mudanças a nível celular e na produção de substâncias que estão envolvidas na resistência a antracnose (*C. gloeosporioides*).

Para frutos inoculados no período pós-colheita, por exemplo, a metodologia adotada no presente trabalho permitiu observar características citológicas de morte celular (PCD) em frutos resistentes, além de modificações nucleares, mudanças estruturais de hipersensibilidade, como a separação da membrana plasmática a partir da parede da célula, a dilatação do retículo endoplasmático, a acumulação de inclusões densas nos vacúolos, vacuolização citoplasmática e fragmentação do citoplasma, o que também pode ter ocorrido entre os frutos analisados nesse trabalho.

Pakdeevaporn et al. (2005) ao estudar a herança da resistência à antracnose, causada por *C. capsici* em populações interespecíficas derivadas do cruzamento entre a cultivar elite Thai *Capsicum annum* L. Bangchang e uma linha resistente de *C. chinense* Jacq. PBC932, concluiu que as características de resistência presente no genitor resistente foram identificados nas progênie F<sub>2</sub> e na população BC<sub>1</sub>, e que a segregação da resistência e susceptibilidade em F<sub>2</sub> segue a razão mendeliana 1:3, indicando que a resistência foi expressa por único gene recessivo.

No geral, verificou-se que os genótipos que apresentaram diferenças significativas para as internações analisadas foram os mesmos genótipos que se mostraram resistente ao *C. gloeosporioides* apresentando menores médias para a severidade da doença. As duas variáveis analisadas também compartilharam os

mesmos genótipos resistentes e suscetíveis entre os 88 genótipos analisados e os mesmos genótipos com significância para as interações.

Um fator importante a destacar é a identificação de quase todas as espécies como *C. baccatum* var. *pendulum*, *C. chinense* e *C. frutescens* entre os genótipos resistentes a antracnose, apontando visível potencial dessas espécies e desses genótipos do BAG da UNEMAT a serem empregados em programas de melhoramento genético visando resistência.

Tabela 6. Médias dos Genótipos que apresentaram diferenças significativas pelo teste de agrupamento Scott Knott entre as duas épocas de colheita outono e primavera entre os 88 genótipos de *Capsicum* spp. do BAG da UNEMAT, para variável Índice de severidade ao último dia de avaliação (IS13).

Genótipos	Época de colheita	
	Época 1	Época 2
UNEMAT 1 <i>C. annuum</i>	65,000a	100,000b
UNEMAT 9 <i>C. frutescens</i>	59,445a	100,000b
UNEMAT 15 <i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i>	76,666a	100,000b
UNEMAT 16 <i>C. annuum</i>	67,778a	90,000b
UNEMAT 38 <i>C. chinense</i>	70,000a	95,000b
UNEMAT 39 <i>C. chinense</i>	46,666a	90,000b
UNEMAT 56 <i>C. chinense</i>	58,055a	77,500b
UNEMAT 60 <i>C. chinense</i>	98,888b	65,000a
UNEMAT 70 <i>C. chinense</i>	70,000a	95,000b
UNEMAT 81 <i>C. annuum</i>	100,000b	65,000a
UNEMAT 84 <i>C. annuum</i>	65,000a	100,000b
UNEMAT 85 <i>C. chinense</i>	73,333a	100,000b
UNEMAT 110 <i>C. frutescens</i>	100,000b	70,000a
UNEMAT 113 <i>C. frutescens</i>	95,000b	35,000a
UNEMAT 116 <i>C. annuum</i>	99,444b	84,722a
UNEMAT 151 <i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i>	100,000b	59,441a

Médias diferem na mesma linha pelas letras

## **4.2. Agrupamento dos genótipos de *Capsicum* e importância dos componentes de resistência**

Todas as variáveis analisadas foram significativas pelo teste F a 1% de significância. Os coeficientes de variação ficaram entre 19,09% para período de incubação dos frutos maduros (PIM) a 171.92% para AACPD, este último devido a grande variação entre os valores para cada genótipo e pela presença de valores nulos para alguns genótipos (Tabela 1a e 1b).

Os genótipos foram distribuídos em grupos pelo método de agrupamento hierárquico UPGMA com base na similaridade genética encontrada entre os genótipos, de acordo com os componentes de resistência avaliados, o que resultou em um dendrograma com corte significativo a 70%, gerando quatro grupos distintos geneticamente, com similaridade dentro e dissimilaridade entre os grupos.

O primeiro grupo foi formado apenas pelo genótipo UNEMAT 81 da espécie *Capsicum annuum*, mostrando-se divergentes em relação aos demais tratamentos. Esse genótipo apresentou suscetibilidade à antracnose, pois a lesão ultrapassou 70% do fruto no último dia de avaliação (13º dia), e ao sétimo dia de avaliação a lesão já tinha ultrapassado a 50%, padrão encontrado comumente nos acessos suscetíveis, nas quais a lesão atingiu 100% do fruto logo ao sétimo ou oitavo dia de avaliação.

Tabela 1a. Análise de variância da avaliação de resistência dos 88 genótipos de *Capsicum* spp. do Banco Ativo de Germoplasma da UNEMAT a *Colletotrichum gloeosporioides*.

FV	GL	Quadrados Médios								
		PI	PL	NDLA50 DF	NDLA50 CF	DL7	CL7	RD	RC	AACPD
Blocos	2	0,3984	0,5798	0,2979	12,8864	3,9851	7,8375	70,0043	76,7448	92986,2584
Tratamentos	87	3,4468*	4,6983*	27,7126**	104,4219	37,8389**	105,8236	972,5013	1375,0175	1311169,428
		*	*		**		**	**	**	3**
Resíduo	174	1,1686	2,8111	5,0219	13,6092	4,3636	8,9758	520,7208	355,5731	144560,2758
Média		2,99	5,43	6,06	8,56	6,87	9,15	89,86	89,61	655,02
CV (%)		36,20	30,90	36,95	43,11	30,39	32,74	24,26	22,33	58,05

\*\* significativos a 1% de probabilidade pelo teste F. Período de Incubação (PI); Período latente (PL); Número de dias até a lesão atingir 50% do comprimento do fruto (ND50C); Número de dias até a lesão atingir 50% do diâmetro do fruto (ND50D); Diâmetro da lesão aos sétimo dia de avaliação (DL7); Comprimento da lesão ao sétimo dia de avaliação (CL7); Razão do diâmetro (RD); Razão do comprimento (RC); Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD).

Tabela 1b. Análise de variância da avaliação de resistência dos 88 genótipos de *Capsicum* spp. do Banco Ativo de Germoplasma da UNEMAT a *Colletotrichum gloeosporioides*.

FV	GL	Quadrados Médios								
		PI	PL	ND50D	ND50C	DL7	CL7	RDL	RCL	AACPD
Blocos	2	1,4669	2,6174	1,7971	6,7196	11,1340	27,1783	568,8072	145,0616	3503512,954
										5
Tratamento	87	3,3899*	5,5797*	6,5692**	10,7117**	34,1679**	49,4744	726,8477	1726,6388	4465528,583
s		*	*				**	**	**	0**
Resíduo	174	0,3915	0,9095	1,4068	3,4756	5,8497	13,7371	219,2041	326,9275	2353589,674
										0
Média		2,74	5,47	5,03	5,96	8,88	10,89	93,12	81,03	892,33
CV (%)		22,82	19,09	23,99	31,28	27,23	34,05	15,90	24,42	171,92

\*\* significativos a 1% de probabilidade pelo teste F. Período de Incubação (PI); Período latente (PL); Número de dias até a lesão atingir 50% do comprimento do fruto (ND50C); Número de dias até a lesão atingir 50% do diâmetro do fruto (ND50D); Diâmetro da lesão aos sétimo dia de avaliação (DL7); Comprimento da lesão ao sétimo dia de avaliação (CL7); Razão do diâmetro (RD); Razão do comprimento (RC); Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD).

O segundo grupo formado foi subdividido em dois grupos a 10%, estando em um subgrupo o genótipo UNEMAT 63 identificado como *Capsicum chinense*, e no outro subgrupo o genótipo UNEMAT 134 - *baccatum* var. *pendulum* (Figura 1). O terceiro grupo foi duas vezes subdividido a 55% e a 32% respectivamente, estando nele os genótipos UNEMAT 66 da espécie *C. baccatum* var. *baccatum*, UNEMAT 151 da espécie *C. baccatum* var. *pendulum*, e UNEMAT 56 da espécie *C. chinense*. O primeiro grupo foi formado pelos demais 82 genótipos analisados, não havendo diversidade genética entre eles com base nos componentes de resistência ao *C. gloeosporioides*.

Sudré et al. (2005) ao aplicar técnicas multivariadas para avaliar a divergência genética entre 56 acessos da coleção de germoplasma de *Capsicum* spp. da UENF com base em descritores morfoagronômicos essenciais obteve um dendrograma com a formação de sete grupos distintos geneticamente entre si, e com espécies diferentes dentro de cada grupo.

O mesmo foi observado no presente trabalho, onde dentro de cada grupo há espécies diferentes que se mostraram próximas geneticamente com base na resistência a antracnose. Monteiro et al. (2010) avaliaram a divergência genética entre 23 acessos de pimentas do gênero *Capsicum*, a partir de sete descritores quantitativos e 19 qualitativos multicategóricos, com auxílio de técnicas multivariadas, resultando na formação de três grupos baseando-se nos descritores quantitativos e quatro grupos com base nos qualitativos pelo método UPGMA. No presente trabalho também houve a formação de quatro grupos com base nos componentes de resistência ao *C. gloeosporioides*.

Os genótipos que foram alocados nos grupos II e III pertencem às espécies *Capsicum baccatum* e da espécie *Capsicum chinense*. Tais genótipos desses dois grupos foram mais resistentes a antracnose, o genótipo UNEMAT 151 (*C. baccatum* var. *pendulum*) por exemplo, a lesão demorou mais de seis dias para atingir 50% por fruto, e ao final da avaliação para alguns frutos desse tratamento, a lesão não ultrapassou a 40% do tamanho total do fruto.

Para os demais acessos dos mesmos dois grupos, os resultados não foram diferentes do encontrado no acesso UNEMAT 151. Em média o período de incubação para todos os acessos do grupo II e III foram de quatro a cinco dias e o período latente

foi em média de seis a sete dias, sendo superiores aos demais acessos do grupo IV que tiveram 2 a 3 dias para o período de incubação e 3 a 4 dias para o período latente.

Em um trabalho realizado por Neitzke et al. (2010) onde o objetivo foi caracterizar e estudar a distância genética dos acessos com potencial ornamental do Banco Ativo de Germoplasma de *Capsicum* da Embrapa Clima Temperado, utilizando também o método de agrupamento UPGMA, resultou na formação de três grupos distantes geneticamente pelas características quantitativas e seis grupos pela avaliação das características qualitativas. Foi constatado no trabalho acima que não foi possível separar geneticamente as espécies em cada grupo formado, fato esse também ocorrido no presente trabalho, onde os três grupos formados (II, III e IV) apresentam variadas espécies.

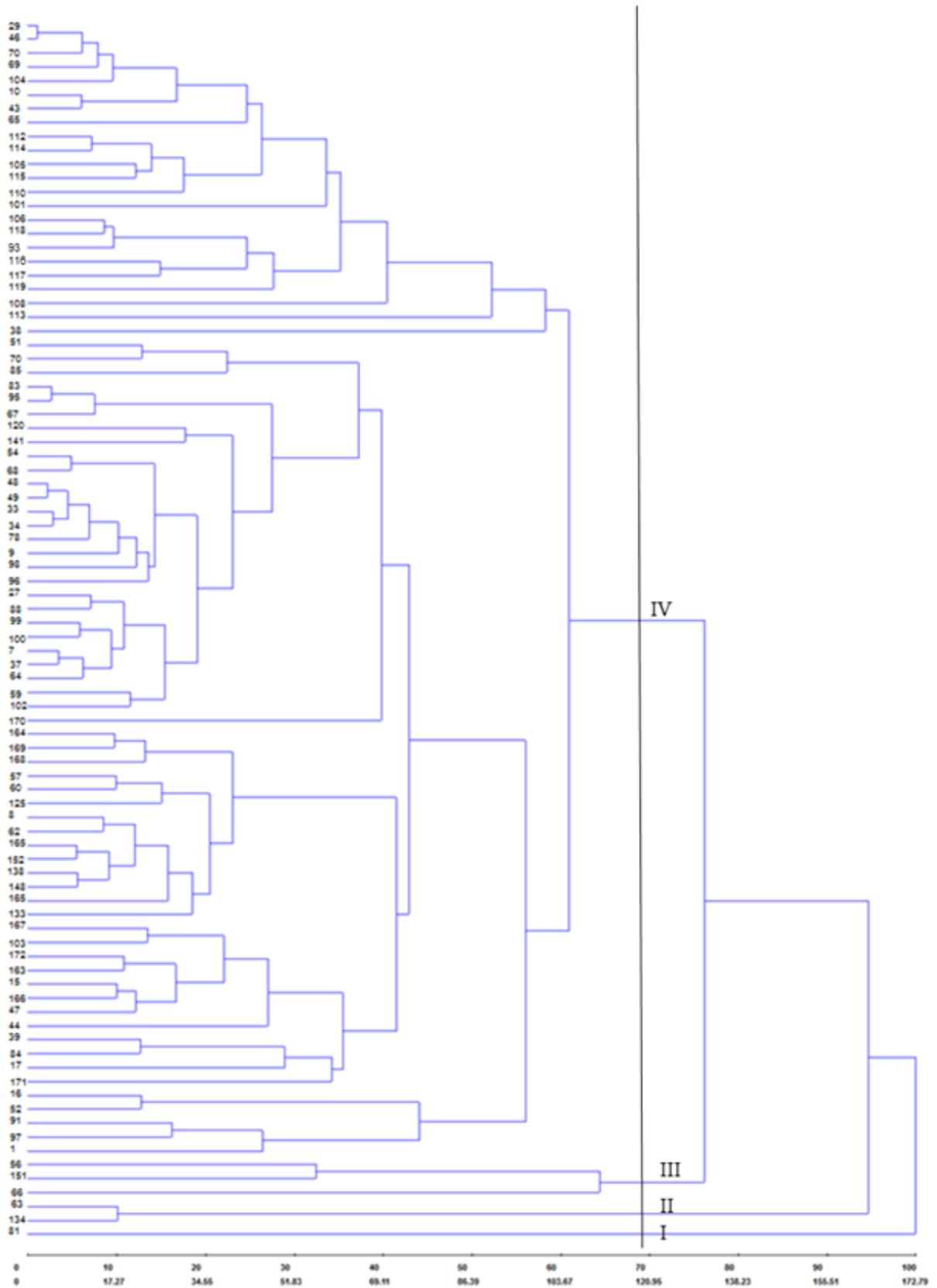


Figura 1. Dendrograma da similaridade genética entre os 88 genótipos do BAG da UNEMAT com um corte realizado a 70% de significância.

Com base na similaridade genética dos genótipos e utilizando uma análise de agrupamento com projeção gráfica 3D foi possível observar a formação de três grupos distintos de genótipos, havendo divergência genética entre esses grupos (Figura 2). O primeiro grupo formado compreende os genótipos UNEMAT 63 (código 67) *C. chinense*, UNEMAT 103 (código 75) *C. annuum*, UNEMAT 171 (Código 76) *C. Baccatum* var. *pendulum*, UNEMAT 56 (código 21) *C. chinense*, UNEMAT 134 (código 81) *C. baccatum* var. *pendulum*, UNEMAT 78 (código 71) *C. chinense* e UNEMAT 151 (código 86) identificado como *C. baccatum* var. *pendulum*, que se distinguiram geneticamente dos demais genótipos. O segundo grupo compreende 78 genótipos que não apresentaram diferenças genéticas entre si com base na resistência ao *C. gloeosporioides*.

O terceiro grupo formado pelos genótipos UNEMAT 119 (código 58) *Capsicum chinense*, UNEMAT 116 (código 55) *C. annuum*, e UNEMAT 38 (código 12) *C. chinense*. Para os grupos I e II, o agrupamento de forma isolada dos demais genótipos foi condizente com o agrupamento realizado no dendrograma, o que reafirma a variabilidade genética presente entre esses genótipos em relação aos demais presentes no BAG.

Técnicas multivariadas foram utilizadas por Ferrão et al. (2011) para avaliar a divergência genética entre 34 subamostras da coleção de germoplasma de *Capsicum baccatum*, e com base em duas variáveis canônicas. As subamostras foram separadas em cinco grupos distintos havendo variabilidade genética entre elas. O método de agrupamento utilizado permitiu a visualização da variabilidade genética entre as 34 subamostras de pimenta. O mesmo pode ser observado nos métodos empregados no presente estudo, onde há a distinção dos grupos e da variabilidade encontrada entre grupos.

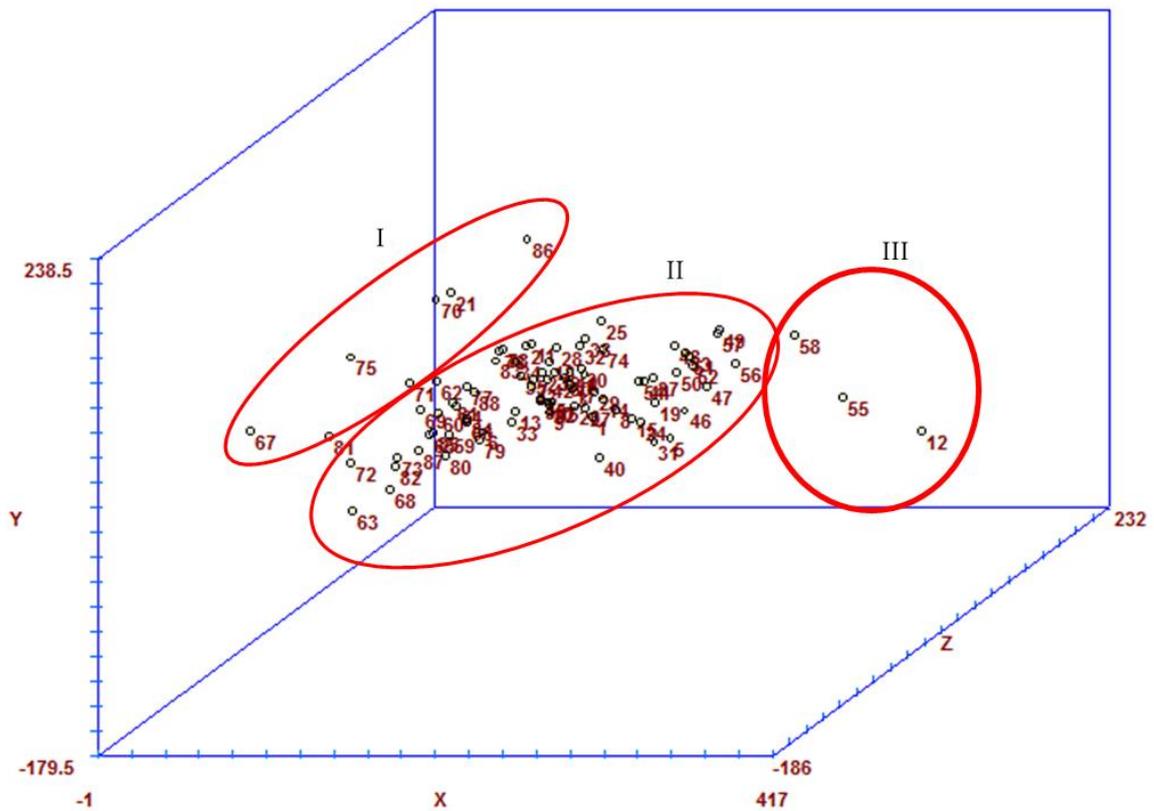


Figura 2. Gráfico de dispersão 3D através do método de agrupamento UPGMA dos 88 genótipos de *Capsicum* spp. do BAG da UNEMAT.

Pelo método de otimização de Tocher modificado havendo a distribuição dos 88 genótipos em cinco grupos (tabela 2), dando destaque para os dois últimos grupos, que apresentaram maior dissimilaridade genética com os demais genótipos analisados. O primeiro grupo foi formado por 44 genótipos existindo similaridade genética entre eles. Já o segundo e o terceiro grupo foram formados por 24 e 14 genótipos, respectivamente. O terceiro grupo foi formado por cinco genótipos, sendo eles UNEMAT 56 *Capsicum chinense*, UNEMAT 151 *C. baccatum* var. *pendulum*, UNEMAT 66 *C. baccatum* var. *baccatum*, UNEMAT 63 *C. chinense*, e UNEMAT 81 *C. annum*.

O quinto e último grupo foi formado apenas pelo genótipo UNEMAT 38 da espécie *C. chinense*. Os acessos dos grupos quatro e cinco do método de Tocher foram resistentes ao *C. gloeosporioides*, pois apresentaram os melhores resultados dentro de todos os componentes de resistência analisados nesse trabalho; e também ficou em grupo isolado pelo método UPGMA. Monteiro et al. (2010) aplicaram o

método de agrupamento de otimização via Tocher em 23 acessos de pimenta, a partir de sete descritores quantitativos e 19 qualitativos multicategóricos e detectaram a formação de oito grupos tanto para descritores quantitativos quanto para os qualitativos multicategóricos. Vasconcelos et al. (2012) ao verificarem a eficiência de descritores multicategóricos de flores para estimar a dissimilaridade genética entre acessos de *Capsicum chinense*, do Banco Ativo de Germoplasma de *Capsicum*, utilizando agrupamento pelos métodos UPGMA e de Tocher, para os dados quantitativos, e agrupamento pelo método de Tocher, para os dados qualitativos e quantitativos, obteve um dendrograma com a formação de quatro grupos distintos, e a formação de três grupos pelos dados qualitativos e 10 grupos pelos dados quantitativos utilizando o método de Tocher.

O referido trabalho também concluiu que descritores multicategóricos de flores são eficientes para estimar a dissimilaridade genética entre acessos, fato esse também observado para o presente trabalho, pois a utilização de componentes de resistência para inferir a divergência genética em um BAG mostrou-se eficaz. Os grupos formados pelo método de otimização foi similar ao agrupamento apresentado pelos métodos hierárquico UPGMA e pela dispersão gráfica 3D, estando sempre em destaque e isolados dos demais grupos, os genótipos UNEMAT 151 *Capsicum baccatum* var. *pendulum*, UNEMAT 63 *C. chinense*, UNEMAT 56 *C. chinense*, UNEMAT 66 *C. baccatum*, UNEMAT 38 *C. chinense* e o acesso UNEMAT 81 *C. annum*, estando assim em concordância.

O mesmo foi observado por Arriel et al. (2006) onde ao comparar diferentes técnicas multivariadas na caracterização de 35 genótipos de gergelim mediante 769 marcadores RAPD, concluíram que entre os métodos de agrupamento hierárquicos, o UPGMA apresenta o melhor ajuste para as distâncias originais e estimadas, e que o método UPGMA e o método de otimização de Tocher são complementares na formação dos agrupamentos.

Faria et al. (2012) comparou três métodos para determinação do número de grupos em estudos com aplicação de métodos hierárquicos de agrupamentos, baseando-se em dados obtidos a partir da caracterização de 49 acessos de *Capsicum*. Tocher apresentou a formação de quatro grupos, sendo três grupos com apenas um acesso. No presente trabalho apenas um grupo (grupo 5) teve apenas

um único genótipo, revelando a dissimilaridade desse genótipo (UNEMAT 38) em relação aos demais genótipos.

Tabela 2. Agrupamento por otimização de Tocher modificado dos 88 genótipos do BAG de *Capsicum* spp. da UNEMAT com base em 18 componentes de resistência ao *Colletotrichum gloeosporioides*.

Grupos formados	Genótipos
1	29 46 71 69 104 43 10 115 93 106 114 105 110 112 68 98 34 99 64 59 48 49 33 9 100 54 78 84 96 27 88 65 96 37 83 7 67 102 141 57 145 120 62 163
2	64 152 148 138 8 169 133 168 164 125 60 166 15 47 167 172 134 17 39 171 44 91 85 103
3	16 52 97 170 70 51 1 117 118 119 116 108 113 101
4	56 151 66 63 81
5	38

Ao avaliar a contribuição relativa dos caracteres para diversidade genética entre os 88 genótipos analisados, utilizando a Distância Generalizada de Mahalanobis, observou-se que sete variáveis são necessárias para compor 80% da diversidade encontrada no experimento, descartando inclusive a utilização de variáveis canônicas. As variáveis de maior magnitude no experimento em ordem decrescente de contribuição são AACPD para frutos imaturos com 15,54% de contribuição, DL7 com 10,91%, CL7 com 8,60%, RC em frutos maduros com 7,93%, PI em frutos maduros com 7,36%, PI para frutos imaturos com 7,14% e DL7 para frutos maduros com 7,02% (Figura 3).

Logo, para esse experimento a AACPD possui a maior contribuição para diversidade genética entre os genótipos analisado, mesmo apresentando um coeficiente de variação de 58,05% e 171,92% para frutos imaturos e maduros, respectivamente. Outras variáveis de destaque na avaliação e que tiveram grande contribuição para diversidade genética dos genótipos foram o comprimento e o diâmetro da lesão no sétimo dia de avaliação, havendo grandes diferenças das medidas entre os tratamentos, inclusive porque para alguns dos acessos suscetíveis, a lesão já havia atingindo 100% do fruto aos sete dias, o que não aconteceu com os acessos resistentes, tornando-se a variável de fundamental importância para análise de resistência à doença.

Pedrosa et al. (2004) avaliaram componentes de resistência de oito cultivares e dois acessos de cebola (*Allium cepa*) a quatro isolados do *C. gloeosporioides*, inoculados por atomização de suspensão de inóculo ou deposição de discos de micélio em folhas. Nesse experimento foram avaliados sete componentes de resistência semelhantes aos componentes presentes nesse trabalho, sendo AACPD período de incubação, período latente e severidade da doença. Os autores concluíram que Severidade da doença aos nove dias de avaliação (SEV9) foi potencialmente útil na avaliação do germoplasma de cebola frente a *C. gloeosporioides*, enquanto no presente trabalho AACPD e CD7 se apresentaram mais importantes.

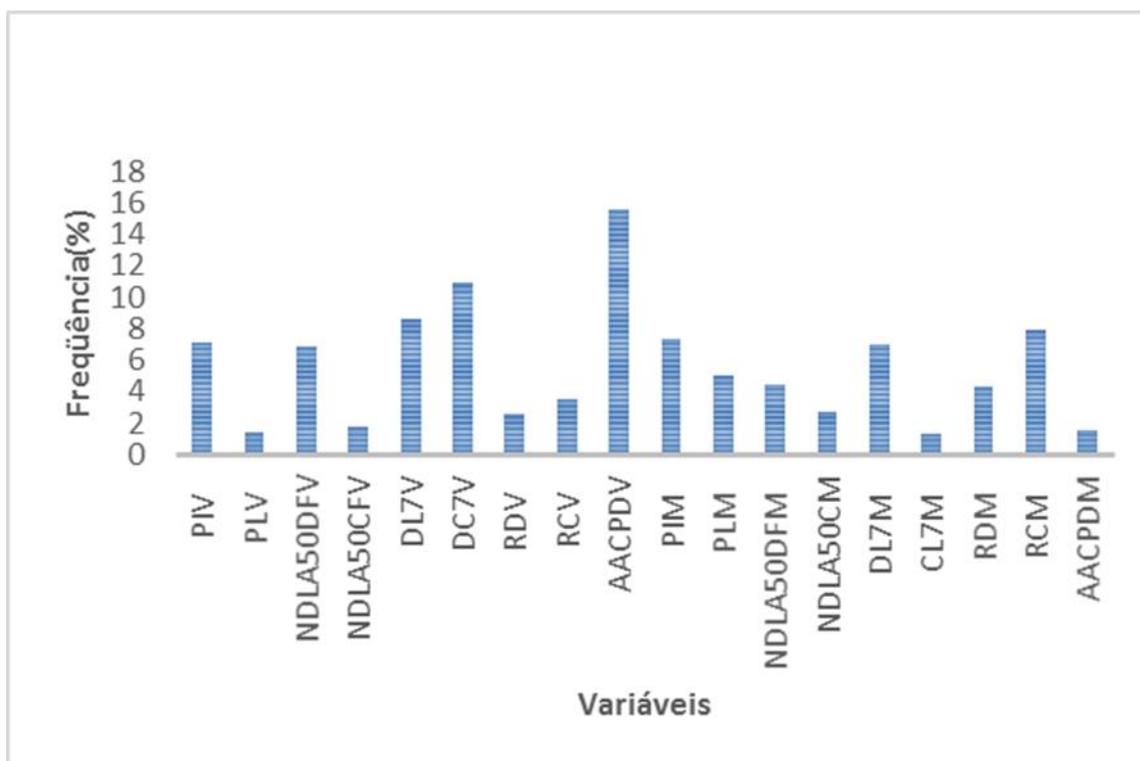


Figura 3. Contribuição relativa dos 18 caracteres avaliados sendo nove para frutos imaturos (I) e nove para frutos maduros (M), sendo eles: Período de incubação (PI); Período latente (PL); Número de dias até a lesão atingir 50% do diâmetro do fruto (NDLA50D); Número de dias até a lesão atingir 50% do comprimento do fruto (NDLA50); Diâmetro da lesão ao sétimo dia de avaliação (DL7); Comprimento da lesão ao sétimo dia de avaliação (CL7); Razão do diâmetro (RD); Razão do comprimento (RC); e Área abaixo da curva de progresso de doença (AACPD) em uma análise multivariada.

## CONCLUSÕES

Os componentes de resistência que apresentaram maior contribuição relativa para estimar a variabilidade genética entre os genótipos analisados foram área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), diâmetro e comprimento da lesão ao sétimo dia de avaliação (DL7), e período de incubação (PI), no entanto é necessária a utilização de no mínimo sete variáveis para explicar 80% da variabilidade do experimento. O estágio de maturação com maior expressão de resistência ao patógeno foi o estágio imaturo, e a época de colheita com frutos mais resistentes foi à época 1 (outono).

Houve variabilidade genética no Banco ativo de Germoplasma da UNEMAT, com a formação de grupos de genótipos distantes geneticamente com base na resistência a antracnose, para os três métodos de agrupamento aplicados. Os genótipos que se comportaram de forma resistente ao *C. gloeosporioides* para dois estágios de maturação e duas épocas de colheita foram os genótipos UNEMAT 17, UNEMAT 39, UNEMAT 52, UNEMAT 56, UNEMAT 66, UNEMAT 103, UNEMAT 113, UNEMAT 134, UNEMAT 151 e UNEMAT 163. Destacam-se os genótipos UNEMAT 56 espécie *C. chinense*, UNEMAT 66 *C. baccatum* var. *pendulum* e UNEMAT 151 *C. baccatum* var. *pendulum* que foram resistentes para todas análises realizadas no presente trabalho. Esses genótipos serão utilizados como fonte de resistência a antracnose em programas de melhoramento genético vegetal da UNEMAT.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARRIEL, N. H. C.; DI MAURO, A. O.; DI MAURO, S. M. Z.; BAKKE, O. A.; UNÊDA-TREVISOLI, S. H.; COSTA, M. M.; CAPELOTO, A.; CORRADO, A. R. Técnicas multivariadas na determinação da diversidade genética em gergelim usando marcadores RAPD. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. 41: 801-809, 2006.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY (AOAC). **Official methods of analysis**. 16 ed. Arlington: AOAC International, 1995. 1025 p.

AZEVEDO, C. P. Arrasadora. **Revista Cultivar Hortaliças e Frutas, Pelotas**, n. 34, p. 18-20, 2005.

AZEVEDO, C. P. **Epidemiologia e controle da antracnose em *Capsicum ssp.* E identificação de *Colletotrichum ssp.* associados as solanáceas cultivadas**. Brasília: Universidade de Brasília, 2006. Dissertação (Mestrado em fitopatologia).

BARREIROS, A. L. B. S.; DAVID, J. M.; DAVID, J. P. Estresse oxidativo: relação entre geração de espécies reativas e defesa do organismo. **Química Nova**, 29: 113-123. 2006.

BENTO, C. S.; SUDRÉ, C. P.; RODRIGUES, R.; RIVA, E. M.; PEREIRA, M. G. Descritores qualitativos e multicategóricos na estimativa da variabilidade fenotípica entre acessos de pimentas. **Scientia Agraria**, 8:149-156, 2007.

BERTAN, I.; CARVALHO F. I. F.; OLIVEIRA, A. C.; SILVA, J. A. G.; BENIN, G.; VIEIRA, G. O. S.; HARTWIG, I.; VALÉRIO, I. P.; FINATTO, T. Dissimilaridade genética entre genótipos de trigo avaliados em cultivo hidropônico sob estresse por alumínio. **Bragantia**, 65:55-63. 2006.

BRAND-WILIAMS, W.; CUVELIER, M.E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **Food Science and Technology**. 28: 25-30. 1995.

CARVALHO, S. I. C.; BIANCHETTI, L. De B.; BUSTAMANTE, P. G.; SILVA, D. B. **Catálogo de germoplasma de pimentas e pimentões (*Capsicum spp.*) da Embrapa Hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2003. 49 p.

CARVALHO, S. I. C.; BIANCHETTI, L. B.; RIBEIRO, C. S. S.; LOPES, C. A. **Chave para Identificação *Capsicum***. 1 ed. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2006.27p.

CASTRO, A. M. G; LIMA, S. M. V.; LOPES, M. A.; MACHADO, M. S.; MARTINS, M. A. G. **O futuro do melhoramento genético vegetal no Brasil: Impactos da biotecnologia e das leis de proteção de conhecimento**. 1ª ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 506 p.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético**. Viçosa: UFV, 2003. v.2, 585 p.

CRUZ, C. D. **Programa Genes – Versão Windows: aplicativo computacional em genética e estatística**. Viçosa: UFV, 2009.

EMBRAPA HORTALIÇAS. **Sistema de Produção de Pimentas (*Capsicum ssp.*)**  
Disponível em:  
<[http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pimenta/Pimenta\\_capsicum\\_spp/cultivares.html](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pimenta/Pimenta_capsicum_spp/cultivares.html)>. Acesso em 05 abril. 2013.

FAOSTAT: FAO Statistical Databases. Disponível em:  
<http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E>. Acesso em: 20 Nov de 2014.

FARIA PN; CECON PR; SILVA AR; FINGER FL; SILVA FF; CRUZ CD; SÁVIO FL. 2012. Métodos de agrupamento em estudo de divergência genética de pimentas. *Horticultura Brasileira*. 30: 428-432.

FERRÃO, L. F. V.; CECON, P. R.; FINGER, F. L.; SILVA, F. F.; PUIATTI, M. Divergência genética entre genótipos de pimenta com base em caracteres morfo-agrônomicos. *Horticultura Brasileira*, 29: 354-358. 2011.

FERREIRA, M. E.; FALEIRO, F. G. **Biotecnologia: avanços e aplicações no melhoramento genético vegetal**. Disponível em: <[http://simposio.cpac.embrapa.br/simposio/projeto/palestras/capitulo\\_23.pdf](http://simposio.cpac.embrapa.br/simposio/projeto/palestras/capitulo_23.pdf)> Acessado em: 22 de março de 2010.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3 ed. Viçosa: UFV, 2013. 421p.

GARRETT, K. A.; DENDY, S. P.; FRANK, E. E.; ROUSE, M. N.; TRAVERS, S. E. Climate change effects on plant disease: Genomes to ecosystems. **The Annual Review of Phytopathology**. 44: 489-509. 2006.

GIACOMIN, L. L. **Estudos taxonômicos e filogenéticos em Solanum sect. Gonatotrichumbitter (Solanoideae, Solanaceae) no Brasil**. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais. 2010. 132p. Dissertação (Mestrado em biologia vegetal).

HALLIWELL, B; GUTTERIDGE, J. M. **Free radicals in biology and medicine**. New York: Oxford University Press, 2007.

HORWITZ, H. **Official method of analysis of the association of official agricultural chemists**. 8 ed. Washington: As. Agricultural Chemistry, 1995.

IBGE/SIDRA. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. 2012. Disponível em: Acesso em 15 Nov. 2014.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (IAL). **Métodos Físico-químicos para análise de alimentos**. 4 ed. São Paulo: IAL, 2005.

INTERNATIONAL BOARD FOR PLANT GENETIC RESOURCES. IBPGR. **Genetics resources of *Capsicum*, a global plan and action**. Rome: IBPGR, 1983. 49p.

KANCHANA-UDOMKAN C.; TAYLOR P. W. J.; MONGKOLPORN O. Development of a bioassay to study anthracnose infection of *Capsicum chinense* Jacq. fruit caused by *Colletotrichum capsici*. **Thai Journal of Agricultural Science**. 37:293-7. 2004.

KEPPEL, V. D. **Avaliação das propriedades antioxidantes e antimicrobiana de extratos de *Capsicum baccatum* L. var. *pendulum***. Porto Alegre: Universidade do Rio Grande do Sul, 2007. 74p. Dissertação (Mestrado em Ciências biológicas: bioquímica).

KIM, K. D.; OH, B. J.; YANG, J. Differential interactions of a *Colletotrichum gloeosporioides* isolate with green and red pepper fruit. **Phytoparasitica** 27: 97-106. 1999.

KIM, K. H.; YOON, J. B.; PARK, H. G.; PARK, E. W.; KIM, Y. H. Structural modifications and programmed cell death of chili pepper fruit related to resistance responses to *Colletotrichum gloeosporioides* infection. **Phytopathology**. 94:1295-1304. 2004.

KUROZAWA, C.; PAVAN, M. A.; KRAUSE-SAKATE, R. Doenças das solanáceas (berinjela, jiló, pimentão e pimenta). In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. (Ed.). Manual de Fitopatologia: doenças das plantas cultivadas. 4. ed. São Paulo: **Agronômica Ceres**, 2005. v. 2, p. 589-596.

LEDO, A. S. Avaliação de genótipos de bananeira na região do baixo São Francisco, Sergipe. **Revista Brasileira**. 30: 691-695. 2008.

LOPEZ, A. M. Taxonomia, patogênese e controle de espécies do gênero *Colletotrichum*. **Revisão anual de patologia de plantas**. 9: 291-338. 2001.

LOPES, C. A. & ÁVILA, A. C. **Doenças do pimentão: diagnose e controle**. Brasília: EMBRAPA HORTALIÇAS. 2003.

MAHASUK P.; TAYLOR, P. W. J.; MONGKOLPORN, O. Identification of two new genes conferring resistance to *Colletotrichum acutatum* in *Capsicum baccatum*. **Phytopathology**, 99:1100-1104. 2009.

McKINNEY, H.H. Influence of soil, temperature and moisture on infection of wheat seedlings by *Helminthosporium sativum*. **Journal of Agricultural Research**, 26: 195-217. 1923.

MELO, L. J. O. T.; OLIVEIRA, F. J.; BASTOS, G. Q.; ANUNCIÇÃO-FILHO, C. J.; REIS, O. V. Interação genótipo x ciclos de colheita de cana-de-açúcar da zona da mata norte de Pernambuco. **Bragantia**, 65 :197-205, 2006.

MENEZES, M. Aspectos biológicos e taxonômicos de espécies do gênero *Colletotrichum*. Recife: **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica**, 3: 170-179. 2006.

MENEZES, M. Aspectos biológicos e taxonômicos de espécies do gênero *Colletotrichum*. Recife. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica**, 3: 170-179. 2006.

MONGKOLPORN, O.; MONTRI, P.; SUPAKAEW, T.; TAYLOR, P. W. J. Differential reactions on mature green and ripe chili fruit infected by three *Colletotrichum* spp. **Plant Disease**, 94: 306-310. 2010.

MONTEIRO, E. R. **Identificação botânica e divergência genética em pimentas do gênero *Capsicum* spp.** Teresina: Universidade Federal do Piauí, 2008. 66p. Dissertação (Mestrado em Agronomia).

MONTEIRO, E. R.; BASTOS, E. M.; LOPES, A. C. A.; GOMES, R. L. F.; NUNES, J. A. R. Diversidade genética entre acessos de espécies cultivadas de pimentas. **Ciência Rural**. 40: 288-283, 2010.

MOREIRA, G. R.; CALIMAN, F. R. B.; SILVA, D. J. H.; RIBEIRO, C. S. C. Espécies e variedades de pimenta. **Informe Agropecuário**, 27: 16-29. 2006.

MOREIRA, S. O.; RODRIGUES, R.; ARAÚJO, M. L.; SUDRÉ, C. P.; RIVA-SOUZA, E. M. Desempenho agrônômico de linhas endogâmicas recombinadas de pimenta em dois sistemas de cultivo. **Ciência Rural**, 39: 1387-1393, 2009.

MOSCONI, E. A.; SCALDAFERRO, M. A.; GRABIELE, M.; CECCHINI, N. M.; GARCIA, Y. S.; JARRET, R.; DAVIÑA, J. R.; DACASSE, D. A.; BARBOZA, G. E.; EHRENDORFER, F. The Evolution of Chili Peppers (*Capsicum* – Solanaceae): a Cytogenetic Perspective. **Acta Horticulturae**, 745 :137-169. 2007.

NASCIMENTO FILHO, F. J.; ATROCH, A. L.; SOUZA, N. R.; GARCIA, T. B. CRAVO, M. S. COUTINO, N. R. Divergência genética entre clones de guaranazeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36: 501-506, 2001.

NEITZKE R. S.; BARBIERI R. L.; RODRIGUES W. F.; CORRÊA I. V.; CARVALHO F. I. F. Dissimilaridade genética entre acessos de pimenta com potencial ornamental. **Horticultura Brasileira**. 28: 47-53. 2010.

NEVES, S. M. A.; NUNES, M. C. M.; NEVES, N. J. Caracterização das condições climáticas de Cáceres/ MT-Brasil, no período de 1971 a 2009: subsídio às atividades agropecuárias e turísticas municipais. **Boletim Goiano de Geografia**. 31: 55-68, 2011.

OLIVEIRA, A. M. C. **Caracterização química, avaliação da atividade antioxidante in vitro e atividade antifúngica de pimentas do gênero *Capsicum ssp***, Teresina: Universidade Federal do Piauí, 2011. 82p. Dissertação (Mestrado em Alimentos e nutrição).

PAKDEEVARAPRRN, P.; WASEE, S.; TAYLOR, P. W. J.; MONGKOLPORN, O. Inheritance of resistance to anthracnose caused by *Colletotrichum capsici* in *Capsicum*. **Plant Breeding**, 124: 206-208, 2005.

PEREIRA, M. J. Z. **Reação de acessos de *Capsicum* spp. a *Colletotrichum* sp., agente causal da antracnose das solanáceas.** Piracicaba: ESALQ, 2005. 74p. (Dissertação – Mestrado em agronomia).

PEDROSA, R.A., MAFFIA, L.A., MIZUBUTI, E.S.G. & BROMMONSCHENKEL, S.H. Componentes de resistência em cebola a *Colletotrichum gloeosporioides*. **Fitopatologia Brasileira**, 29:606-613. 2004.

PEREIRA M. J. Z.; MASSOLA JUNIOR N. S.; SUSSEL A. A. B.; SALA F. C.; COSTA C. P.; BOITEUX L. S. Reação de acessos de *Capsicum* e de progênies de cruzamentos interespecíficos a isolados de *Colletotrichum acutatum*. **Horticultura Brasileira**, 29: 569-576. 2011.

RAMALHO, M. A. P; SANTOS, J. B; PINTO, C. A. B. P. **Genética na Agropecuária.** Lavras: UFLA, 2004. 472 p.

REIFSCHNEIDER, F. J. B. ***Capsicum* Pimentas e Pimentões do Brasil.** Brasília, DF: Embrapa comunicação para transferência de tecnologia/ Embrapa Hortaliças, 2000. 113 p.

RUFINO, J. L. S. & PENTEADO, D. C. S. Importância econômica, perspectivas e potencialidades do mercado para pimenta. **Informe Agropecuário**, 27: 7-15. 2006.

RUFINO, J. L. S. & PENTEADO, D. C. S. Importância econômica, perspectivas e potencialidades do mercado para pimenta. **Informe Agropecuário**. 27: 7-15, 2006.

SILVA, S. A. M.; RODRIGUES, R.; GONÇALVES, L. S. A.; SUNDRÉ, C. P. BENTO, C. S.; CARMO, M. G. F.; MEDEIROS, A. M. Resistance in *Capsicum* spp. to anthracnose affected by different stages of fruit development during pre- and postharvest. **Tropical Plant Pathology**, 39: 335-341, 2014.

SIMS D.A.; GAMON J.A. **Relationships between leaf pigment content and spectral reflectance across a wide range of species, leaf structures and developmental stages**. New York: Remote Sensing of Environment, 2002. v.81, 354p.

SHANER, G.; FINNEY, R.E. The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing resistance in knox wheat. **Phytopathology**, 67:1051-1056, 1977.

SOUZA, A. A. **Interação genótipos x ambientes na cultura do algodoeiro herbáceo via modelos de estabilidade, adaptabilidade e estratificação ambiental**. Areia: Universidade Federal da Paraíba, 2005. 146p. Tese (Doutorado em agronomia).

SOUZA, S. N. **Interação genótipo x ambiente, análise de divergência genética e seleção de pré-cultivares híbridas de *Capsicum baccatum* var. *pendulum***. Cáceres: Universidade do Estado de Mato Grosso, 2014, 49p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas).

SUDRÉ, C.P.; RODRIGUES, R.; RIVA, E.M.; KARASAWA, M.; AMARAL JÚNIOR, A.T. Divergência genética entre acessos de pimenta e pimentão utilizando técnicas multivariadas. **Horticultura Brasileira**. 23: 22-27, 2005.

SUDRÉ, C. P.; CRUZ, C. D.; RODRIGUES, R.; RIVA, E.M.; AMARAL JÚNIOR, A.T.; SILVA, D.J.H.; PEREIRA, T.N.S. Variáveis multicategóricas na determinação da divergência genética entre acessos de pimenta e pimentão. **Horticultura Brasileira**. 24: 88-93, 2006.

TAVARES, S. C. C. DE H.; COSTA, V. S. O.; SANTOS, V. F. C. **Instruções técnicas da EMBRAPA Semiárido**. Petrolina: EMBRAPA. Outubro, 2005. Disponível em <[http://www.cpatsa.embrapa.br:8080/public\\_eletronica/downloads/INT65.pdf](http://www.cpatsa.embrapa.br:8080/public_eletronica/downloads/INT65.pdf)>. Acesso em: 10 de maio de 2013.

TAVARES, G. M.; SOUZA, P. T. Efeito de fungicidas no controle *in vitro* de *colletotrichum gloeosporioides*, agente etiológico da antracnose do mamoeiro (*caricapapaya*l.). **Ciência e agrotecnologia**, 29: 52-59, 2005.

THAN P. P.; PRIHASTUTI, H.; PHOULIVONG, S.; TAYLOR, P. W. J.; HYDE, K. D. Chili anthracnose disease caused by *Colletotrichum* species. **Journal of Zhejiang University Science**, 9: 764-778, 2008.

TRAJANO, H. M. R. **Produção de pimenta (*Capsicum* spp.) e aspectos socioeconômicos das hortas comunitárias de Teresina, Piauí**. Teresina: Universidade Federal do Piauí, 2009. 101p. Dissertação (Programa Regional de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente).

VASCONCELOS, C. S.; BARBIERI, R. L.; NEITZKE, R. S.; PRIORI, D.; FISCHER, S. Z.; MISTURA, C. C. Determinação da dissimilaridade genética entre acessos de *Capsicum chinense* com base em características de flores. **Revista Ceres**, 59: 493-498. 2012.

VIANA, F. M.; CARDOSO, J. E.; FREIRE, F. C. O. **Antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides* (Penz) Penz. & Sacc)**. EMBRAPA. Disponível em <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/caju/arvore/CONT000fielsfi902wyiv80z4s473ewtp564.html>>. Acesso em 10 de maio de 2013.

VIANA, F. M. P.; FREIRE, F. C. O.; PARENTE, G. B. **Controle das principais doenças do pimentão cultivado nas regiões serranas do estado de Ceará**. Fortaleza: EMBRAPA. 2007.

VIDIGAL, D. S. **Alterações fisiológicas e bioquímicas em sementes de pimenta em função do estágio de maturação dos frutos**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 87p. Dissertação (Mestrado em fitotecnia).

VILELA, N. J. & JUNQUEIRA, K. P; Coeficiente técnico, custos, rendimento e rentabilidade das pimentas. **Informe Agropecuário**; 27: 104-108. 2006.

WAGNER, C. M. **Variedade e base genética da pungência e de caracteres do fruto: implicações no melhoramento de uma população de *Capsicum annum* L.**

Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”,2003. 104p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas).

## **APÊNDICE**



**Apêndice 1.** Transplântio dos 88 genótipos de *Capsicum* do BAG da UNEMAT para o campo.



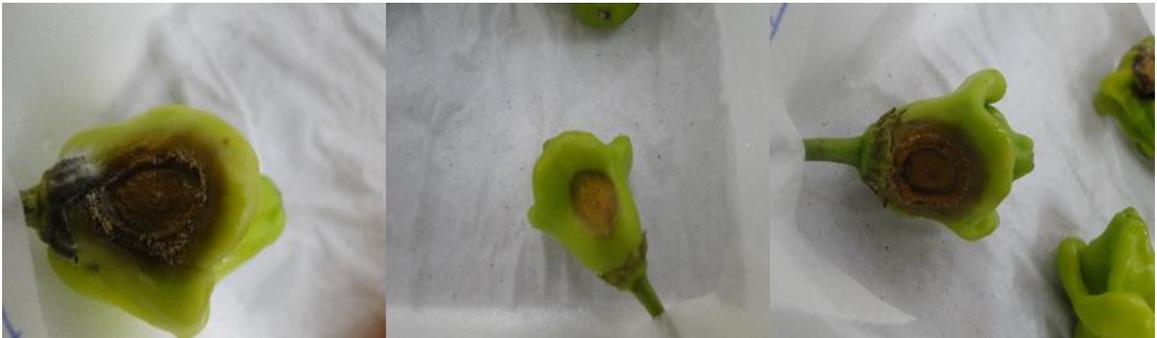
**Apêndice 2.** Desinfestação dos frutos dos 88 genótipos de *Capsicum* analisados do BAG da UNEMAT, em três etapas: a) 1 minuto em álcool 70%; b) 1 minuto em hipoclorito de sódio a 0,5%; e c) 1 minuto em água destilado esterilizada.



**Apêndice 3.** Acondicionamento das pimentas já inoculadas em bandejas de isopor contendo papel umedecido, envolto em um saco plástico para compor a câmara úmida.



**Apêndice 4.** Ferimento no fruto, inoculação da suspensão de esporos e avaliação da severidade da doença com base na mensuração do diâmetro e comprimento durando 11 dias de avaliação.



**Apêndice 5.** Severidade ao sétimo dia após a inoculação do fungo *Colletotrichum gloeosporioides* em genótipos imaturos de *Capsicum* spp.



**Apêndice 6.** Severidade ao sétimo dia após a inoculação do fungo *Colletotrichum gloeosporioides* em genótipos maduros de *Capsicum* spp.



**Apêndice 7.** Severidade ao sétimo (B e C) e 13º dia (A) após a inoculação do fungo *Colletotrichum gloeosporioides* em genótipos resistentes de *Capsicum* spp.