

Alan Mario Zuffo
Jorge González Aguilera
Bruno Rodrigues de Oliveira
(Organizadores)

Ciência em Foco

2019



Pantanal Editora

Alan Mario Zuffo
Jorge González Aguilera
Bruno Rodrigues de Oliveira
(Organizadores)

Ciência em Foco



Pantanal Editora

2019

Copyright© Pantanal Editora
Copyright do Texto© 2019 Os Autores
Copyright da Edição© 2019 Pantanal Editora
Editor Chefe: Prof. Dr. Alan Mario Zuffo
Editores Executivos: Prof. Dr. Bruno Rodrigues de Oliveira
Prof. Dr. Jorge González Aguilera

Diagramação: Armando Céspedes Figueredo
Edição de Arte: Amando Céspedes Figueredo
Revisão: Os Autores

Conselho Editorial

- Prof^ª. Dr^ª. Albys Ferrer Dubois – UO
- Prof. Dr. Caio Cesar Enside de Abreu – UNEMAT
- Prof. Msc. David Chacon Alvarez – UNICENTRO
- Prof. Msc. Javier Revilla Armesto – UCG
- Prof. Dr. Julio Cezar Uzinski – UFMT
- Prof. Msc. Lucas Rodrigues Oliveira – Município de Chapadão do Sul
- Prof. Dr. Rafael Felipe Ratke – UFMS
- Prof. Dr. Wéverson Lima Fonseca – UFC
- Prof^ª. Dr^ª. Yilan Fung Boix - UO

Conselho Técnico Científico

- Esp. Joacir Mário Zuffo Júnior - UNEMAT
- Esp. Maurício Amormino Júnior - UFMG

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
C569	Ciência em foco [recurso eletrônico] / Organizadores Alan Mario Zuffo, Jorge González Aguilera, Bruno Rodrigues de Oliveira. – Nova Xavantina, MT: Pantanal Editora, 2019. 202 p. Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-81460-00-6 1. Ciências agrárias – Pesquisa – Brasil. 2. Engenharias – Pesquisa – Brasil. I. Zuffo, Alan Mario. II. Aguilera, Jorge González. III. Oliveira, Bruno Rodrigues de. CDD 630.72
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

O conteúdo dos livros e capítulos, seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. O download da obra é permitido e o compartilhamento desde que sejam citadas as referências dos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Pantanal Editora
Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000
Nova Xavantina – Mato Grosso - Brasil
Telefone (66)99682-4165 (Whatsapp)
www.editorapantanal.com.br
contato@editorapantanal.com.br

Apresentação

O avanço da Ciência tem promovido o desenvolvimento de inúmeras tecnologias que tende a proporcionar o incremento da produção de alimentos, a melhoria da qualidade de vida da população, a preservação e sustentabilidade do planeta. Todavia, além da geração de novos conhecimentos é necessário a dispersão para o público alvo. Algo que geralmente é negligenciado por muitos autores, pois, se limitam apenas em publicar um artigo científico.

Nesse aspecto, a “Pantanal Editora” surgiu com a missão de “publicação de trabalhos de pós-doutorado, teses, dissertações, monografias, trabalhos de conclusão de curso, ensaios e artigos científicos” com o lema "Ciência com consciência". Nossos valores são construídos sob esse alicerce. Qualidade, ética, relevância acadêmica e impacto social, norteiam nossos trabalhos. Diferentemente de outras editoras, nós procuramos pesquisadores que estejam dispostos a fazerem capítulos que passaram por revisões criteriosas e não somente aplicar o binômio pagou-publicou.

Além disso, tem como visão “A ciência é vital para o desenvolvimento humano, e seu progresso somente é possível quando apoiado sobre o conhecimento científico passado. Por isso a divulgação dos trabalhos científicos é essencial para que a ciência possa alcançar a todos, transformando nossa sociedade.”

Com base nesses pilares, a “Pantanal Editora” orgulhosamente apresenta em seu primeiro livro “Ciência em Foco”, em seus 22 capítulos, avanços nas áreas de Ciências Agrárias e da Engenharia. Conhecimento estes, que irá agregar muito aos seus leitores, entre os assuntos, adubação nitrogenada na soja, diversidade genética de cultivares de mandioca, produção de mudas, magnetismo na agricultura, técnicas de avaliação do sistema radicular das plantas, percepção ambiental de alunos, análise de gestão de resíduo sólidos, conservação de estradas, sustentabilidade e responsabilidade social. Portanto, fica evidente que essas pesquisas procuram promover melhorias quantitativas e qualitativas na produção de alimentos e, ou melhorar a qualidade de vida da sociedade. Sempre em busca da sustentabilidade do planeta.

Aos autores dos diversos capítulos, pela dedicação e esforços sem limites, que viabilizaram esta obra que retrata os recentes avanços científicos e tecnológicos, os agradecimentos dos Organizadores e da Pantanal Editora.

Por fim, esperamos que este livro possa colaborar e instigar mais estudantes e pesquisadores na constante busca de novas tecnologias. Assim, garantir uma difusão de conhecimento fácil, rápido para a sociedade.

Alan Mario Zuffo
Jorge González Aguilera
Bruno Rodrigues de Oliveira

SUMÁRIO

Ciências Agrárias

Capítulo 1	6
Características agronômicas da soja em função da adubação nitrogenada associada à inoculação de <i>Bradyrhizobium japonicum</i>	
Capítulo 2	14
Caracterização e diversidade genética de germoplasma de mandioca-de-mesa da região urbana de Chapadão do Sul, MS	
Capítulo 3	30
Caule decomposto de buritizeiro e doses de nitrogênio no crescimento de <i>Acacia mangium</i> Willd	
Capítulo 4	35
Determinação de atributos radiculares de culturas anuais através de amostras destrutivas e auxílio de aplicativo computacional para processamento de imagens	
Capítulo 5	52
Influencia del agua tratada magnéticamente en el contenido de clorofilas y formación de cristales de oxalato de calcio en bulbos de <i>Allium cepa</i> L.	
Capítulo 6	61
Influência de culturas de cobertura na emergência do fedegoso (<i>Senna obtusifolia</i>)	
Capítulo 7	69
Percepção Ambiental dos alunos do 5º ano da escola Estadual Jorge Amado em Chapadão do Sul, Mato Grosso do Sul, Brasil	
Capítulo 8	79
Respuestas de semillas ortodoxas de especies hortícolas bajo el efecto de un campo electromagnético de frecuencia extremadamente baja	
Capítulo 9	91
Stimulation of physiological parameters of <i>Rosmarinus officinalis</i> L. with the use of magnetically treated water	
Capítulo 10	102
Manejo de una finca de ganado menor: desafíos del desarrollo e implementación agropecuaria en Santiago de Cuba	
Capítulo 11	120
Métodos para estudo da dinâmica de raízes	
Capítulo 12	138
Use of GREMAG® technology to improve seed germination and seedling survival	

Engenharias

Capítulo 13	150
Análise da gestão dos resíduos sólidos da construção civil: estratégias e estudo de caso no município de Nova Xavantina – MT	
Capítulo 14	159
Análise do Gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos em Nova Xavantina – MT	
Capítulo 15	170
Conservação e manutenção de estradas não pavimentadas: estudo técnico da Rodovia MT – 448	
Capítulo 16	186
Sustentabilidade e responsabilidade social: habitações populares de acordo com a NBR 15.575	

Caracterização e diversidade genética de germoplasma de mandioca-de-mesa da região urbana de Chapadão do Sul, MS

Jorge González Aguilera^{1*}

Pedro Paulo Vilela Barros¹

Alan Mario Zuffo¹

Leandris Argente Martínez^{2,3}

Jhonatans Rodrigues Molina Rezende¹

Aline Cordeiro Taveira¹

Werverth Costa Martins¹

Mariene Silva Abreu¹

INTRODUÇÃO

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é uma cultura que é utilizada em larga escala por seu valor nutritivo e pela facilidade de cultivo, rusticidade e adaptabilidade às condições não favoráveis à outras culturas, como a tolerância aos solos ácidos e a seca que facilita a sua ampla distribuição (Ceballos et al., 2004). A mandioca também conhecida como “macaxeira” e “aipí” no Brasil, encontrar-se presente em todos os continentes, sendo a terceira maior fonte de carboidratos nos trópicos, depois da *Oryza sativa* L. e do *Zea mays* L.. Na América Latina o Brasil é considerado o centro de origem e diversificação da cultura pela ampla variedade e diversidade encontrada no país (Gulick et al., 1983), ao mesmo tempo, encontra-se distribuída na forma nativa em países do continente americano, africano e asiático (FAO, 2017).

Segundo dados da FAO (2017), no Brasil tem verificado redução na produtividade e isso tem contribuído para a queda no ranking mundial de produtores, ocupando na atualidade o quarto lugar na produção mundial dessa cultura, ficando atrás de países como Nigéria, Tailândia e Indonésia. No Brasil foram plantadas em 2018 aproximadamente dois milhões de hectares e obteve-se uma produtividade de 14,18 t ha⁻¹, com redução em torno de 11 % em relação à safra anterior (IBGE, 2019). O uso de variedades pouco produtivas influência diretamente na queda

¹ Departamento de Agronomia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Rodovia MS-306, Zona Rural, CEP: 79560-000, Chapadão do Sul, Mato Grosso do Sul, Brasil.

² Instituto Tecnológico del Valle del Yaqui, Avenida Tecnológico, Bâcum, Sonora, México.

³ Instituto Tecnológico de Sonora, 5 de Febrero 818 Sur, Col. Centro, C.P. 85000, Cd. Obregón, Sonora, México.

* Autor correspondência: j51173@yahoo.com

na produtividade (Fukuda et al., 1996). O plantio de mandioca pode ser de cultivares para consumo em natura (mandioca mansa) ou industrial (mandioca brava). Essas cultivares podem ser diferenciadas principalmente pelo conteúdo de ácido cianídrico por kg de raiz fresca, conteúdo elevado nas cultivares destinadas a indústria o que impossibilita seu consumo humano e animal.

A cultura da mandioca por sua importância na alimentação humana e animal tem gerado grande interesse pela sua conservação a partir da procura de genótipos que representam a maior diversidade da espécie (Ng; Ng, 2002; Tiago et al., 2016; Zago et al., 2017). No Brasil, a Embrapa é o principal órgão público que mantém vários programas de conservação (Vieira et al., 2008a, 2008b; Albuquerque et al., 2009; Ledo et al., 2011; Guimaraes et al., 2019) para garantir o germoplasma que será empregado na obtenção de novas cultivares adaptadas as diversas condições do Brasil.

Genótipos mais produtivos e melhor adaptados tem sido sempre uns dos objetivos dos programas de melhoramento voltados para a cultura. Estudos de pré-melhoramento tem auxiliado na procura e desenvolvimento de novos materiais. A caracterização fenotípica e genotípica é necessária para poder selecionar genótipos (cultivares) ou acessos (material conservado em bancos de germoplasma) superiores, que propiciem ter um ganho do desempenho produtivo, estresses abióticos ou bióticos que acometem a cultura. Estes estudos garantem e auxiliam no conhecimento da diversidade genética da mandioca que é um entrave devido à grande diversidade territorial das populações (Siqueira et al., 2009; Tiago et al. 2016).

É muito comum encontrar nas cidades, mas nas regiões do interior do Brasil, em pequenas parcelas a cultura (principalmente espécies de consumo em natura) em combinação com outras espécies de plantas ou individuais (apenas a cultura). O plantio, muitas vezes estabelecido para encher a área e outras vezes plantadas a consciência, para obter e degustar as suas raízes comestíveis. A utilização da cultura nos centros urbanos propicia além da manutenção de variedades, um melhor uso das áreas livres e contribui para o manejo dos recursos naturais (Ng; Ng, 2002; Tiago et al., 2016).

A diversidade genética como ferramenta para o melhoramento de plantas tem sido acessada para determinar o quão diverso podem ser os diferentes materiais que são conservados em bancos de germoplasmas “*in situ*” ou “*ex situ*” para diferentes espécies (Vieira et al., 2008a; Tiago et al., 2016; Zago et al., 2017; Aguilera et al., 2019). O conhecimento desta diversidade genética garante a quem pratica melhoramento a possibilidade de seleção e a determinação de novas populações superiores geralmente visando seleção para resistência a estresses bióticos ou abióticos (Vieira et al., 2008a).

Na caracterização do germoplasma ou até cultivares, alguns descritores podem auxiliar na escolha de materiais diferentes a partir de avaliações nos estádios iniciais, vegetativos e reprodutivos de alguns dos atributos que caracterizam cada uma dessas fases e assim se acessa as diferenças que podem ter o germoplasma avaliado (Fukuda et al., 1997). As avaliações além de descritores podem ser realizadas com o objetivo de selecionar pela sua precocidade, resposta a doenças, e resistência ou tolerância a estresses abióticos (Tiago et al., 2016). Por ser uma cultura que demanda de seis a doze meses para ser avaliada a sua produção, avaliações mais precoces podem auxiliar na caracterização de acessos mantidos em bancos de germoplasma. Análises multivariados tem auxiliado na seleção de genótipos quando se tem numerosas características e até dados moleculares (Tiago et al., 2016; Zago et al., 2017). A facilidade da interpretação tem contribuição com que numerosos trabalhos sejam realizados e empreguem este tipo de análises permitindo acessar a diversidade de genótipos, e na cultura da mandioca não é diferente.

O objetivo deste trabalho foi coletar acessos de mandioca na região do Chapadão do Sul, e avaliar neles diversos descritores qualitativos e quantitativos para acessar a variabilidade genética da cultura ao empregar métodos multivariados.

MATERIAL E MÉTODOS

Um total de 28 acessos de mandioca foram coletados inicialmente na cidade do Chapadão do Sul, no estado de Mato Grosso do Sul (MS) em abril de 2019. A coleta foi direcionada para cinco bairros principais da cidade, mostrados na Figura 1. A coleta foi realizada usando como critério de coleta a procura e diferenciação de descritores básicos (cor do pecíolo, cor da folha desenvolvida e hábito de crescimento do caule).

A conservação do material (manivas) foi feita nas instalações da área experimental da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Campus Chapadão do Sul (CPCS). Segundo classificação de Koppen, o clima da região é do tipo tropical chuvoso (Aw), com inverno seco e verão chuvoso, com precipitação, temperatura média e umidade relativa anual de 1.261 mm, 23,97 °C, 64,23%, respectivamente. As manivas previamente identificadas foram mantidas em condições ambientais, na posição vertical e protegidos da chuva até o momento do plantio que ocorreu 15 dias após a coleta (1 de maio de 2019).

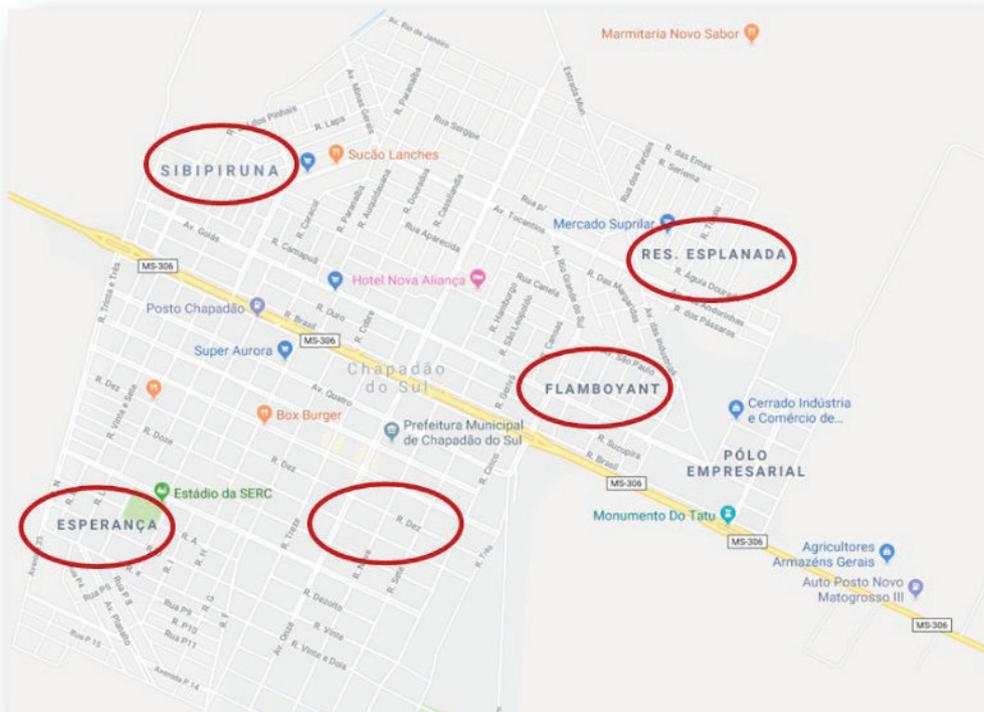


Figura 1. Imagem representativa dos cinco sítios de coleta de mandioca na cidade de Chapadão do Sul, MS. Abril de 2019. Fonte: Google.

Material vegetal coletado e condução do experimento

O material vegetal (ramas) dos diferentes acessos coletados, representados inicialmente por ramas de 1 até 1,5 m de comprimento, deu origem a umas 10 manivas por acesso, que foi empregado posteriormente como propágulo na implementação do experimento em condições de campo. O plantio realizou-se em linhas duplas com espaçamento de 0,60 m entre linhas duplas dentro do mesmo acesso, 0,50 m entre parcelas contínuas na mesma fileira dupla e 1 m entre as fileiras duplas. Plantou-se uma parcela por acesso, com 3 a 10 manivas por acesso (variou em função do material vegetal inicialmente coletado) com uns 15 cm de comprimento e umas três a quatro gemas.

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho baseado no sistema brasileiro de classificação do solo (Santos, 2018). Antes de iniciar o experimento, os solos foram amostrados na camada 0-0,20 m e as principais propriedades químicas são: pH $\text{CaCl}_2 = 5,7$, $\text{MO} = 64,6 \text{ g dm}^{-3}$, $\text{H+Al} = 2,4 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, $\text{Al}^{3+} = 0,03 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, $\text{Ca}^{2+} = 6,70 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, $\text{Mg}^{2+} = 3,90 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, $\text{K}^+ = 4,84 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, $\text{CTC} = 17,8 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$. Adubação de cobertura foi realizada segundo a necessidade da cultura e a análise de solo. A aplicação da adubação foi aos 30 e 60 dias após a emergência (DAE).

As condições climáticas durante a condução do experimento mostraram um acumulado de chuva de maio até agosto de 147 mm (Climate-Date, 2019). Para garantir o desenvolvimento das plantas aos 15 DAE foi acrescentado um sistema de gotejo garantindo a umidade na área útil das fileiras duplas dentro de cada parcela. Foi empregado mangueiras de 16 mm, com gotejadores autocompensantes, e realizada a irrigação numa frequência de três vezes por semana garantindo uma umidade adequada para o desenvolvimento da cultura até o final do ciclo.

Descritores avaliados

Aos 60 DAE os acessos foram caracterizados a través de descritores qualitativos e quantitativos segundo as recomendações dos descritores para a cultura de Fukuda e Guevara (1998). Os descritores qualitativos foram avaliados em uma planta individual dentro de cada parcela, garantindo que a planta selecionada representa a parcela e estivesse bem desenvolvida. Os descritores quantitativos foram avaliados em três plantas dentro de cada parcela, garantindo que as plantas selecionadas representassem a parcela e estivesse bem desenvolvida. Ambos os descritores foram avaliados nas mesmas plantas e momento aos 60 DAE.

Tabela 1. Descritores qualitativos e quantitativos avaliados em acessos de mandioca.

Nomenclatura	Descritor*	Classe fenotípica (Notas)
Q11	Cor da folha apical	3 - cor verde claro, 5 - verde escuro, 7 - verde arroxeado, e 9 - roxo
Q12	Pubescência do broto apical	0 - ausente e, 1 - presente)
Q13	Forma do lóbulo central	1 - ovóide, 2 - elíptica-lanceolada, 3 - obovada-lanceolada, 4 - oblongo-lanceolada, 5 - lanceolada, 6 - reta ou linear, 7 - pendurada, 8 - linear-piramidal, 9 - linear-pandurada e, 10 - linear-hostatilobada
Q14	Cor do pecíolo	1 - verde amarelado, 2 - verde, 3 - verde avermelhado, 5 - vermelho esverdeado, 7 - vermelho, 9 - roxo
Q15	Cor da folha desenvolvida	3 - verde claro, 5 - verde escuro, 7 - verde arroxeado, 9 - roxo
Q16	Número de lóbulos	1 - três lóbulos, 3 - cinco lóbulos,

		5 - sete lóbulos, 7 - nove lóbulos, 9 - onze lóbulos
Q10	Cor da nervura	3 – verde, 5 -verde vermelho em menos da metade do lóbulo, 7 - verde com vermelho em mais da metade do lóbulo, 9 - toda vermelha
Q11	Posição do pecíolo	1 - inclinado para cima, 3 – horizontal, 5 - inclinado para baixo, 7 - irregular
Q12	Sinuosidade do lóbulo foliar	3 – liso, 7 -sinuoso
D07	Comprimento do lóbulo	Expresso em cm avaliado a partir do ponto de inserção do lóbulo central
D08	Largura do lóbulo	Expresso em cm, avaliado na parte mais larga do lóbulo central
D09	Comprimento do pecíolo	Expresso em cm, mesurado em folhas do terço médio da planta
D13	Conteúdo de clorofila	Empregando um Clorofilometro, é quantificada a clorofila total

* descritores descritos por Fukuda e Guevara (1998)

Análises multivariados e estatísticos

As informações de ambos os tipos de descritores foram tabuladas e empregados a análise conjunta dos dados qualitativos e quantitativos usando como base o algoritmo de Gower (1971) para a determinação da distância genética, expresso por:

$$SIJ = \frac{\sum_{K=1}^P W_{ijk} \cdot S_{ijk}}{\sum_{K=1}^P W_{ijk}}$$

em que: K é o número de variáveis ($k = 1, 2, \dots, p$ = número total de características avaliadas), i e j, dois indivíduos quaisquer, W_{ijk} é um peso dada a comparação ijk , atribuindo valor 1 para comparações válidas e valor 0 para comparações inválidas (quando o valor da variável está ausente em um ou ambos indivíduos), S_{ijk} é a contribuição da variável k na similaridade entre os indivíduos i e j, possuindo valores entre 0 e 1. Para uma variável nominal, se o valor da variável k é a mesma para ambos os indivíduos, i e j, então $S_{ijk} = 1$, caso contrário, é igual a 0, para uma variável contínua $S_{ijk} = 1 - \frac{|x_{ik} - x_{jk}|}{R_k}$ em que x_{ik} e x_{jk} são os valores da variável k para os indivíduos i e j, respectivamente, e R_k é a amplitude de variação da variável k na amostra. A divisão por R_k elimina as diferenças entre escalas das variáveis, produzindo um valor dentro do intervalo [0, 1] e pesos iguais.

A partir da matriz de diversidade gerada pelo método de Gower (1971) foram gerados os agrupamentos dos acessos pelo método de otimização de Tocher modificado (Vasconcelos et

al., 2007) e hierárquicos UPGMA (Unweighted Pair-Group Method Using an Arithmetic Average). A validação dos agrupamentos foi determinada pelo coeficiente de correlação cofenético (CCC) (Sokal; Rohlf, 1962). Foram estabelecidos os coeficientes de correlação de Pearson entre os descritores avaliados e a significância da associação foi estabelecida pelo teste de Mantel ao 1% de probabilidade. Para investigar a similaridade genética entre os acessos, foi realizada a análise de coordenadas principais (ACP) usando as informações geradas pelos descritores.

Os programas estatísticos utilizados foram GENES (Cruz, 2016) para o Anova, análises de distância genética, correlação cofenética e os métodos de agrupamento, assim como, a significância da correlação cofenética foi calculada pelos testes t e de Mantel (1.000 permutações). O programa Rbio (Bhering, 2017) foi utilizado na realização da ACP.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A coleta, caracterização e manutenção de material de mandioca é auxiliada a través do emprego de descritores qualitativos e quantitativos (Fukuda, Guevara, 1998), que se empregados de modo combinado permite acessar à diversidade do material conservado com fines de pré-melhoramento. Partindo da importância da cultura, nosso maior interesse é coletar e estimar a diversidade genética que manifesta a cultura na cidade de Chapadão do Sul, a modo de estabelecer uma primeira informação relacionada com a distribuição e diversidade da cultura na nossa região.

Após a identificação de diferentes sítios de coleta, 28 acessos foram coletados e realizado o estabelecimento da cultura em condições de campo. Deles, apenas 20 acessos sobreviveram na primeira fase do plantio (os primeiros 60 DAE) e neles aferiu-se os diferentes descritores, sendo gerados os dados que evidenciam a diversidade dos acessos em relação aos diferentes descritores empregados (Figura 2). Os resultados obtidos evidenciaram que os acessos de mandioca coletados exibem variabilidade genética, uma vez que, dentre os 13 descritores avaliados, somente para o descritor posição do pecíolo não foi detectado polimorfismo sendo todos os acessos coletados com posicionamento inclinado para cima no pecíolo (Figura 3). Resultado semelhante foram também observados em trabalhos realizados por Campos et al. (2010), ao avaliar 53 genótipos de mandioca conservados num banco de germoplasma, contataram variabilidade ao caracterizar a través de 21 descritores morfológicos qualitativos e sete descritores morfológicos quantitativos, ambos da parte aérea da planta, evidenciando a possibilidade que se tem de encontrar diversidade genética ao avaliar a parte vegetativa na cultura (Fukuda, Guevara, 1998).

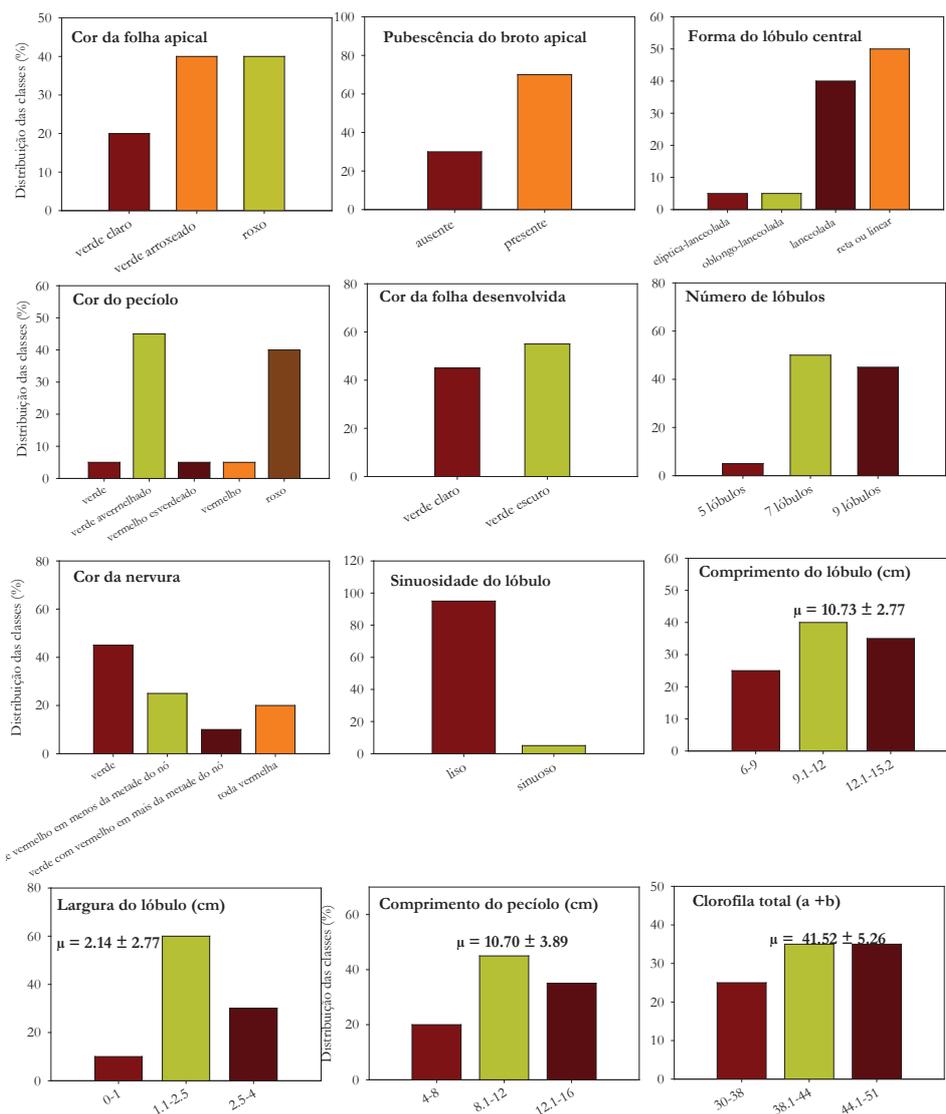


Figura 2. Percentagem da distribuição das classes obtidas ao avaliar descritores qualitativos e quantitativos em 20 acessos de mandioca.

Dos descritores qualitativos o que teve maior variação foi a cor do pecíolo (cinco cores diferentes: verde, verde avermelhado, vermelho esverdeado, vermelho e roxo) e o de menor variação foram a pubescência do broto apical (ausente ou presente) e a cor da folha desenvolvida (verde claro ou verde escuro) com duas classes cada uma (Figura 2). Estas variações foram similares aos obtidas por Vieira et al. (2008a) ao avaliar 356 acessos de mandioca do banco de germoplasma da Embrapa Cerrados em relação a 27 descritores morfológicos, que evidenciaram elevada variabilidade genética para a cultura, sendo os descritores cor do pecíolo, forma do lóbulo central e cor da folha apical os que manifestaram as maiores variações entre o material conservado por eles. Ao considerar os descritores quantitativos, as variações foram estabelecidas

em três classes, com médias e desvio padrão para o comprimento do lóbulo de $10,73 \pm 2,77$ cm, largura do lóbulo de $2,14 \pm 2,77$ cm e comprimento do pecíolo de $10,70 \pm 3,89$ cm. O período selecionado (60 DAE) representa o momento que segundo trabalhos de Alves (2006) ocorre o início da maior intensidade de crescimento da cultura da parte aérea e da raiz, com expansão das folhas verdadeiras, momento no qual o processo fotossintético da planta começa a contribuir positivamente para o crescimento da planta. É nesse momento que as plantas foram avaliadas para conteúdo de clorofila total, com valores médios de $41,52 \pm 5,26$ e uma amplitude geral de 30 - 50,10 (Figura 2).

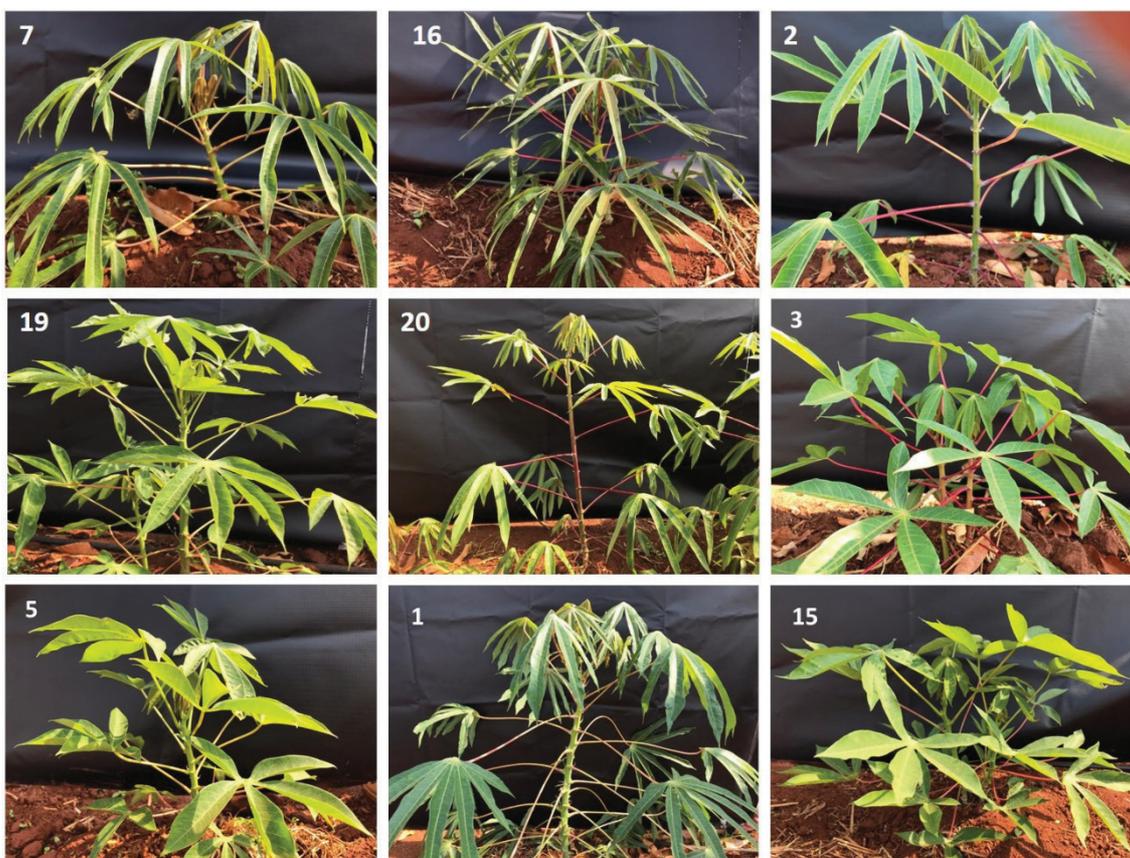


Figura 3. Imagens ilustrativas de alguns dos acessos mais contrastantes coletados em Chapadão do Sul, MS e mantidos na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS). O número nas imagens representa a identificação do acesso. Fonte: Os autores.

Coefficientes de correlação de Pearson entre os descritores foram obtidos, e são amostrados na Tabela 2. Observa-se elevadas correlações estabelecidas entre os descritores D09 (comprimento do pecíolo) e D07 (comprimento do lóbulo) [$r = 0,89$], D07 e Q16 (número de lóbulos) [$r = 0,80$], Q16 e Q13 (forma do lóbulo central) [$r = 0,50$], Q13 e Q15 (cor da folha desenvolvida) [$r = 0,60$], todas elas altamente significativas pelo teste de Mantel ao 1% de probabilidade. Das correlações negativas as de maior magnitude foram obtidas entre D08

(largura do lóbulo) e os descritores Q13 e Q11 (cor da folha apical) com valores de -0,52 e -0,43 respectivamente, ambas significativas pelo teste de Mantel ao 1% de probabilidade. Valores negativos nas correlações indicam que o ambiente favorece uma característica em detrimento da outra segundo Cruz et al. (2014). Com base nisso, haverá dificuldades na seleção para D08 ao selecionar para Q13 e Q11 ao mesmo tempo, ou vice-versa (Tabela 2).

Tabela 2. Correlações fenotípicas estabelecidas entre os descritores qualitativos (QI) e quantitativos (D) obtidos em 20 acessos de mandioca.

	Q11	Q12	Q13	Q14	Q15	Q16	Q10	Q12	D07	D08	D09	D13
Q11	1,00	0,00	0,24	0,05	0,37	0,39	0,08	0,00	0,22	-0,43	0,03	0,18
Q12		1,00	-0,02	-0,04	-0,15	0,26	-0,54 *	0,15	0,04	0,08	0,07	0,22
Q13			1,00	0,40	0,60 **	0,50 *	-0,10	0,17	0,44	-0,52 *	0,30	0,34
Q14				1,00	0,51	0,35	0,14	-0,05	0,34	-0,41	0,16	0,49
Q15					1,00	0,62 **	0,04	0,21	0,45 *	-0,44	0,28	0,43
Q16						1,00	-0,33	0,24	0,80 **	-0,23	0,59 **	0,40
Q10							1,00	-0,01	0,05	0,34	0,25	0,08
Q12								1,00	0,19	0,19	0,26	0,38
D07									1,00	0,11	0,86 **	0,51
D08										1,00	0,35	-0,04
D09											1,00	0,43
D13												1,00

Q11: Cor da folha apical, Q12: Pubescência do broto apical, Q13: Forma do lóbulo central, Q14: Cor do pecíolo, Q15: Cor da folha desenvolvida, Q16: Número de lóbulos, Q10: Cor da nervura, Q12: Sinuosidade do lóbulo foliar, D07: Comprimento do lóbulo, D08: Largura do lóbulo, D09: Comprimento do pecíolo, D13: Conteúdo de clorofila total. * e ** significância ao 5 e 1 % pelo teste de Mantel.

Tabela 3. Grupos formados pelo método de Tocher Modificado ao empregar descritores qualitativos e quantitativos em 20 acessos de mandioca.

Grupos	Acessos	Número de acessos
I	12, 13, 16, 18, 7, 8	6
II	14, 20, 19, 6, 2	5
III	3, 17, 5, 4, 11, 10, 9	7
IV	1	1
V	15	1

O algoritmo de Gower (1971) foi empregado em nosso estudo, permitindo a análise simultânea de fatores qualitativos e quantitativos, combinando assim ambos os tipos de dados. A partir desse algoritmo ambos tipos de dados (qualitativo e quantitativo) foram combinados numa única matriz e empregada para obter uma matriz de dissimilaridade que permitiu fazer um agrupamento pelo método de Tocher Modificado (Tabela 3), agrupamento hierárquico pelo método de UPGMA (Figura 4) e análises de componentes principais (Figura 5), e dessa forma acessar a variabilidade genética que tem o nosso material em relação aos diferentes métodos propostos.

O resultado do método de agrupamento de Tocher Modificado (Vasconcelos et al., 2007) é mostrado na Tabela 3. Em princípio o método adota como critério de seleção dos acessos dentro de cada grupo que a média das medidas de dissimilaridade dentro de cada grupo deve ser menor que as distâncias médias entre quaisquer grupos. Como resultado foi formado cinco grupos sendo os três primeiros grupos formados por 6, 5 e 7 acessos respectivamente, seguidos de dois grupos com apenas um acesso (1 e 15), sendo acessos que si comparados com o resto tem uma grande divergência, diferenciados principalmente em dois dos descritores qualitativos avaliados. O acesso 1 dentre todos os acessos coletados é o único que tinha cor do pecíolo (Q14) vermelho esverdeado e o lóbulo foliar sinuoso (Q12), já o acesso 15 tem como característica predominante a cor do pecíolo verde e cinco lóbulos (Q16), características principais que os diferencia do resto, sendo eficientemente separados pelo método empregado (Figura 3). A divergência genética de mais de 350 genótipos de mandioca permitiu separar os genótipos a partir de métodos de agrupamento em trabalho realizado na Embrapa Cerrado (Vieira et al., 2008a) mostrando a adequação do método e a confirmação de nossos resultados.

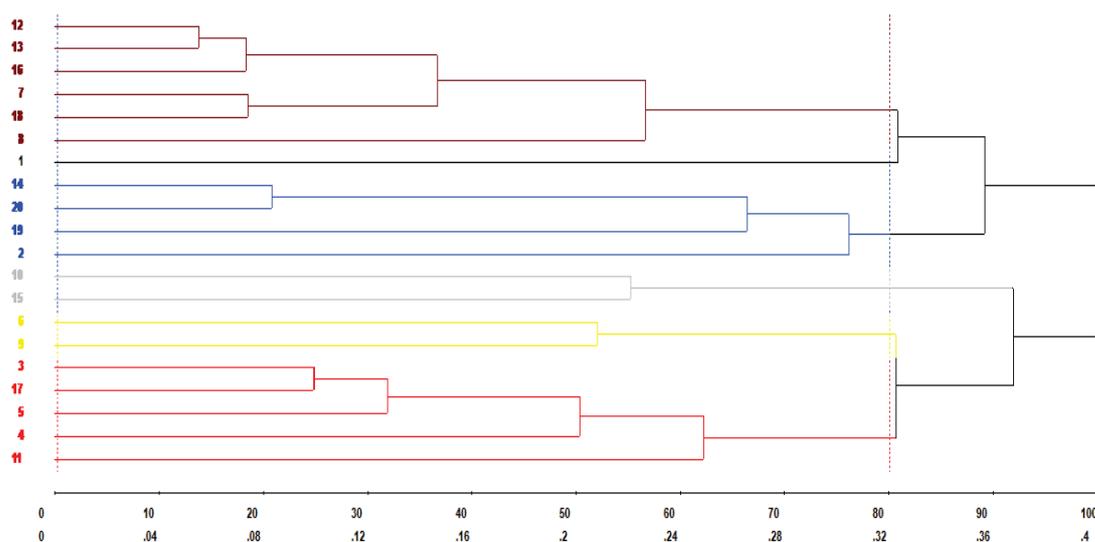


Figura 4. Dendrograma obtido pelo método UPGMA ao empregar uma matriz de dissimilaridade ao avaliar descritores qualitativos e quantitativos em 20 acessos de mandioca avaliados nas condições de Chapadão do Sul - MS.

Outra forma de acessar a variabilidade genética é a traves do emprego de métodos de agrupamento hierárquico. Na Figura 4 é mostrado o dendrograma obtido pelo método de agrupamento hierárquico UPGMA. A seleção do ponto de corte é baseada principalmente na inspeção gráfica visual ou no estabelecimento de pontos de alta mudança nos dendrogramas (Faria et al., 2012). Na Figura 4 as cores diferentes destacam os diferentes grupos formados se consideramos um ponto de corte de 80%, sendo obtidos 6 grupos diferentes. O dendrograma

52.14 % da variabilidade dos acessos coletados (Figura 5). Os descritores representados com setas vermelhas de diversas magnitudes, e a maioria deles com autovetores positivos, com a exceção do D08 que é negativo, manifestam o peso que eles têm nos dois componentes. Pode-se verificar através da Tabela 2 que os descritores são correlacionados positivamente e negativamente entre si, o que significa que a seleção em relação a um descritor dependendo da sua relação com os outros pode trazer uma seleção positiva ou negativa quando praticada. Se considerarmos o descritor D08 (largura do lóbulo), é ele quem mais contribui para o segundo componente e ao mesmo tempo se correlaciona negativamente com Q11, Q13, Q14, Q15 e Q16. Já quando olhamos para o primeiro componente a variável que mais contribui é a Q16 (número de lóbulos). As setas que são atribuídas a cada descritor, mostram a representatividade dos descritores nos dois componentes, à medida que é maior os descritores são mais representativos e com isso contribuem mais a diversidade dos acessos avaliados. O ângulo que é obtido entre os descritores evidencia as correlações entre os descritores, à medida que é menor esse ângulo maior é a correlação. Estes resultados se correspondem com o obtido na rede de correlações mostrada na Tabela 2.

A distribuição mostra os acessos nos quatro quadrantes bem distribuídos e muito relacionados com alguns dos descritores se observamos a proximidade da localização dos acessos e o sentido das setas que correspondem aos descritores. Dentre os acessos observasse os acessos 15 e 10 que estão bem isolados num quadrante e associados com os descritores localizados no quadrante oposto. Esta representação gráfica de acessos e descritores (Figura 5), melhora a interpretação dos resultados obtidos e deixa mais clara a diversidade acessada pelos diferentes descritores neste trabalho. Carrasco et al. (2016) ao caracterizar a diversidade de genótipos de mandioca em três municípios diferentes do estado de Mato Grosso, observaram uma ampla distribuição de genótipos únicos para cada município, ao mesmo tempo com grande variabilidade entre eles. Isso mostra o potencial que se tem ao conservar “*in situ*” a diversidade da cultura na região.

Nesse estudo, a diversidade genética dos acessos coletados na região de Chapadão do Sul foi constatada através de vários métodos de agrupamento. A combinação de dados qualitativos e quantitativos foi melhor representada quando combinados os dados na análise de componentes principais. Alta variabilidade genética foi observada no conjunto de acessos de mandioca considerando dados de descritores qualitativos e quantitativos. Os resultados encontrados, permitem confirmar que descritores em estádios iniciais (60 DAE) auxiliam a diferenciação de acessos e garantem a seleção e obter um ganho em um programa de pré-

melhoramento para a cultura da mandioca como ferramenta prática de caracterização, além de aproveitar a diversidade existente usando métodos multivariados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilera JG, Marim BG, Setotaw TA, Zuffo AM, Nick C, Da Silva DJH (2019). The combination of data as a strategy to determine the diversity of tomato subsamples. *Amazonian Journal of Plant Research*, 3(1): 276-289.
- Albuquerque JAA, Sedyama T, Silva AA, Sedyama CS, Alves JMA, Neto FA (2009). Caracterização morfológica e agronômica de clones de mandioca cultivados no Estado de Roraima. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 4(4): 388-394.
- Alves AAC (2006). Fisiologia da mandioca. In: Souza LS. *Aspectos socioeconômicos e agronômicos da mandioca*. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. p.138-169.
- Bhering LL (2017). Rbio: A Tool For Biometric And Statistical Analysis Using The R Platform. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 17(2): 187-190.
- Campos AL, Zacarias AJ, Costa DL, Neves LG, Barelli MAA, Sobrinho SP, Da Luz PB (2010). Avaliação de acessos de mandioca do banco de germoplasma da UNEMAT Cáceres – Mato Grosso. *Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas*, 4(2): 44-54.
- Carrasco NF, Oler JRL, Marchetti FF, Carniello MA, Amorozo MCM, Valle TL, Veasey EA (2016). Growing Cassava (*Manihot esculenta*) in Mato Grosso, Brazil: Genetic Diversity Conservation in Small-Scale Agriculture. *Economic Botany*, 70(1):15–28.
- Ceballos H, Iglesias CA, Pérez JC, Dixon AGO (2004). Cassava breeding: opportunities and challenges. *Plant Molecular Biology*, 56(4): 503-516.
- Climate-Data (2019). *Clima Chapadão do Sul: dados climatológicos*. Disponível: <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/mato-grosso-do-sul/chapadao-do-sul-43418/>. Acessado: 20 agosto de 2019.
- Cruz CD, Regazzi AJ, Carneiro PCS. (2014). *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. 3. ed. Viçosa: Editora UFV. 668p.
- Cruz CD (2016). Genes Software – extended and integrated with the R, Matlab and Selegen. *Acta Scientiarum*, 38(4): 547-552.
- FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations (2019) Produzir mais com menos: Mandioca. Disponível em: <http://www.fao.org/ag/save-and-grow/cassava/pt/index.html>. Acesso em: 26 agosto de 2019.

- 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(3): 428-432.
- Fukuda, WMG, Silva SO, Porto MCM (1997). *Catálogo de germoplasma de mandioca: caracterização e avaliação de germoplasma de mandioca (Manihot esculenta Crantz)*. Embrapa-CNPMPF: Cruz das Almas-Bahia. 161p.
- Fukuda WMG, Guevara CL (1998). *Descritores morfológicos e agronômicos para a caracterização de mandioca (Manihot esculenta Crantz)*. Cruz das Almas, BA: Embrapa-CNPMPF. 37p.
- Gower JC (1971). A general coefficient of similarity and some of its properties. *Biometrics*, 27(4): 857-874.
- Guimarães MJM, Coelho Filho MA, Gomes Junior FA, Silva MAM, Alves CVO, Lopes I (2019). Modelos matemáticos para a estimativa da área foliar de mandioca. *Revista de Ciências Agrárias*, 62: 1-5.
- Gulick R, Hershey CH, Alcazar JE (1983). *Genetic resources of cassava and wild relatives*. International Board for Plant Genetic Resources, Rome. 56p.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2019). *Levantamento sistemático da produção agrícola*. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/home/lspa/brasil>>. Acesso em: 18 mar. 2019.
- Ledo CAS, Alves AAC, Oliveira MM, Santos AS, Tavares Filho LFQ (2011). Caracterização morfológica da coleção de espécies silvestres de Manihot (*Euphorbiaceae Magnoliophyta*) da Embrapa Mandioca e Fruticultura. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento*, 53: 1-20.
- Ng NQ, Ng SYC. Genetic Resources and Conservation. In: Hillocks RJ, Thresh JM, Bellotti AC (2002). *Cassava: Biology, Production and Utilization*. CAB International, p. 167-177.
- Santos HG (2018). *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. 5. ed. Rio de Janeiro: Embrapa.
- Sokal RR, Rohlf FJ (1962). The comparison of dendrograms by objective methods. *Taxon*, 11(2): 33-40.
- Takahashi M (2005). Desenvolvimento de novas variedades de mandioca. *Revista ABAM*, 2(9): 10-11.
- Vieira EA, Fialho JF, Faleiro FG, Bellon G, Fonseca KG, Carvalho LJCB, Silva MS, Paula-Moraes SV, Santos Filho MOS, Silva KN (2008a). Divergência genética entre acessos açucarados e não açucarados de mandioca. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 43(12): 1707-1715.

- Vieira EA, Fialho JF, Silva MS, Fukuda WMG, Faleiro FG (2008a). Variabilidade genética do banco de germoplasma de mandioca da Embrapa cerrados acessada por meio de descritores morfológicos. *Científica*, 36(1): 56-67.
- Zago BW, Barelli MAA, Hoogerheide ESS, Corrêa CL, Delforno GIS, Da Silva CJ (2017). Morphological diversity of cassava accessions of the south-central mesoregion of the State of Mato Grosso, Brazil. *Genetics and Molecular Research*, 16(3): 1-10.