

## Avaliação de resistência a *Fusarium solani* em genótipos de mandioca

Evaluation of resistance to *Fusarium solani* in cassava genotypes

Evaluación de la resistencia a *Fusarium solani* en genotipos de yuca

Recebido: 04/06/2022 | Revisado: 26/06/2022 | Aceito: 29/06/2022 | Publicado: 08/07/2022

### Gabriel Ferreira Paiva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2418-7159>  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul, Brasil  
E-mail: [gabrielfpaiva2009.gf@gmail.com](mailto:gabrielfpaiva2009.gf@gmail.com)

### Gustavo Henrique Silveira de Souza

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3094-3563>  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul, Brasil  
E-mail: [gu.ssouza99@gmail.com](mailto:gu.ssouza99@gmail.com)

### Angelica Rodrigues Alves

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5458-6869>  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul, Brasil  
E-mail: [angelica.alves@novaandradina.org](mailto:angelica.alves@novaandradina.org)

### Brenda Virgínia Sanches Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9999-3596>  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul, Brasil  
E-mail: [brenda.silva@novaandradina.org](mailto:brenda.silva@novaandradina.org)

### Luiz Henrique Costa Mota

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9153-6086>  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul, Brasil  
E-mail: [luiz.mota@ifms.edu.br](mailto:luiz.mota@ifms.edu.br)

### Francisco José Teixeira Gonçalves

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1985-5231>  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão, Brasil  
E-mail: [goncalvesfj@yahoo.com.br](mailto:gonalvesfj@yahoo.com.br)

### Nancy Farfan Carrasco

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1456-5761>  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul, Brasil  
E-mail: [nancy.carrasco@ifms.edu.br](mailto:nancy.carrasco@ifms.edu.br)

### Resumo

O desenvolvimento de variedades de mandioca resistentes a *Fusarium solani* é economicamente viável para os produtores. Para isso torna-se necessária a identificação de fontes de resistência para que possam ser estimados parâmetros genéticos, aumentando assim informações para os melhoristas. O gênero *Fusarium* é um dos principais causadores de danos, causando grandes impactos econômicos nas lavouras de mandioca em todo o mundo. Portanto, o objetivo deste trabalho foi identificar os níveis de resistência a *F. solani* nos genótipos de mandioca do Banco de Germoplasma do IFMS. A inoculação em solo previamente autoclavado foi realizada através da adição de uma mistura de areia e fubá, onde foi colocada uma suspensão de esporos e crescido por 20 dias. Para a testemunha foi adicionado ao solo somente a mistura de areia e fubá. O experimento foi conduzido em casa de vegetação. O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, com 41 tratamentos (genótipos), com seis repetições. Neste trabalho obtivemos genótipos agrupados como resistentes, medianamente resistentes, moderadamente susceptíveis e susceptíveis. O destaque deste estudo foi a importância da mandioca na cadeia produtiva mundial e o impacto que os patógenos radiculares podem causar a esta cultura.

**Palavras-chave:** Fusariose; *Manihot esculenta*; Podridão radicular.

### Abstract

The development of cassava varieties resistant to *Fusarium solani* is economically viable for producers. For this, it is necessary to identify sources of resistance so that genetic parameters can be estimated, thus increasing information for breeders. The *Fusarium* genus is one of the main causes of damage, causing major economic impacts on cassava crops worldwide. Therefore, the aims of this work was to identify the levels of resistance to *F. solani* in cassava genotypes from the IFMS Germplasm Bank. Inoculation in previously autoclaved soil was performed by adding a mixture of sand and cornmeal, where a spore suspension was placed and grown for 20 days. For the control, only the mixture of sand and cornmeal was added to the soil. The experiment was carried out in a greenhouse. The experimental design adopted was completely randomized, with 41 treatments (genotypes), with six replications. In this paper we obtained genotypes grouped as resistant, moderately resistant, moderately susceptible and susceptible.

The highlight of this study was the importance of cassava in the world production chain and the impact that root pathogens can cause to this crop.

**Keywords:** Fusariosis; *Manihot esculenta*; Root rot.

### Resumen

El desarrollo de variedades de yuca resistentes a *Fusarium solani* es económicamente viable para los productores. Para ello es necesario identificar las fuentes de resistencia para que se puedan estimar parámetros genéticos, aumentando así informaciones para los mejoradores. El género *Fusarium* es uno de los principales causadores de daños, causando grandes impactos económicos, en los campos de yuca en todo el mundo. Por tanto, el objetivo de este trabajo fue identificar los niveles de resistencia a *F. solani* en los genótipos de yuca del banco de germoplasma del IFMS. La inoculación en suelo previamente autoclavado fue realizado através de adición de una mistura de arena y harina de maíz. El experimento fue conduzido en casa de vegetación. El delineamiento experimental adoptado fue el de enteramente aleatorizado, con 40 tratamientos (genótipos), con seis repeticiones. En este trabajo obtuvimos genótipos agrupados como resistentes, medianamente resistentes, moderadamente susceptibles y susceptibles. El destaque de este estudio fue la importancia de la yuca en la cadena productiva mundial y el impacto que los patógenos radiculares pueden causar a este cultivo.

**Palabras clave:** Fusariosis; *Manihot esculenta*; Pudrición radicular.

## 1. Introdução

A mandioca é um dos alimentos mais produzidos e consumidos mundialmente, tanto para alimentação animal, quanto para a alimentação humana, principalmente nas regiões tropicais. Segundo a Food and Agriculture Organization (FAO) a produção de mandioca no Brasil de 2020 foi 18,2 milhões de toneladas, sendo essa produção proveniente de uma área de 1,2 milhões de ha.

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) pertence à classe das dicotiledôneas, à ordem Euphorbiales e ao gênero *Manihot*, sendo este gênero composto por aproximadamente 98 espécies (Fialho & Vieira, 2011). O centro de origem da mandioca está localizado nas regiões centro-oeste e norte do Brasil, nos estados de Tocantins, Goiás, Mato Grosso, Rondônia e Acre (Olsen & Schaal, 2001).

Devido a importância da mandioca no Brasil e no mundo, diversos bancos de germoplasmas foram criados com o intuito de reunir germoplasmas de mandioca, evitando assim a perda de genes ou erosão genética e assegurar uma ampla base genética para posteriores programas de melhoramentos (Fukuda et al., 1996).

Por conta da expansão das áreas cultivadas no Brasil, tem sido realizado um acompanhamento e levantamento de ocorrência de doenças que afetam o desenvolvimento e produtividade das plantas, sendo os principais causadores de danos radiculares os fungos dos gêneros *Phytophthora* e *Fusarium*. Por serem patógenos de solo, o controle químico é difícil e ineficiente, além disso, deve-se considerar o fato de que suas moléculas podem apresentar interações com os componentes do solo, podendo causar sérios danos ambientais e gera alto custo ao produtor (Stefanello, 2016).

Em um estudo na África, foi observado que a podridão radicular é responsável por até 80% das perdas nas plantações, sendo classificada em podridão seca, mole e negra (Bandyopadhyay et al., 2006). A podridão seca é caracterizada por apresentar estrias marrons escuras e as raízes se apresentam secas, sendo causada por fungos do gênero *Fusarium*, a espécie de maior frequência causando podridões radiculares é *Fusarium solani*, já a podridão mole apresenta escurecimento do tecido com exsudação líquida e fétida, sendo causada por *Phytophthora nicotianae*, *Phytophthora drechsleri* e *Pythium sclerotium* e a podridão negra apresenta lesões enegrecidas nas raízes e caules, podendo evoluir para podridão mole, porém não apresenta odor desagradável, sendo causada por *Neoscytalidium hyalinum* e fungos do gênero *Lasioidiplodia* (Boas et al., 2016).

O gênero *Fusarium* pertence ao filo Ascomycota, classe Sordariomycetes, ordem Hypocreales e família Nectriaceae (Index Fungorum, 2021). Devido a uma série de variações tanto na sua morfologia, características patogênicas e alta variabilidade genética, é bastante numerosa a quantidade de espécies dentro do gênero *Fusarium*, tornando-se necessário utilizar uma classificação complexa que é dividida em seções, *formae speciales* e raças (Oliveira & Costa, 2002). Esse gênero é

um dos principais causadores de danos, causando grandes impactos econômicos, devido a sua ação fitopatogênica (Saremi et al., 1999).

Testes de patogenicidade utilizando patógenos radiculares são realizados frequentemente com inoculações em solo estéril, buscando avaliar o desempenho de genótipos na presença do patógeno e gerando dados para melhoristas selecionarem genótipos de melhor desempenho e desenvolver novas variedades (Andrivon et al., 1998; Bolkan & Wenham, 1973; Fenille et al., 2005; Fokunang et al., 2000).

Através da proposta deste trabalho, teve-se como objetivo identificar os níveis de resistência a *Fusarium solani* nos genótipos de mandioca do Banco de Germoplasma do IFMS.

Este trabalho justifica-se em função de que os resultados da pesquisa poderão promover possibilidades de seleção de variedades de mandioca mais resistentes ao ataque desse patógeno.

## 2. Metodologia

### Obtenção dos isolados fúngicos

As plantas de mandioca com sintomas de podridão seca foram coletadas em propriedades localizadas na região do Vale do Ivinhema, localizado no estado de Mato Grosso do Sul. As amostras foram levadas ao laboratório de Biologia do Instituto Federal de Mato Grosso do Sul, para o isolamento dos patógenos. Foram realizadas etapas de limpeza e desinfestação do material e retirados fragmentos da área de transição das lesões com áreas sadias das raízes, sendo estes transferidos para placas de Petri contendo meio de cultura BDA (Batata-Dextrose-Ágar) e incubados em câmara de germinação B.O.D a temperatura de  $25\pm 2^{\circ}\text{C}$  (Alfenas et al., 2016). Após o crescimento micelial, foram retirados fragmentos e transferidos para outra placa com BDA e incubados nas condições já citadas. Posteriormente foram realizados isolamentos monospóricos para obtenção de culturas puras de acordo com Dhingra e Sinclair (1995). Após isso as culturas puras foram devidamente preservadas em refrigerador na temperatura média de  $4^{\circ}\text{C}$ .

### Caracterização morfológica dos isolados

Os isolados foram cultivados em placas de Petri contendo meio de cultura BDA e incubados em câmara de germinação B.O.D a temperatura de  $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ , para a formação de micélio e esporulação. Posteriormente, lâminas microscópicas em lactofenol foram preparadas e visualizadas em microscópio de luz, sendo realizada a identificação do fungo através da observação dos caracteres morfológicos de acordo com Leslie e Summerell (2006), sendo possível a identificação do isolado como pertencente ao complexo de espécie *Fusarium solani* (FSSC).

### Preparo do inóculo

Foram utilizados os isolados de *F. solani* crescidos em placas de Petri contendo meio de cultura BDA à temperatura de  $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ , durante sete dias para a formação de micélio e esporulação. As suspensões de esporos foram obtidas adicionando 10 mL de água destilada esterilizada nas placas de Petri contendo crescimento fúngico, sendo os conídios liberados com a realização de uma raspagem com bastão de vidro. A suspensão dos conídios, esta foi filtrada em uma dupla camada de gaze, e a concentração dos esporos determinada pela contagem utilizando um microscópio óptico e um hemocítmetro (câmara de Neubauer) sendo ajustada para  $1 \times 10^5$  conídios  $\text{mL}^{-1}$ .

### Infestação do solo

Para a infestação do solo foi utilizado uma mistura de areia peneirada e fubá de milho, na proporção de 3:1. A mistura foi colocada em sacos plásticos e autoclavada duas vezes a 120 °C, durante 1 hora. Após o resfriamento por 24 horas foram adicionados 150 mL de suspensão contendo os esporos dos isolados separadamente em cada Kg da mistura estéril.

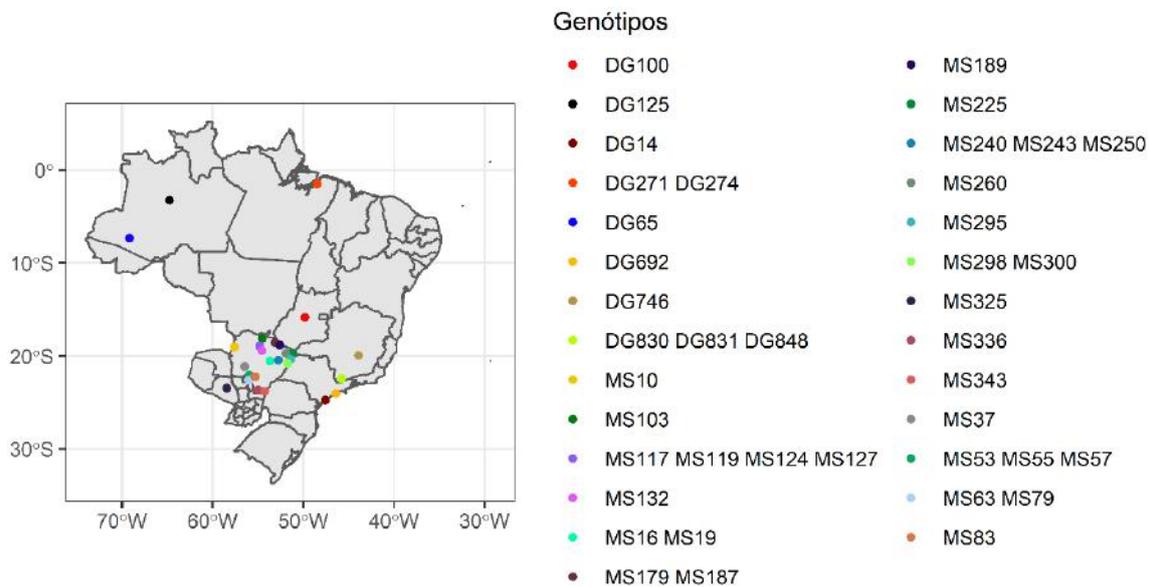
A mistura foi mantida a temperatura de 25±2°C por 20 dias, sendo homogeneizadas a cada 2 dias para o crescimento dos propágulos fúngicos, segundo a metodologia proposta por Hohenfeld (2016).

### Obtenção dos genótipos e preparo das manivas para o plantio

Foram utilizados 41 genótipos do banco de germoplasma do IFMS. As coordenadas dos locais de procedência dos genótipos se encontram na figura 1.

Para este experimento foram utilizadas manivas com 10 cm de comprimento e diâmetro mais uniforme possível.

**Figura 1.** Local de origem dos genótipos.



Fonte: Autores.

### Plantio das manivas em solo infestado

As manivas foram plantadas em sacos plásticos de 35 x 23,5 cm, com 3 kg de solo estéril e uma camada de 200 g da mistura preparada anteriormente e acondicionados em casa de vegetação, com temperatura e umidade controladas.

Como forma de controle, foi distribuído 200 g da mistura de fubá e areia sem o inóculo. Após 2 dias do plantio já pode ser observado propágulos do fungo crescendo na superfície do solo. As avaliações ocorrerão após 2 meses do plantio das manivas.

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, com 41 tratamentos (genótipos) e seis repetições cada.

### Análise dos dados

Os dados quantitativos foram submetidos à análise de variância e as médias foram agrupadas e submetidas ao teste Scott-Knott ( $p < 0,05$ ) e análise de cluster, através da distância euclidiana e do método average utilizando como auxílio o programa estatístico R. Através das medidas da colonização das manivas, foi utilizada uma escala adaptada com o índice de

McKinney (1925): 0= plantas sem sintomas; 1= plantas com menos de 10% até 25% de sintomas; 2= plantas com 25% até 50% de sintomas; 3= plantas com 50% até 75% de sintomas; e 4= plantas de 75% até 100% de sintomas.

### 3. Resultados e Discussão

Os resultados mostram que os genótipos do banco de germoplasma apresentaram diferentes níveis de resistência a *F. solani*, sendo estes apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Tamanho das lesões das manivas, porcentagem de redução dos pesos e parte aérea e raiz e porcentagem de redução do volume de raiz.

Genótipos	Lesão (cm)	%RPA	%RPR	%RVR	Notas
MS325	1,42 a	35,68 b	2,10 a	16,25 a	1
DG 848	1,62 a	57,43 c	14,93 a	54,69 b	2
MS179	1,71 a	15,96 a	30,10 b	77,85 b	2
MS187	1,88 a	30,56 b	73,26 c	70,69 b	2
MS189	1,87 a	30,12 b	62,61 c	66,67 b	2
DG 125	1,92 a	39,68 b	84,13 d	84,51 c	2
MS55	2,03 a	31,63 b	71,37 c	63,24 b	2
DG 692	2,05 a	0,73 a	18,60 a	71,70 b	2
MS225	2,16 a	12,35 a	20,56 a	50,53 b	2
DG 014	2,18 a	23,03 b	58,82 c	65,38 b	2
MS336	2,39 a	3,68 a	76,29 c	77,61 b	2
MS119	2,85 a	12,28 a	6,10 a	32,94 a	2
MS298	3,13 a	49,82 c	35,82 b	62 b	2
MS79	3,16 a	47,41 c	35,16 b	12,20 a	2
MS37	3,23 a	7,69 a	31,11 b	16,67 a	2
MS19	3,40 a	25,74 b	38,84 b	52,20 b	2
DG 746	3,60 a	8,82 a	50 b	65,28 b	2
DG 831	3,64 a	10,11 a	19,49 a	39,22 a	2
DG 100	3,77 a	8,40 a	58,50 c	87,84 c	2
MS240	3,84 a	26,62 b	18,57 a	6,76 a	2
MS250	3,85 a	59,21 c	50 b	64,29 b	2
DG 274	4,02 a	56,14 c	67,88 c	64,42 b	2
MS83	4,04 a	68,44 c	50,43 b	75,22 b	2
MS132	4,07 a	10,80 a	53,79 c	19,64 a	2
MS10	4,33 a	3,61 a	34,27 b	45,56 a	3
MS16	4,64 a	28,94 b	88,72 d	97,39 c	3
MS295	4,84 a	11,49 a	27,82 b	21,25 a	3
MS57	4,84 a	7,69 a	27,01 b	24,78 a	3
MS127	4,96 a	83,81 d	85,07 d	95,24 c	3
MS63	5,28 b	1,85 a	10,57 a	22,51 a	3
MS343	5,57 b	45,95 c	79 d	75,34 b	3
DG 830	5,69 b	59,04 c	84,07 d	85,59 c	3
DG 271	5,87 b	87,85 d	96,62 d	98,59 c	3

DG 065	6,67 b	34,21 b	39,38 b	19,44 a	3
MS53	6,76 b	51,86 c	68,33 c	75,68 b	3
MS300	7,22 b	19,41 b	79,31 d	66,67 b	4
MS103	8,03 b	100 d	100 d	100 c	4
MS117	8,46 b	74,58 d	64,29 c	87,93 c	4
MS260	8,56 b	24,12 b	20,41 a	23,81 a	4
MS124	8,85 b	100 d	100 d	100 c	4
MS243	9,16 b	100 d	100 d	100 c	4

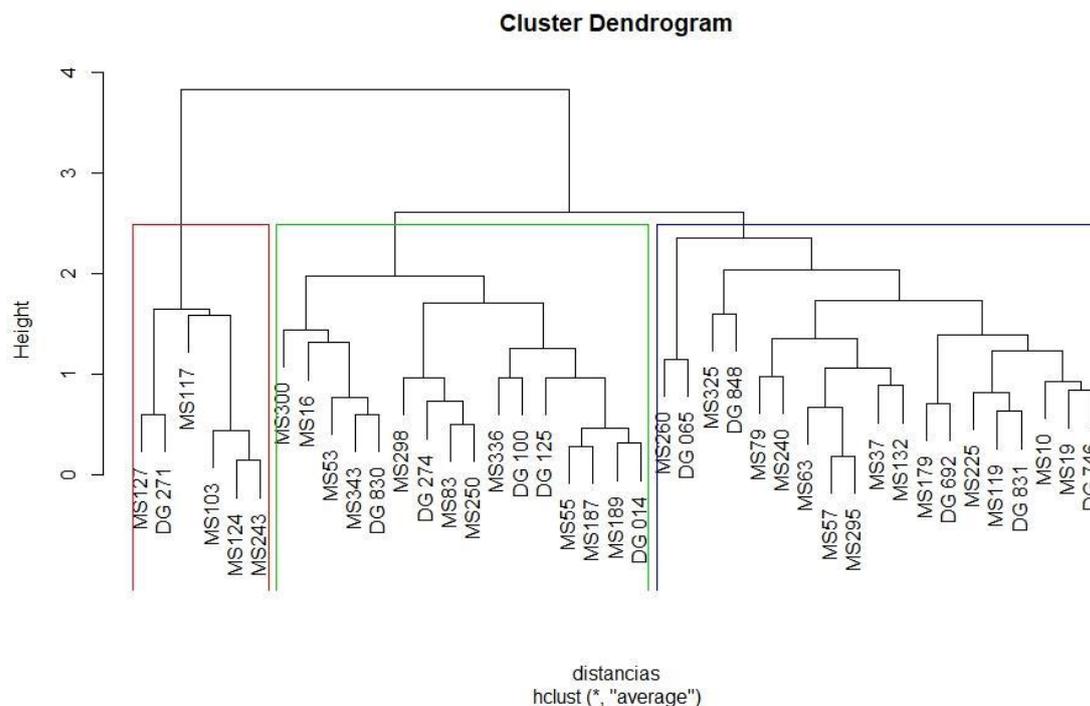
%RPA = % Redução peso parte aérea, %RPR = % Redução peso raiz, %RVR = % Redução volume de raiz e Notas = níveis de resistência baseado na escala proposta por McKinney. Fonte: Autores.

Na redução de parte aérea (%RPA), podemos observar que os genótipos MS179, MS225, MS119, MS295, MS132, DG831, DG746, DG100, MS37, MS57, MS336, MS10, MS63 e DG692 (grupo a) apresentaram maior peso da parte aérea. Já os genótipos MS103, MS124, MS243, DG271, MS127 e MS117 foram agrupados como menor peso da parte aérea (grupo d). Podemos observar na Tabela 1 que os genótipos que tiveram menor redução da parte aérea foram justamente aqueles que apresentaram maior resistência à *F. solani*. A redução de parte aérea está relacionada com a pressão do patógeno sobre o desenvolvimento das plantas. Estes resultados concordam com os estudos conduzidos por Santiago et al. (2018) que também observaram redução significativa do desenvolvimento da parte aérea nas variedades de mandioca inoculadas com patógenos do gênero *Fusarium*. Já na porcentagem de redução do peso (%RPR) e volume de raiz (%RVR), podemos observar que os genótipos MS225, MS260, DG831, DG692, MS240, DG848, MS63, MS119 e MS325 (grupo a) apresentaram maior peso de raiz. Os genótipos MS103, MS124, MS243, DG271, MS16, MS127, DG125, DG830, MS300 e MS343 foram agrupados como menor peso de raiz (grupo d) e na redução do volume de raiz, os genótipos MS10, DG831, MS119, MS57, MS260, MS63, MS295, MS132, DG065, MS37, MS325, MS79 e MS240 (grupo a) apresentaram maiores volumes de raiz. Como é sabido *F. solani* e outros patógenos associados a este tipo de doença afetam diretamente o sistema radicular da planta ocasionando grandes perdas na sua produção, sendo que quanto mais tempo as raízes permanecerem no solo, maior a perda e consequentemente maior o dano econômico ao produtor (Onyeka et al., 2005; Messiga et al., 2004). Em outras pesquisas, visando observar o desenvolvimento de genótipos de espécies vegetais afetadas por patógenos radiculares também foram observadas redução dos pesos e volumes de raízes, podendo os genótipos serem diferenciados resistentes e susceptíveis (Miranda et al., 2007; Rocha, 2017). Já os genótipos MS103, MS124, MS243, DG271, MS16, MS127, MS117, DG100, DG830 e DG125 foram agrupados como menores peso de volume de raiz (grupo d). Na colonização interna das manivas, os genótipos MS127, MS57, MS295, MS16, MS10, MS132, MS83, DG274, MS250, MS240, DG100, DG831, DG746, MS19, MS37, MS79, MS298, MS119, MS336, DG014, MS225, DG692, MS55, DG125, MS187, MS189, MS179, DG848 e MS325 (grupo a) apresentaram menores tamanhos de lesões internas nas manivas, enquanto os genótipos MS243, MS124, MS260, MS117, MS103, MS300, MS53, DG065, DG271, DG830, MS343 e MS63 (grupo d) apresentaram maiores tamanhos de lesões internas nas manivas. Trabalhos mostram que as lesões causadas por este patógeno podem ocorrer em até 1 metro de caule de mandioca colhido acima do solo, visto que o ataque ocorre no ponto da haste junto ao solo, causando lesões e obstruindo totalmente os tecidos vasculares, impedindo a livre circulação da seiva (Bandyopadhyay et al., 2006; Gomes & Leal, 2003). Este fator é importante quando se trabalha com produção de manivas sementes, visto que a maior parte da sua reprodução é realizada assexuadamente (Oliveira et al., 2017).

### Seleção dos genótipos de mandioca

Após as análises de peso da parte aérea, peso e volume de raiz e tamanho de lesão interna nas manivas foi detectada diversidade entre os genótipos, sendo necessário agrupá-los para realizar a seleção, levando em consideração essas características. Para o agrupamento destes genótipos foi utilizada a distância euclidiana e o método average (Figura 2). Os genótipos DG746, MS19, MS10, DG831, MS119, MS225, DG692, MS179, MS132, MS37, MS295, MS57, MS63, MS240, MS79, DG848, MS325, DG065, MS260 apresentaram em comum maior peso da parte aérea, maiores pesos e volumes de raízes e menor tamanho de lesão e foram agrupados como resistentes, DG014, MS189, MS187, MS55, DG125, DG100, MS336, MS250, MS83, DG274, MS298, DG830, MS343, MS53, MS16, MS300 identificados na escala de resistência como genótipos medianamente resistentes. Com tudo isso, podemos concluir que esses genótipos têm características promissoras para serem selecionadas como genótipos medianamente resistentes e MS243, MS124, MS103, MS117, DG271, MS127 foram agrupados como susceptíveis, pois apresentaram menor peso da parte aérea, menores pesos e volumes de raízes e maior tamanho de lesão.

**Figura 2.** Análise das características utilizando a distância euclidiana e método average para resistência a *F. solani*.



Fonte: Autores.

No grupo destacado em vermelho, os genótipos MS243, MS124, MS103, MS117, DG271, MS127 foram agrupados como susceptíveis a *F. solani*, apresentando menores pesos de massa fresca da parte aérea, peso de massa fresca e volume de raiz e maior colonização interna das manivas, sendo este grupo possuidor de características não desejáveis para programas de melhoramento.

Já o grupo destacado em azul, os genótipos DG746, MS19, MS10, DG831, MS119, MS225, DG692, MS179, MS132, MS37, MS295, MS57, MS63, MS240, MS79, DG848, MS325, DG065, MS260 foram agrupados como resistentes e medianamente resistentes a *F. solani*, apresentando maiores pesos da parte aérea, peso e volume de raiz e menor colonização interna das manivas, apresentando características promissoras para programas de melhoramento.

O grupo destacado em verde, os genótipos DG014, MS189, MS187, MS55, DG125, DG100, MS336, MS250, MS83, DG274, MS298, DG830, MS343, MS53, MS16, MS300 foram agrupados como medianamente susceptíveis. apresentando algumas características promissoras e não promissoras para programas de melhoramento, ou seja, são intermediários possuindo genótipos com potencial de transferência de características de interesse. Através das análises de agrupamento considerando todas as características avaliadas neste trabalho, incluindo os níveis de resistência, foram agrupados genótipos moderadamente resistentes com alta capacidade de retenção foliar, peso da parte aérea e peso de raiz, o que nos indica que esses genótipos são importantes para serem considerados em programas de melhoramento. A avaliação dos caracteres agrônômicos e as distâncias genéticas também podem auxiliar na seleção de genótipos resistentes, expressando seu desenvolvimento nas condições de determinada localidade onde o estudo está sendo realizado (Araújo, 2017).

#### 4. Conclusão

Com os resultados apresentados podemos observar a importância de se pensar em melhoramento genético de plantas, sendo que o melhoramento genético de plantas gera uma das maiores taxas de retorno de investimento em pesquisa, constatando aumento de produtividade em muitas culturas, inclusive a mandioca, e por se tratar de fungos do gênero *Fusarium* que são patógenos de solo, visto que seu controle é dificultado por várias razões.

Desta forma torna-se necessário a realização de outros estudos utilizando estes genótipos, buscando resistência a outros potenciais fatores limitantes, como pragas, outras doenças e fatores ambientais para o cultivo da mandioca no mundo.

#### Agradecimentos

Os autores agradecem todo o apoio oferecido pelo Laboratório de Fitopatologia e Microbiologia Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul – Nova Andradina (IFMS-NA).

#### Referências

- Alfenas, A. C., Mafía, R. G. & Gonçalves, R. C. (2016). *Métodos em Fitopatologia*. (2a ed.), Universidade Federal de Viçosa.
- Andrison, D., Lucas, J. M., Guérin, C. & Jouan, B. (1998). Colonization de roots, stolons, tubers and stems of various potato (*Solanum tuberosum*) cultivars by the black-dot fungus *Colletotrichum coccodes*. *Plant Pathology*, 47, (4), 440-445.
- Araújo, L. B. R. (2017). *Potencial genético de variedades tradicionais de feijão – caupi e avaliação para resistência à murcha-de-Fusarium*. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- Bandyopadhyay, R., Mwangi, M., Aigbe, S. O. & Leslie, J. F. (2006). *Fusarium* species from the cassava root rot complex in West Africa. *Phytopathology*, 96, (6), 673-676.
- Boas, S. A., Oliveira, S. A. S., Bragança, C. A. D., Ramos, J. B. & Oliveira, J. (2016). Survey of fungi associated with cassava root rot from different producing regions in Brazil. *Scientia Agrícola*, 74, (1), 60-67.
- Bolkan, H. A. & Wenham, H. T. (1973). Pathogenicity of potato sclerotial isolates of *Rhizoctonia solani* to potato shoots. *Journal of Experimental Agriculture*, 1, (4), 383-385.
- Dhingra, O. D. & Sinclair, J. B. (1995). *Basic Plant Pathology Methods*. (2a ed.), Boca Raton: CRC-Press.
- Fenille, R. C., Ciampi, M. B., Souza, N. L., Nakatani, A. K. & Kuramae, E. E. (2005). Binucleate *Rhizoctonia* sp. AG G causing root rot in yacon (*Smallanthus sonchifolius*) in Brazil. *Plant Pathology*, 54, (3), 325-330.
- Fialho, J. F. & Vieira, E. A. (2011). *Mandioca no Cerrado: orientações técnicas*. Embrapa Cerrados.
- Fokunang, C. N., Dixon, A. G. O., Akem, C. N. & Ikotun, T. (2000). Cultural, Morphological and Pathogenic Variability in *Colletotrichum gloeosporioides* f. sp. *Manihotis* Isolates from Cassava (*Manihot esculenta*) in Nigeria. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 3, (4), 542-546.
- Fukuda, W. M. G., Costa, I. R. S., Vilarinhos, A. D. & Oliveira, R. P. (1996). *Banco de germoplasma de mandioca: Manejo, Conservação e Caracterização*. Bahia: Embrapa-CNPMP.
- Gomes, J. C. & Leal, E. C. (2003). Cultivo da Mandioca para a Região dos Tabuleiros Costeiros. Embrapa Mandioca e Fruticultura. *Sistemas de Produção 11*.

Hohenfeld, C. S. (2016) *Podridão radicular da mandioca: Metodologias de inoculação e seleção de fontes de resistência*. (Dissertação de Mestrado). Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, Brasil.

Index Fungorum. <http://www.indexfungorum.org/names/Names-Record.asp?RecordID=8284>.

Leslie, J. F. & Summerell, B. A. (2006). *The Fusarium laboratory manual*. Blackwell Publishing.

Messiga, A. J. N. A., Mwangi, M., Bandyopadhyay, R. & Nolte, C. (2004). *The status of fungal tuber rots as a constraint to cassava production in the Pouma district of Cameroon*. In: 9º Simpósio Trienal da Sociedade Internacional para Culturas de Raízes Tropicais, Mombasa, Quênia.

Miranda, B. A., Lobo Júnior, M. & Cunha, M. G. (2007). Reação de cultivares do feijoeiro comum às podridões radiculares causadas por *Rhizoctonia solani* e *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli*. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 37, (4), 221-226.

McKinney, R. H. (1925). Influence of soil temperature and moisture on infection of wheat seedlings by *Helminthosporium sativum*. *Journal of Agricultural Research*, 31, (9), 195-218.

Oliveira, E. J., Oliveira, S. A. S., Boas, S. A. V., Hohenfeld, C. S. & Santos, V. S. (2017). Selection of cassava accessions with multiple resistance to pathogens associated with root rot disease. *Euphytica*, 213, (8), 1-13.

Oliveira, V. C. & Costa, J. L. S. (2002). Análise de restrição de DNA ribossomal amplificado (ARDRA) pode diferenciar *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli* de *F. solani* f. sp. *glycines*. *Fitopatologia Brasileira*, 27, (6), 631-634.

Olsen, K. M. & Schaal, B. A. (2001). Microsatellite variation in cassava (*Manihot esculenta*, Euphorbiaceae) and its wild relatives: further evidence for a Southern Amazonian origin of domestication. *American Journal of Botany*, 88, (1), 131-142.

Onyeka, T. J., Dixon, A. G. O. & Ekpo, E. J. A. (2005). Field evaluation of root rot disease and relationship between disease severity and yield in cassava. *Experimental Agriculture*, 41, (3), 357-363.

Rocha, A. O. (2017) *Manejo da podridão de raiz e colo de coentro (Coriandrum sativum L.)*. (Dissertação de Mestrado) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, Brasil.

Saremi, H., Burgess, L. W. & Backhouse, D. (1999). Temperature effects on the relative abundance of *Fusarium* species in a model plant-soil ecosystem. *Soil Biology and Biochemistry*, 31, (7), 941-947.

Santiago, C. H., Santana, M. P., Cairo Junior, L. R., Oliveira, S. A. S. & Oliveira, E. J. (2018). Methodologies for selecting cassava with resistance to dry and black root rot under controlled conditions. *Bragantia*, 77, (3), 440-451.

Stefanello, L. (2016). *Produtividade e controle de podridão radicular na cultura da mandioca (Manihot esculenta) com o uso de Trichoderma spp.* (Dissertação de Mestrado) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, Brasil.