

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
DOS ALIMENTOS**

**Bruna Lago Tagliapietra**

**INFLUÊNCIA DA ÉPOCA DE COLHEITA E DO MANEJO NO  
PERFIL TECNOLÓGICO E NUTRICIONAL DE MANDIOCA  
PARA ALIMENTAÇÃO HUMANA E ANIMAL**

Santa Maria, RS  
2020



Bruna Lago Tagliapietra

**INFLUÊNCIA DA ÉPOCA DE COLHEITA E DO MANEJO NO PERFIL  
TECNOLÓGICO E NUTRICIONAL DE MANDIOCA PARA ALIMENTAÇÃO  
HUMANA E ANIMAL**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Ciência e Tecnologia dos Alimentos**.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Neila Silvia Pereira dos Santos Richards  
Coorientador: Prof<sup>º</sup>. Dr. Alencar Junior Zanon

Santa Maria, RS  
2020

Tagliapietra, Bruna Lago

INFLUÊNCIA DA ÉPOCA DE COLHEITA E DO MANEJO NO  
PERFIL TECNOLÓGICO E NUTRICIONAL DE MANDIOCA PARA  
ALIMENTAÇÃO  
HUMANA E ANIMAL / Bruna Lago Tagliapietra.- 2020.  
160 p.; 30 cm

Orientadora: Neila Silvia Pereira dos Santos Richards Coorientador:  
Alencar Junior Zanon  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro  
de Ciências Rurais, Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia  
dos Alimentos, RS, 2020

1. Mandioca 2. Silagem 3. Tempo de Cocção 4. Aceitação Sensorial 5.  
Biofortificação I. Silvia Pereira dos Santos Richards, Neila II. Junior Zanon,  
Alencar III. Título.

Sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFSM. Dados fornecidos pela autora. Sob supervisão da Direção da  
Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central. Bibliotecária responsável Paula Schoenfeldt Patta CRB 10/1728.

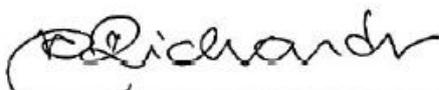
Declaro, BRUNA LAGO TAGLIAPIETRA, para os devidos fins e sob as penas da lei, que a pesquisa constante neste trabalho de conclusão de curso (Dissertação) foi por mim elaborada e que as informações necessárias objeto de consulta em literatura e outras fontes estão devidamente referenciadas. Declaro, ainda, que este trabalho ou parte dele não foi apresentado anteriormente para obtenção de qualquer outro grau acadêmico, estando ciente de que a inveracidade da presente declaração poderá resultar na anulação da titulação pela Universidade, entre outras consequências legais.

Bruna Lago Tagliapietra

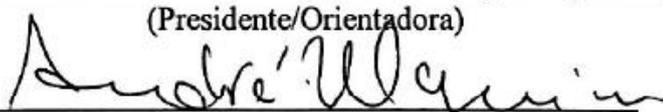
**INFLUÊNCIA DA ÉPOCA DE COLHEITA E DO MANEJO NO PERFIL  
TECNOLÓGICO E NUTRICIONAL DE MANDIOCA PARA ALIMENTAÇÃO  
HUMANA E ANIMAL**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Ciência e Tecnologia dos Alimentos**.

**Aprovada em 13 de fevereiro de 2020:**



**Neila Silvia Pereira dos Santos Richards, Dr<sup>a</sup>. (UFSM)**  
(Presidente/Orientadora)



**André da Rosa Ulguim, Dr. (UFSM)**



**Cátia Regina Storck, Dr<sup>a</sup>. (UFN)**

Santa Maria, RS  
2020



## DEDICATÓRIA

*A toda minha família, em especial aos meus pais, por mostrarem o quanto é importante estudar, mesmo não tendo as mesmas oportunidades, e pelas inúmeras vezes que abdicaram de seus sonhos em prol da realização e felicidade de seus filhos.*



## AGRADECIMENTOS

À Deus por me guiar e dar tranquilidade para seguir em frente com a realização dos meus sonhos.

À Universidade Federal de Santa Maria e ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos pela oportunidade de ingresso e realização do mestrado.

Aos meus pais Lauro e Ivanete pelo amor incondicional, pelos ensinamentos e formação do meu caráter, pela compreensão nos momentos ausentes, por todo incentivo, apoio, exemplo e acima de tudo por acreditarem em mim. Não existem palavras para descrever o quanto amo vocês e o quanto sou grata por tudo que fizeram e fazem por mim.

Aos meus irmãos Eduardo e Jonathan, pela companhia, por serem meu apoio, meus incentivadores e por estarem sempre presentes.

À minha família, pelo apoio, pelo carinho e por todas as orações.

À minha orientadora, Prof. Neila Richards, pela oportunidade, orientação e pelos ensinamentos que levarei para a vida.

Ao meu coorientador, Prof. Alencar Zanon, pela orientação, pelo exemplo, por todas as oportunidades, e principalmente por incentivar a ser sempre a minha melhor versão.

À minha amiga Maritiele, com quem passei a maior parte do tempo nesses últimos três anos, que dividi as maiores alegrias, agradeço pela amizade, pela compreensão, pelo apoio, por estar sempre presente e por sempre afirmar que tudo daria certo, com certeza cresci muito contigo, e tenho muito orgulho da nossa amizade.

Aos meus amigos Andrieli, Thaiane e Marcelo, obrigada pela amizade, por estarem presentes em toda minha trajetória na UFSM, por serem verdadeiros parceiros, dividindo as alegrias e as angústias.

À minha amiga Carine, obrigada por todo o apoio na reta final.

À minha amiga e colega de mestrado Caroline, obrigada pelo incentivo e amizade.

Aos colegas do Laboratório 3319, Maritiele, Alice, Fran, Vinícius e Maximiliano, os estagiários, Franciele, Alvaro, Laura e Ana Carolina, obrigada por toda ajuda nas análises, pelo incentivo e por tornarem a rotina de trabalho mais leve e animada.

Aos colegas da Equipe Simanihot, pela acolhida e confiança depositada, pela ajuda na execução e coleta de dados para a construção desse trabalho, os meus sinceros agradecimentos, desejo felicidade e sucesso para todos, em especial a Gilmara e a Paula, que estiverem sempre presentes tornando meus dias mais alegres.

À Equipe FieldCrops e Phenoglad pela acolhida e pela amizade construída.

À Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural - Emater/RS-ASCAR, a Universidade Federal do Pampa – *Campus* Itaqui, a Escola Estadual de Ensino Fundamental Nossa Senhora Aparecida, de Júlio de Castilhos/RS, e a Escola Municipal de Ensino Fundamental Valentim Bastianello, de Dilermando de Aguiar/RS, pelo apoio e por permitirem a condução dos experimentos.

Aos membros da banca avaliadora, pela disponibilidade, sugestões e contribuições para a melhoria do trabalho.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pela concessão da minha bolsa de estudo.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização desse trabalho, a minha gratidão e reconhecimento.

*“Mas o nosso legado não é o que escrevemos no currículo... ou quantos zeros temos em nossa conta bancária.*

*É a sorte de ter quem temos em nossa vida, e o que podemos lhe deixar.”*

Filme: The book of Henry



## RESUMO

### INFLUÊNCIA DA ÉPOCA DE COLHEITA E DO MANEJO NO PERFIL TECNOLÓGICO E NUTRICIONAL DE MANDIOCA PARA ALIMENTAÇÃO HUMANA E ANIMAL

AUTORA: Bruna Lago Tagliapietra

ORIENTADORA: Neila Silvia Pereira dos Santos Richards

COORIENTADOR: Alencar Junior Zanon

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é um alimento básico, considerado uma importante fonte energética na dieta da população mundial, além de garantir a segurança e a soberania alimentar de países em desenvolvimento. Sendo assim, os objetivos desse trabalho foram avaliar a qualidade nutricional de silagem de mandioca para alimentação animal, a influência da época de colheita, práticas de manejo, tipo de solo e cultivares biofortificados nas propriedades físico-químicas e qualidade sensorial de raízes de mandioca para alimentação humana. Foram conduzidos experimentos com diferentes cultivares de mandioca em quatro locais do Rio Grande do Sul, sendo solos caracterizados como terras altas e terras baixas. As práticas de manejos empregadas foram correspondentes aos níveis tecnológicos de manejo baixo, médio e alto. As raízes foram colhidas no 6º, 7º e 8º mês após o plantio. Os maiores teores de proteína foram encontrados nas folhas da planta de mandioca. As silagens de mandioca elaboradas com maior proporção de parte aérea (80/20) apresentaram os maiores teores de proteína. Os níveis tecnológicos não influenciaram a produtividade ( $t\ ha^{-1}$ ) de raízes. A produtividade aumentou de forma crescente com a permanência das plantas na lavoura, porém, com a permanência das plantas aumentou da dificuldade de descascamento. O tipo de solo e os níveis tecnológicos de manejo influenciaram a composição nutricional das raízes. Em terras altas o tempo de cozimento das raízes foi menor, sendo que quanto maior absorção de água menor o tempo de cozimento. Os níveis tecnológicos não influenciaram no tempo de cozimento. A época de colheita não influenciou nas características físico-químicas das raízes, e foi encontrado em média 65% de umidade nas raízes, baixos teores de proteína, sendo o amido o componente majoritário. A aceitação sensorial das raízes demonstrou maior aceitabilidade no sexto e no sétimo mês após o plantio, sendo que o nível tecnológico alto apresentou os melhores índices de aceitação. Os maiores teores de carotenoides foram encontrados nas raízes de mandioca das cultivares de polpa amarela, e a aceitação sensorial por crianças em fase escolar para cor e aparência geral foi em torno de 80%. Assim sendo, os resultados demonstram que o perfil tecnológico e nutricional das raízes de mandioca sofre variações entre as cultivares e devido as condições edafoclimáticas em que são produzidas.

**Palavras-chave:** *Manihot Esculenta* Crantz. Silagem. Tempo de Cocção. Aceitação Sensorial. Biofortificação.



## ABSTRACT

### INFLUENCE OF HARVESTING AND HARVESTING ON THE CASSAVA TECHNOLOGICAL PROFILE FOR HUMAN AND ANIMAL FOOD

AUTHOR: Bruna Lago Tagliapietra  
ADVISOR: Neila Silvia Pereira dos Santos Richards  
COADVISOR: Alencar Junior Zanon

Cassava (*Manihot esculenta* Crantz) is a staple food, considered an important energy source in the diet of the world population, in addition to guaranteeing food security and food sovereignty in developing countries. Therefore, the objectives of this work were to evaluate the nutritional quality of cassava silage for animal feed, the influence of the harvest season, management practices, soil type and biofortified cultivars on the physicochemical properties and sensory quality of cassava roots for human food. Experiments were carried out with different cassava cultivars in four locations in Rio Grande do Sul, with soils characterized as highlands and lowlands. The management practices employed corresponded to the technological levels of low, medium and high management. The roots were harvested in the 6th, 7th and 8th month after planting. The highest levels of protein were found in the leaves of the cassava plant. Cassava silages prepared with a higher proportion of shoots (80/20) had the highest protein content. Technological levels did not influence root productivity (t ha<sup>-1</sup>). Productivity increased in an increasing way with the permanence of the plants in the crop, however, with the permanence of the plants it increased the difficulty of stripping. The type of soil and the technological management levels influenced the nutritional composition of the roots. In highlands the cooking time of the roots was shorter, and the greater the water absorption, the shorter the cooking time. Technological levels did not influence the cooking time. The harvest time did not influence the physicochemical characteristics of the roots, and an average of 65% moisture was found in the roots, low protein levels, with starch being the major component. The sensory acceptance of the roots showed greater acceptability in the sixth and seventh months after planting, with the high technological level showing the best acceptance rates. The highest levels of carotenoids were found in the cassava roots of yellow pulp cultivars, and the sensory acceptance by school children for color and overall appearance was around 80%. Therefore, the results demonstrate that the technological and nutritional profile of cassava roots varies between cultivars and due to the edaphoclimatic conditions in which they are produced.

**Keywords:** *Manihot Esculenta* Crantz. Silage. Cooking time. Sensory acceptance. Biofortification.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### DESENVOLVIMENTO

- Figura 1 - Planta de mandioca inteira; (A) parte aérea; (B) raízes da planta ..... 31

### ARTIGO 1

- Figura 1 - Teores de massa seca (A) e proteína (B) das partições da planta de sete cultivares de mandioca ..... 47

### ARTIGO 2

- Figura 1 - Localização dos experimentos em terras altas (TA) e terras baixas (TB) conduzidos no Rio Grande do Sul/Brasil no ano agrícola 2017/18..... 73

- Figura 2 - Tempo de cozimento e absorção de água das raízes de mandioca cultivadas em terras baixas e terras altas, em função da época de colheita e dos níveis tecnológicos alto, médio e baixo. (A) Solos de terras baixas em relação as épocas de colheita; (B) Solos de terras altas em relação as épocas de colheita; (C) Solos de terras baixas em relação aos níveis tecnológicos e (D) Solos de terras altas em relação aos níveis tecnológicos..... 76

### ARTIGO 3

- Figura 1 - Médias mensais de precipitação (mm), umidade relativa do ar (UR%) e temperaturas máximas e mínimas (°C) no período de outubro/2017 a junho/2018, Santa Maria, Rio Grande do Sul. Fonte: INMET, 2019 ..... 102

- Figura 2 - Fluxograma de preparo das amostras para as análises físico-químicas em raízes de mandioca em função do nível tecnológico de manejo e época de colheita após o plantio. Santa Maria, RS, Brasil..... 103

- Figura 3 - Gráficos da aceitação, com base na avaliação do sabor, aparência, cor, textura e aroma das raízes de mandioca em função dos níveis tecnológicos (NTB, NTM, NTA) e das épocas de colheita (6, 7 e 8 meses)..... 107

### ARTIGO 4

- Figura 1 - Raízes de mandioca cozidas das cultivares Vassourinha (A); BRS 396 (B); BRS 399 (C) e Gema de Ovo (D)..... 129

- Figura 2 - Índice de aceitação (%) (A) e distribuição das notas atribuídas pelos avaliadores (B) das raízes de mandioca biofortificadas em relação aos atributos de aceitação global e cor..... 130



## LISTA DE TABELAS

### ARTIGO 1

Tabela 1 -	Formulações das silagens de mandioca utilizando a parte aérea e as raízes da planta de mandioca.....	43
Tabela 2 -	Composição das silagens das cultivares de mandioca de mesa e forrageiras expressos em porcentagem da matéria seca.....	45

### ARTIGO 2

Tabela 1 -	Caracterização dos níveis tecnológico alto, médio e baixo de acordo com as práticas de manejo empregadas nos experimentos conduzidos no Rio Grande do Sul, Brasil.....	74
Tabela 2 -	Análise de descascamento das raízes de mandioca em terras altas e terras baixas em três épocas de colheita nos experimentos conduzidos no Rio Grande do Sul, Brasil.....	75
Tabela 3 -	Composição físico-química das raízes de mandioca cozida produzidas em terras altas e terras baixas em função da época de colheita e dos níveis tecnológicos nos experimentos conduzidos no Rio Grande do Sul, Brasil ....	77
Tabela 4 -	Cor da polpa das raízes de mandioca em terras altas e terras baixas em função da época de colheita e dos níveis tecnológicos nos experimentos conduzidos no Rio Grande do Sul, Brasil.....	78

### ARTIGO 3

Tabela 1 -	Caracterização dos níveis tecnológicos alto, médio e baixo de acordo com as práticas de manejo empregadas no experimento conduzido em Santa Maria, RS, Brasil.....	101
Tabela 2 -	Produtividade de raízes de mandioca, expressa em massa fresca ( $t\ ha^{-1}$ ), em função dos níveis tecnológicos de manejo alto, médio e baixo, e das épocas de colheita (6, 7 e 8 meses após o plantio) no experimento conduzido em Santa Maria, RS, Brasil.....	104
Tabela 3 -	Composição físico-química das raízes de mandioca cozida em função dos níveis tecnológicos alto, médio e baixo de manejo e das épocas de colheita (6, 7 e 8 meses após o plantio) Santa Maria, RS, Brasil .....	105
Tabela 4 -	Valores médios de Luminosidade ( $L$ ), $a^*$ e $b^*$ das raízes de mandioca em função dos níveis tecnológicos alto, médio e baixo de manejo e das épocas de colheita (6, 7 e 8 meses após o plantio). Santa Maria, RS, Brasil.....	106
Tabela 5 -	Resultados da preferência dos provadores em relação as raízes de mandioca em função da época de colheita e dos níveis tecnológicos.....	108

### ARTIGO 4

Tabela 1 -	Composição físico-química das raízes de mandioca das cultivares Vassourinha, Gema de ovo, BRS 399 e BRS 396.....	131
Tabela 2 -	Teor de carotenoides ( $\mu g\ g^{-1}$ ) nas raízes de mandioca cozidas.....	132



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
Ca	Cálcio
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
Cfa	Clima subtropical úmido
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CT	Carboidratos Totais
CV	Coefficiente de Variação
DMS	Diferença Mínima Significativa
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FAO	Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura
Fe	Ferro
GOR	Gordura
IA	Índice de Aceitabilidade
IAC	Instituto Agrônomo de Campinas
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDR	Ingestão Diária Recomendada
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
K	Potássio
L	Luminosidade
MDT	Manual de Dissertações e Teses da UFSM
MF	Massa Fresca
Mg	Magnésio
MS	Massa Seca
NT	Níveis Tecnológicos
NTA	Nível Tecnológico Alto
NTB	Nível Tecnológico Baixo
NTM	Nível Tecnológico Médio
OMS	Organização Mundial da Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
PB	Proteína Bruta
PNAE	Programa Nacional de Alimentação Escolar
RC	Raízes Comercializáveis
TA	Terras Altas
TB	Terras Baixas
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
UFSM	Universidade Federal de Santa Maria
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas



## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	27
1.1	<b>Objetivo geral</b> .....	28
1.1.1	<b>Objetivos específicos</b> .....	28
<b>2</b>	<b>DESENVOLVIMENTO</b> .....	31
2.1	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	31
<b>2.1.1</b>	<b>Mandioca</b> .....	31
<b>2.1.2</b>	<b>Aspectos agronômicos da cultura</b> .....	32
<b>2.1.3</b>	<b>Características das raízes</b> .....	33
<b>2.1.4</b>	<b>Biofortificação de alimentos</b> .....	35
2.2	ARTIGO 1 - TEORES DE PROTEÍNA EM SILAGEM DE MANDIOCA ELABORADAS A PARTIR DE CULTIVARES DE MESA E FORRAGEM....	37
2.3	ARTIGO 2 – EFEITO DO TIPO DE SOLO E ÉPOCA DE COLHEITA NAS CARACTERÍSTICAS DE QUALIDADE DE RAÍZES DE MANDIOCAS COZIDAS.....	57
2.4	ARTIGO 3 – QUALIDADE SENSORIAL E PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DAS RAÍZES DE MANDIOCA EM FUNÇÃO DE ÉPOCAS DE COLHEITA E NÍVEIS TECNOLÓGICOS DE MANEJO.....	79
2.5	ARTIGO 4 – CARACTERIZAÇÃO NUTRICIONAL E ACEITABILIDADE SENSORIAL DE MANDIOCA BIOFORTICADA POR CRIANÇAS EM FASE ESCOLAR.....	109
<b>3</b>	<b>DISCUSSÃO</b> .....	135
<b>4</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	137
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	139
	<b>ANEXOS</b> .....	143



## **APRESENTAÇÃO**

A presente dissertação segue as normas estabelecidas no Manual de Dissertações e Teses: Estrutura e Apresentação – MDT da UFSM (UFSM, 2017). As seções Material e Métodos e Resultados e Discussão estão apresentados na forma de quatro artigos constando no item 2 Desenvolvimento. Ao final da dissertação, encontram-se os itens Discussão e Conclusão, que apresentam uma compilação de interpretações e comentários a respeito dos resultados encontrados e que estão contidos nos artigos. As Referências encontradas no último item desse documento, referem-se somente às citações que aparecem nos itens Apresentação, Introdução, Revisão Bibliográfica e Discussão.



## 1 INTRODUÇÃO

Estima-se que durante as próximas décadas, a população mundial passará dos atuais 7,7 bilhões, para 9,7 bilhões de habitantes até 2050, aumentando a demanda por alimentos (ONU, 2019). Neste cenário, aumenta a importância da produção de alimentos que compõem a base alimentar em países subdesenvolvidos, como a mandioca. A raiz de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é um alimento básico, considerado uma importante fonte energética da dieta da população brasileira e de outros países da América do Sul, como também na África e em grande parte da Ásia.

Segundo a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), em 2017, a produção mundial de raízes de mandioca correspondeu a 277,1 milhões de toneladas, sendo a Nigéria o maior produtor, seguido da República Democrática do Congo, Tailândia, Indonésia e o Brasil (FAO, 2019). No Brasil, as regiões norte e nordeste destacam-se como as maiores consumidoras de raízes de mandioca e seus derivados, e o país se destaca pela expressiva produção agrícola. Dessa produção, 58% é utilizada no consumo humano, 22% na alimentação animal e 20% para a indústria. O Pará é o estado com a maior produção de raiz de mandioca do Brasil, com safra estimada de 5,01 milhões de toneladas em 2017, seguido por Paraná e Bahia, com 2,76 e 1,75 milhões de toneladas, respectivamente. Porém, a região sul apresenta os melhores índices de produtividade por hectare, sendo que o Rio Grande do Sul foi o sétimo maior produtor de mandioca no Brasil em 2017 (EMBRAPA, 2017).

O papel mais importante que essa cultura assume em muitos países, em desenvolvimento, é o de garantir a segurança e a soberania alimentar (BURNS et al., 2012). A mandioca foi projetada para ser altamente resiliente a futuras mudanças climáticas em comparação com outros produtos básicos, como milho, sorgo e milheto (JARVIS et al., 2012). Por essas razões, a mandioca tem sido reconhecida como uma ferramenta poderosa no combate da pobreza, tanto através da segurança alimentar quanto da comercialização (FAO, 2013). Um exemplo disso, é que a mandioca foi eleita o alimento do século XXI, através do projeto “Save and Grow: Cassava” (FAO, 2013).

Além de ser importante para a segurança e soberania alimentar, a mandioca apresenta impactos socioeconômicos em países em desenvolvimento. É considerada a principal cultura da agricultura familiar e tem sua importância destacada nas pequenas propriedades rurais do Brasil, especialmente no Rio Grande do Sul, onde é usada para a alimentação animal e humana (FAGUNDES et al., 2009; BEZERRA, 2014).

A mandioca na alimentação animal pode ser usada na forma fresca, de feno ou na forma de silagem. A silagem é elaborada utilizando as raízes e a parte aérea da planta, o que proporciona o aproveitamento das folhas, as quais, normalmente, são descartadas nas lavouras (TAGLIAPIETRA et al., 2019). Além disso, a silagem tem se destacado visando minimizar os problemas ocasionados pela estacionalidade da produção de forragem nas épocas críticas do ano, sendo uma fonte alternativa de alimentação com o objetivo de substituir ou complementar fontes alimentares de custo de produção elevado (ARAÚJO et al., 2016).

Para a alimentação humana as raízes são comercializadas principalmente na forma *in natura*. Porém, é crescente a comercialização de mandioca minimamente processada, pré-cozida, congelada, ou integrando pratos culinários mais complexos, e também, na forma de farinha e polvilhos (SOUZA; FARIAS, 2006). A qualidade das raízes é um parâmetro importante que se constitui de um conjunto de características físicas, químicas e sensoriais (PEDRI et al., 2018) que envolvem composição nutricional, tempo de cozimento, textura e coloração da polpa, os quais contribuem em maior ou menor intensidade para a boa aceitação do produto pelo consumidor (FENIMAN, 2004).

No entanto, o nível de conhecimento quanto às características e fatores que podem contribuir para a qualidade dos produtos para os consumidores e maximizar a eficiência dos processos industriais ainda é restrito, onde a maioria dos dados encontrados na literatura diz respeito aos rendimentos da cultura, havendo carência de informações sobre as características tecnológicas das raízes com melhor qualidade, a fim de satisfazer as expectativas dos consumidores e atender aos processos industriais. Devido a mandioca ser cultivada em uma ampla faixa de locais, regiões tropicais e subtropicais, é importante compreender como a planta responde as condições edafoclimáticas e aos tipos de manejo empregados nas lavouras.

## **1.1 OBJETIVOS**

### **1.1.1 OBJETIVO GERAL**

Avaliar a influência da época de colheita e do manejo no perfil tecnológico e nutricional de raízes de mandioca para alimentação humana e animal.

### **1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Comparar os teores proteicos de cultivares de mandioca na forma de silagem elaborada com diferentes proporções de parte aérea e raízes.
2. Avaliar a qualidade sensorial das raízes de mandioca em diferentes épocas de colheita e tipos de manejo, relacionando suas propriedades físico-químicas e sensoriais.
3. Avaliar a influência dos diferentes tipos de solo e manejo, bem como o efeito do tempo de colheita nos parâmetros de qualidade de raízes de mandioca cozida.
4. Avaliar cultivares de mandiocas biofortificadas em relação a sua composição físico-química e de carotenoides e verificar sua aceitação sensorial por crianças em fase escolar.



## 2 DESENVOLVIMENTO

### 2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 2.1.1 Mandioca

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), originária da América do Sul, é uma cultura amplamente difundida e cultivada em todo o mundo, é a quarta fonte mais importante de energia da dieta dos países em desenvolvimento, depois dos cereais trigo, milho e arroz, alimentando cerca de 800 milhões de pessoas em todo o mundo (FAO, 2013). Como a mandioca é altamente tolerante à seca e às condições climáticas adversas, é consideravelmente produtiva em solos pobres e terras marginais, mostra grande flexibilidade em termos de plantio e colheita, e é cultivável o ano todo (KANJU et al., 2019). As raízes se destacam pela grande capacidade de produção de substâncias energéticas, enquanto que as folhas são fonte de proteínas, minerais e vitaminas, sendo amplamente utilizadas como alimento na África (LATIF; MULLER, 2015) (Figura 1).

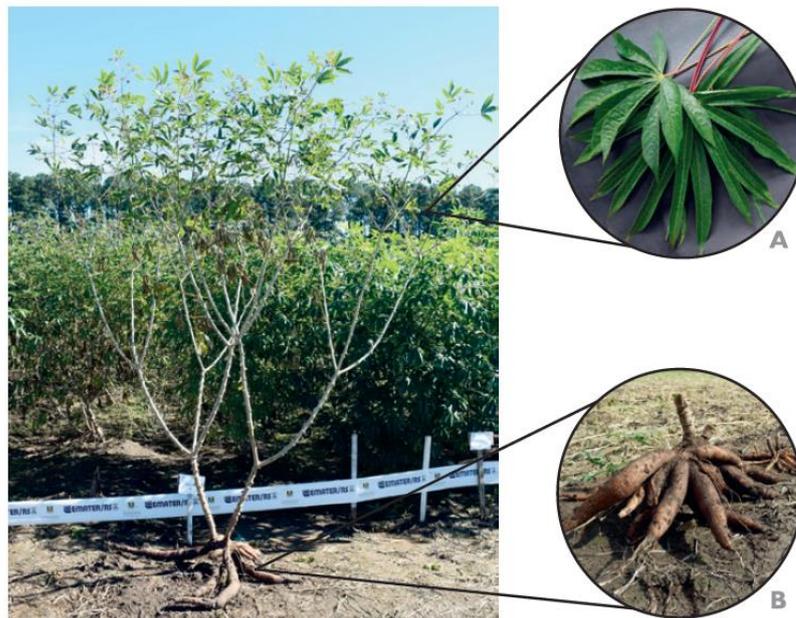


Figura 1 - Planta de mandioca inteira; (A) parte aérea; (B) raízes da planta.

Fonte: Tagliapietra et al., 2019.

Em relação a finalidade de uso, a mandioca pode ser classificada em três categorias: mandioca de mesa, para a indústria e para forragem. A mandioca de mesa tem como característica apresentar baixo teor de ácido cianogênio (menor que  $100 \text{ mg kg}^{-1}$  nas raízes

frescas), alta produtividade de raízes, facilidade no descascamento e um tempo curto de cozimento e geralmente são comercializadas na forma *in natura*. A mandioca para a indústria tem como características alta capacidade de produção e elevado teor de amido (ideal acima de 30%) (CEREDA, 2003).

As raízes destinadas a indústria são transformadas principalmente em farinha e fécula para a alimentação humana ou como matéria-prima em diversas indústrias de processamento, como alimentos, têxteis, álcool, produtos farmacêuticos, papel e papelão (STRECK et al., 2014). As mandiocas destinadas para forragem possuem características semelhantes às de mesa, porém com grande crescimento da parte aérea, que acarretará em bom rendimento e valor nutritivo para a alimentação animal, em especial na produção de silagem (TAGLIAPIETRA et al., 2019).

### 2.1.2 Aspectos agronômicos da cultura

A mandioca é caracterizada por ser um arbusto perene de hábito indeterminado propagado vegetativamente através de pedaços do caule, denominados de manivas (CÂMARA; GODOY 1998). Possui variabilidade genética extensa, com características de adaptação a diferentes condições edafoclimáticas, apresenta tolerância a condições de seca e pouca fertilidade do solo, por isso é cultivada em sistemas com baixo rendimento, por pequenos agricultores, em regiões onde o clima não favorece à exploração de outros cultivos (STAUT, 2012).

O ciclo de desenvolvimento da mandioca, descrito por Tironi et al (2019), é composto por quatro fases fisiológicas, sendo três ativas e uma de repouso vegetativo. Na primeira fase, denominada fase de emergência, inicia-se o desenvolvimento das raízes adventícias e da parte aérea da maniva. A segunda fase, a fase vegetativa, continua a formação do sistema radicular e o desenvolvimento das folhas. Na terceira fase, a fase reprodutiva, inicia-se a translocação dos fotoassimilados para as raízes tuberosas. Ocorre o espessamento das raízes tuberosas de reservas pela deposição do amido. Na quarta e última fase, a chamada fase de repouso, a planta perde as folhas naturalmente, encerrando a sua atividade vegetativa, permanecendo apenas a migração das substâncias de reserva para as raízes.

A época de colheita é um fator importante, podendo influenciar além do teor de amido e de massa seca em raízes, também o tempo de cocção, produção da parte aérea, produtividade de raízes tuberosas, dentre outras características agronômicas. A época de colheita ideal da mandioca não é conhecida, uma vez que essa cultura não apresenta um período de maturação

definido (PONTE 2008). Porém, é muito importante conhecer o período mais favorável para colheita da mandioca, pois quando as raízes são colhidas muito cedo, ocorre redução na sua produtividade, enquanto que, se colhidas tardiamente, há perda de qualidade, com desenvolvimento de raízes fibrosas e redução da porcentagem de amido (BENESI et al., 2008).

Feniman (2004), com o objetivo de caracterizar a cultivar IAC 576-70 quanto ao tempo de cocção das raízes e a qualidade das mesmas quando cozidas em diferentes épocas de colheita, constatou variabilidade no tempo de cocção em função do tempo de vida da planta, as raízes de plantas com doze meses apresentaram menor tempo de cocção do que aquelas colhidas aos 15 meses. Na região sul do Brasil, as colheitas são realizadas de março a junho, já nas regiões Norte e Nordeste, as colheitas são realizadas durante o ano todo, para atender ao consumo e à comercialização nas feiras livres (MATTOS, 2002).

### 2.1.3 Características das raízes

A mandioca apresenta raízes tuberosas que são o principal órgão de armazenamento dos carboidratos produzidos. Nas raízes de mandioca cozidas são encontrados em média 68,7% de umidade, 0,6% de proteína, 0,3% de lipídeos, 30,1% de carboidratos, 1,6% de fibra alimentar, 1,6% de cinzas, e 125 kcal (UNICAMP 2011). Essas informações ratificam a mandioca como uma fonte de energia, uma vez que a ingestão de 100 g de raiz cozida corresponde a 10% do requerimento diário de carboidratos e 6,3% de energia de um adulto considerando uma dieta de 2.000 Kcal (BRASIL, 2003).

Vários estudos têm sido realizados com o objetivo de avaliar a composição nutricional de raízes de diversas cultivares (PADONOU et al., 2005; OLIVEIRA; MORAES 2009; FRANCK et al., 2011). A composição da mandioca é específica não somente para cada cultivar, como também depende de fatores genéticos associados (CENI et al., 2009). Oliveira e Moraes (2009) avaliaram a composição nutricional das raízes de mandioca em diferentes épocas de colheita e demonstram que existem variações com o tempo de colheita, principalmente o aumento dos teores de massa seca e de amido.

O amido, principal carboidrato encontrado nas raízes de mandioca, é formado principalmente por dois polímeros, a amilose e amilopectina, distribuídos em diferentes proporções no grânulo. A funcionalidade do amido, assim como sua organização física na estrutura granular, é em grande parte atribuída à proporção destes dois polímeros (BILIADERES, 1991).

Durante o aquecimento do grânulo de amido em meio aquoso a amilose contribui na viscosidade da fase contínua da dispersão amido-água (GALLIARD; BOWLER, 1987). Durante esse processo, parte da amilose de menor peso molecular poderá passar à solução, tendo então, um sistema em que não há mais água livre, pois estará totalmente ligada às cadeias de amilose e amilopectina, ou presa nos espaços entre os grânulos. A viscosidade do sistema aumenta até o máximo e a transparência também (BOBBIO; BOBBIO, 1995). Na indústria alimentícia, o amido é utilizado em função da viscosidade, poder geleificante, adesão, tendência a retrogradação, entre outras propriedades que são influenciadas pela proporção amilose/amilopectina, teor de proteína e gordura além da estrutura, forma e tamanho dos grânulos.

Um dos principais atributos de qualidade da mandioca exigidos pelos consumidores é a textura final, caracterizada pelo cozimento em tempo curto (KOUADIO et al., 2011). O tempo de cozimento é um fator que interfere na maioria dos produtos preparados a partir das raízes de mandioca (PADONOU et al., 2005). Estudo de Kouadio et al. (2011) mostrou que a absorção de água durante o cozimento é o principal indicador de qualidade de cozimento das cultivares de mandioca. Outros estudos demonstram que as variações no tempo de cozimento sofrem influência do tipo de solo, da cultivar e da idade da planta (BORGES; FUKUDA, 1989; OLIVEIRA et al., 2005; TALMA et al., 2013).

A mandioca é considerada cozida quando a polpa for facilmente esmagada, desfeita, quando amassada com garfo até o ponto de purê, ficando como uma pasta moldável e plástica (TALMA et al., 2013). Além disso, durante a cocção as raízes sofrem influência de mudanças do conteúdo de nutrientes, deste modo o tempo de cocção deve ser o mínimo possível para que se preserve o conteúdo de minerais presentes nos vegetais (MAIEVES et al., 2011). O tempo de cozimento é uma característica de qualidade fundamental, sendo preferida aquela que apresenta menor tempo de cozimento (TALMA et al., 2013).

Outro atributo importante em relação as raízes de mandioca é a impressão que elas causam no consumidor, e essa investigação é feita por meio da análise sensorial (COSTA 2005). A análise sensorial é uma ciência que utiliza os sentidos humanos (visão, olfato, paladar, tato e audição) para medir, quantificar e interpretar as reações produzidas pelas características dos alimentos (FERREIRA et al., 2000).

As mandiocas de mesa caracterizam-se por apresentar boas qualidades sensoriais e culinárias, ambas influenciadas pelas condições edafoclimáticas e práticas de manejo. Quando destinadas a mercados organizados, são exigidas características como o tamanho, a forma e a uniformidade da cor e das raízes.

#### 2.1.4 Biofortificação de alimentos

A estratégia atual para combater a desnutrição nos países em desenvolvimento tem como foco o fornecimento de suplementos vitamínicos e minerais para as populações carentes, além da biofortificação de alimentos. O déficit de micronutrientes como ferro, zinco e betacaroteno comprometem o desenvolvimento físico e intelectual de crianças, perdurando por toda a sua vida, podendo levar à cegueira, no caso da deficiência de vitamina A, e à morte prematura (CARVALHO; NUTTI, 2012).

Há um número crescente de evidências que comprovam o impacto negativo da deficiência de vitamina A na saúde de grupos de maior vulnerabilidade nutricional como gestantes, recém-nascidos, e crianças na idade escolar (PEREIRA; HESSEL, 2008) A vitamina A auxilia no funcionamento adequado do sistema imunológico, agindo como antioxidante no combate de radicais livres que aceleram o envelhecimento e estão associados a algumas doenças (BRASIL, 2007). Dos carotenoides existentes na natureza, destaca-se o betacaroteno, molécula precursora da vitamina A. A conversão da molécula de betacaroteno a vitamina A ocorre naturalmente no fígado, sendo que, devido a estrutura, a clivagem ocorre na posição central da molécula, produzindo duas moléculas de vitamina A (RODRIGUEZ-AMAYA 2018).

A vitamina A é uma vitamina lipossolúvel, sem valor energético, que o organismo humano sintetiza em quantidade insuficiente, ou mesmo não a sintetiza sendo necessárias quantidades mínimas, as quais podem ser fornecidas pelos alimentos. Os níveis diários adequados de vitamina A para prevenir sintomas de deficiência em crianças são de 200 a 300 µg, em adultos de 500 a 600 µg e em gestantes de 550 µg (NRC 2001).

Existe a preocupação crescente em melhorar a qualidade de alimentos que representem a base da alimentação, que sejam de baixo custo e acessível a toda a população, proporcionando uma melhora na qualidade de vida (CARVALHO et al., 2015). Assim, produtos agrícolas biofortificados constituem-se em uma importante alternativa para complementar as intervenções em andamento, proporcionando uma maneira sustentável e de baixo custo para alcançar as populações carentes. A biofortificação é um processo de alta eficiência que consiste no melhoramento convencional de plantas da mesma espécie que são selecionadas e cruzadas até que sejam obtidas variedades com maiores teores de ferro, zinco e pró-vitamina A (CARVALHO; NUTTI, 2012).

No Brasil, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) coordena o projeto BioFort, responsável pela biofortificação de alimentos no país. Este projeto tem o objetivo de diminuir a desnutrição e garantir maior segurança alimentar através do aumento dos

teores de ferro, zinco, betacaroteno, manganês, entre outros, na dieta da população, sobretudo a mais carente (CARVALHO; NUTTI, 2012). Dessa forma, pesquisadores no Brasil e no exterior têm investido em pesquisas focadas em alimentos básicos da dieta da população e largamente produzidos como arroz, feijão, batata-doce, milho, feijão, abóbora, trigo e mandioca (REIFSHNEIDER et al., 2015). Por ser amplamente cultivada no Brasil, a mandioca é um dos alimentos mais estudados na biofortificação.

Para os países em desenvolvimento, onde existem dificuldades no acesso da população aos alimentos fortificados industrializados, a biofortificação pode representar um novo e importante papel, na redução da deficiência de micronutrientes no mundo, com a vantagem de não modificar o comportamento de produtores e consumidores, e nem exigir mudanças nos seus hábitos alimentares (WHO/FAO 2006).

As cultivares de mandioca com coloração da polpa amarela, BRS 399, BRS 396, lançadas pela EMBRAPA em 2015 tem como principal característica a alta concentração de betacaroteno nas raízes em relação as cultivares encontradas atualmente no mercado, arquitetura favorável aos tratos culturais, altas produtividades, cozimento rápido e sabor doce, sendo utilizadas principalmente para consumo cozido.

## **2.2 ARTIGO 1**

### **TEORES DE PROTEÍNA EM SILAGEM DE MANDIOCA ELABORADAS A PARTIR DE CULTIVARES DE MESA E FORRAGEM**

O artigo foi aceito para publicação no periódico Revista Agroecossistemas (Anexo 1)





Núcleo de Meio Ambiente  
Universidade Federal do Pará  
Rua Augusto Corrêa, 01, Guamá  
Belém, Pará, Brasil  
<https://periodicos.ufpa.br/index.php/agroecosistemas>

**autor1**

afiliação institucional  
emailautor@dominio

**autor2**

afiliação institucional  
emailautor@dominio

**autor3**

afiliação institucional  
emailautor@dominio

**autor4**

afiliação institucional  
emailautor@dominio

**autor3**

afiliação institucional  
emailautor@dominio

Recebido em: xx de xxx de xxxx  
Avaliado em: xx de xxx de xxxx  
Aceito em: xx de xxx de xxxx

## Teores de proteína em silagem de mandioca elaboradas a partir de cultivares de mesa e forragem

**RESUMO:** A mandioca tem potencial para tornar-se uma das principais alternativas forrageiras para a alimentação animal, como fonte de proteína para substituir ou complementar as rações a base de soja e milho, que apresentam custo elevado. Devido ao desperdício da parte aérea, que é rica em proteína, o trabalho objetivou comparar os teores proteicos de cultivares de mandioca de mesa e forrageiras na forma de silagem elaborada com diferentes proporções de parte aérea e raízes, a fim de fomentar seu uso e fornecer informações para os produtores rurais. Duas formulações de silagem foram elaboradas, uma com 70% de parte aérea e 30% de raízes (70/30) e outra com 80% de parte aérea e 20% de raízes (80/20). Foram determinados os teores de proteína bruta (PB) e massa seca (MS) das silagens e das partições da planta (raiz, haste, pecíolo e folha). As silagens 70/30 apresentaram uma média 24,9% de MS e 14,3% de PB, e na 80/20, 24,0% de MS e 16,2% de PB. Os maiores teores de proteína foram encontrados nas cultivares forrageiras (Fepagro RS 13 e Polly). A folha foi a partição da planta que apresentou os teores mais elevados de proteína.

**PALAVRAS-CHAVE:** Alimentação animal, proteína, ensilagem, parte aérea.

## Cassava silage protein content from table and forage cultivars

**ABSTRACT:** Cassava has the potential to become one of the main forage alternatives for animal feed, as a source of protein to replace or complement the high cost soy and corn feeds. Due to the protein-rich shoot waste, this study aimed to compare the protein contents of table cassava and fodder cultivars in the form of elaborated silage with different shoot and root proportions in order to promote their use and provide information for farmers. Two silage formulations were elaborated, one with 70% shoot and 30% roots (70/30) and another with 80% shoot and 20% roots (80/20). Crude protein (CP) and dry matter (DM) contents of silages and plant partitions (root, stem, petiole and leaf) were determined. The 70/30 silages presented an average of 24,9% of DM and 14,3% of CP, and in 80/20, 24,0% of DM and 16,2% of CP. The highest

protein contents were found in forage cultivars (Fepagro RS 13 and Polly). The leaf was the plant partition that presented the highest protein contents.

**KEYWORDS:** Animal feed, protein, silage, shoot.

### **Contenido de proteína de ensilaje de yuca de cultivares de mesa y forraje**

**RESUMEN:** La yuca tiene el potencial de convertirse en una de las principales alternativas de forraje para la alimentación animal, como una fuente de proteína para reemplazar o complementar el alto costo de la alimentación de soja y maíz. Debido a que los residuos de la parte aérea son ricos en proteínas, el objetivo de este estudio fue comparar los contenidos de proteínas de las variedades de yuca forrajeras en forma de ensilaje elaboradas con diferentes proporciones de la parte aérea y las raíces, con el fin de promover su uso y proporcionar información para los agricultores. Se elaboraron dos formulaciones de ensilaje, una con 70% de la parte aérea y 30% de raíces (70/30) y otra con 80% de parte aérea y 20% de raíces (80/20). Se determinaron los contenidos de proteína cruda (PC) y materia seca (MS) de los ensilajes y de cada una de las partes de la planta (raíz, tallo, pecíolo y hoja). Los ensilados con 70/30 presentaron un promedio de 24,9% de MS y 14,3% de PC, y en 80/20, 24,0% de MS y 16,2% de PC. Se encontraron contenidos de proteína más altos en cultivares de forraje (Fepagro RS 13 y Polly). La hoja fue la parte de la planta que presentó el mayor contenido de proteínas.

**PALABRAS CLAVES:** Alimentación animal, proteína, ensilaje, parte aérea.

## INTRODUÇÃO

A cultura da mandioca é uma das principais fontes energéticas de grande parte da população mundial, em especial, em países em desenvolvimento (FAO 2016), onde representa garantia de segurança alimentar (MUNYAHALI et al., 2017). Além disso, têm grande importância para a agricultura familiar, servindo como fonte de renda e complemento alimentar (FONSECA; CASTRO, 2017).

Embora muito utilizada na alimentação humana (ACHIDI et al., 2015), seu uso na alimentação animal tem sido pouco explorado. Atualmente o milho e a soja são os principais cereais utilizados na alimentação animal, porém, a oferta insuficiente, a produção de biocombustível, os preços altos e a concorrência com as indústrias alimentícias fazem com que haja uma demanda contínua por fontes alimentares alternativas e com menor custo de produção (NAVARRO; BICUDO 2011).

A ampla adaptabilidade da planta de mandioca a condições edafoclimáticas, rusticidade e baixo custo de produção, faz com que a cultura tenha potencial para tornar-se uma das principais alternativas forrageiras para a alimentação animal nos países subdesenvolvidos (África Sub Sariana) e em desenvolvimento (América Latina e Ásia) (FIGUEIREDO et al., 2006, MORGAN; CHOCT, 2016). Visto que, há busca por fontes alternativas de proteína com o objetivo de substituir ou complementar as fontes alimentares de custo de produção elevado e com baixa eficiência no uso de recursos (ARAÚJO et al., 2016).

A parte aérea da planta de mandioca apresenta alta produtividade, alcançando valores que variam de 5 t ha<sup>-1</sup> (SILVA et al., 2009) a 17 t ha<sup>-1</sup> (FERNANDES et al. 2016). As folhas apresentam elevado teor proteico, entre 17,9 % (MOTA et al., 2011) e 30 % (SILVA et al., 2009). A

utilização da planta como forrageira exige das cultivares uma parte aérea com significativo crescimento, o que pode variar de acordo com o manejo da cultura, cultivar, época de colheita e condições edafoclimáticas (TEO et al., 2010, NUNES IRMÃO et al., 2008).

As proteínas das folhas apresentam balanço adequado em aminoácidos, com excelentes valores de lisina e deficiência apenas em metionina e triptofano (AWOYINKA et al., 1995). Porém, apresentam taninos, que formam complexos insolúveis com as proteínas, reduzindo sua digestibilidade e conferindo amargor e sabor adstringente, o que limitaria sua utilização na alimentação animal (FENNEMA 1996, KUMAR; SINGH, 1984). Porém, quando introduzidas a alimentos com elevadas quantidades de carboidratos, como as raízes de mandioca, há melhoria do valor nutritivo desses produtos, sendo um recurso para o aproveitamento integral da planta (FIORDA et al., 2013).

Além disso, a conservação da parte aérea da mandioca, na forma de

silagem, minimiza problemas ocasionados pela estacionalidade da produção de forragem, sendo uma alternativa para suprir a falta de alimento para os animais nos períodos críticos do ano. O valor nutricional e a qualidade das silagens produzidas são influenciados tanto pelo cultivar como pela fração da parte aérea utilizada como forragem (AZEVEDO et al., 2006). Algumas pesquisas têm demonstrado a inclusão de parte aérea de mandioca na formulação de dietas para animais (AZEVEDO et al., 2006, MOTA et al., 2011, SOUZA et al. 2012).

Porém, até o momento estudos de silagem da parte aérea e das raízes da planta de mandioca elaboradas em diferentes proporções não foram encontrados. Assim, esse estudo teve como objetivo comparar os teores proteicos de cultivares de mandioca na forma de silagem elaborada com diferentes proporções de parte aérea e raízes.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram avaliadas as principais cultivares de mandioca plantadas no Brasil, sendo cinco classificadas com finalidade de mesa: Vassourinha, Aceguá, Preta e Branca, Gema de Ovo e Frita, e duas como finalidade forrageira: Fepagro RS 13 e Polly. O experimento foi conduzido no ano agrícola 2017/2018 em Santa Maria, RS, Brasil (latitude: 29°43'S, longitude: 53°43'W e altitude: 95 m). O solo do local é caracterizado por apresentar textura média, profundidades que variam em torno de um metro, baixa

fertilidade natural e má drenagem (STRECK et al., 2008). O plantio foi realizado em parcelas de 8,0 m x 4,0 m, com espaçamento de 1,0 m entre linha e 0,8 m entre plantas. A adubação foi realizada visando altas produtividades e o controle de plantas daninhas foi realizado por meio de capina manual.

As plantas foram colhidas seis meses após o plantio e elaborado duas formulações de silagens, utilizando a parte aérea e as raízes da planta (Tabela 1), sendo estas formulações as mais utilizadas por produtores e indicadas para o consumo animal.

**Tabela 1** - Formulações das silagens de mandioca utilizando a parte aérea e as raízes da planta de mandioca.

Partições da planta	Formulação 1 (80%) <sup>1</sup>	Formulação 2 (70%) <sup>2</sup>
Parte aérea (haste, pecíolo, folhas)	1600 g	1400 g
Raízes	400 g	600 g

Legenda: <sup>1</sup>80% - silagem na concentração de 80% parte aérea e 20% raiz; <sup>2</sup>70% - silagem na concentração de 70% parte aérea e 30% raiz.

Após a pesagem das formulações, as partições da planta

foram trituradas em grânulos de 1 a 2 cm, misturando-se a parte aérea e as

raízes. O material foi ensilado em silos laboratoriais de vidro, realizado a compactação e vedação para proporcionar ambiente anaeróbico. Posteriormente, foram armazenados em local escuro, oferecendo ambiente favorável para uma fermentação adequada. Os silos foram abertos 30 dias após a ensilagem e as amostras analisadas.

As amostras de silagem foram submetidas a pré-secagem, em estufa a 55 °C, até atingir peso constante. Em seguida, foram trituradas em moinho do tipo Willey e acondicionadas para as análises posteriores. A massa seca (MS) foi determinada por secagem em estufa a 105 °C, até obtenção de peso constante (SILVA; QUEIROZ, 2002). O teor de nitrogênio foi determinado pelo método de micro-Kjeldahl, e para conversão em proteína bruta (PB) foi utilizado o fator 6,25. A matéria mineral (cinzas) foi determinada pela queima da amostra em mufla a 550 °C (SILVA; QUEIROZ, 2002). O teor de gordura (GOR) foi determinado pelo método de Bligh-Dyer (BLIGH-DYER, 1959). Os

carboidratos totais (CT) foram estimados de acordo com as equações de Sniffen et al. (1992), onde:  $CT (\%) = 100 - (PB + GOR + cinzas)$ .

As determinações de proteína bruta e massa seca também foram realizadas na raiz, na haste, no pecíolo e nas folhas das cultivares analisadas, a fim de estabelecer qual a partição da planta que mais interfere no teor de proteína da silagem. Todas as análises foram realizadas em triplicatas.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com três repetições por tratamento. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro no software SPSS 20.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Há diferença significativa nos teores de massa seca, proteína, gordura, e carboidratos entre as cultivares avaliadas aos seis meses após o plantio (Tabela 2). A composição da

planta de mandioca depende de algumas variáveis como cultivar, idade da planta, espaçamento, adubação e

condições edafoclimáticas durante o desenvolvimento da cultura (FERNANDES et al., 2016).

**Tabela 2** - Composição das silagens das cultivares de mandioca de mesa e forrageiras expressos em porcentagem da massa seca.

Cultivares	Massa Seca (%)		Proteína (%)		Gordura (%)		Carboidratos (%)		
	70/30	80/20	70/30	80/20	70/30	80/20	70/30	80/20	
Mesa	Aceguá	23,7 <sup>bA</sup>	23,7 <sup>aA</sup>	12,3 <sup>cA</sup>	13,9 <sup>abA</sup>	4,5 <sup>aB</sup>	5,0 <sup>bcA</sup>	74,5 <sup>abcA</sup>	75,2 <sup>aA</sup>
	Preta e Branca	25,4 <sup>abA</sup>	22,9 <sup>aA</sup>	14,9 <sup>bA</sup>	16,3 <sup>abA</sup>	4,9 <sup>aA</sup>	5,0 <sup>bcA</sup>	69,9 <sup>cdA</sup>	70,5 <sup>abA</sup>
	Gema de Ovo	23,9 <sup>bA</sup>	23,3 <sup>aA</sup>	14,7 <sup>bcB</sup>	17,8 <sup>aA</sup>	5,6 <sup>aA</sup>	6,5 <sup>abA</sup>	71,7 <sup>bcA</sup>	65,8 <sup>bB</sup>
	Frita	24,1 <sup>bB</sup>	25,7 <sup>aA</sup>	13,1 <sup>cA</sup>	15,6 <sup>abA</sup>	5,0 <sup>aA</sup>	4,9 <sup>bcA</sup>	75,6 <sup>abA</sup>	72,9 <sup>abA</sup>
	Vassourinha	29,4 <sup>aA</sup>	25,7 <sup>aB</sup>	8,9 <sup>dA</sup>	11,0 <sup>bA</sup>	3,9 <sup>aA</sup>	7,2 <sup>aA</sup>	77,5 <sup>aA</sup>	76,4 <sup>aA</sup>
	Média (%)	25,3	24,3	12,8	14,9	4,8	5,7	73,8	72,1
Forrageiras	Polly	22,4 <sup>bA</sup>	24,2 <sup>aA</sup>	17,6 <sup>aA</sup>	22,1 <sup>aA</sup>	4,9 <sup>aA</sup>	5,6 <sup>abA</sup>	66,2 <sup>dA</sup>	70,7 <sup>abA</sup>
	Fepagro RS 13	25,5 <sup>abA</sup>	22,9 <sup>aB</sup>	14,3 <sup>bcA</sup>	17,3 <sup>aA</sup>	4,2 <sup>aA</sup>	3,3 <sup>cA</sup>	75,2 <sup>abA</sup>	70,9 <sup>abB</sup>
	Média (%)	23,9	23,5	15,9	19,7	4,5	4,5	70,7	70,8
Média geral*	24,9	24,0	14,3	16,2	4,7	5,4	72,9	71,8	
CV (%)	7,3	7,0	6,5	14,3	14,9	12,7	2,4	3,9	

Resultados apresentados por meio da média das triplicatas. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Legenda: 80% - silagem na concentração de 80% parte aérea e 20% raiz, 70% - silagem na concentração de 70% parte aérea e 30% raiz. C.V. (Coeficiente de variação). \*Cultivares de mesa e forrageira.

Com relação aos teores de massa seca, a média encontrada foi de 24,0% na silagem 80/20 e 24,9%

na 70/30. Esse fato é explicado pelo alto teor de umidade do material que originou a silagem, pois a colheita

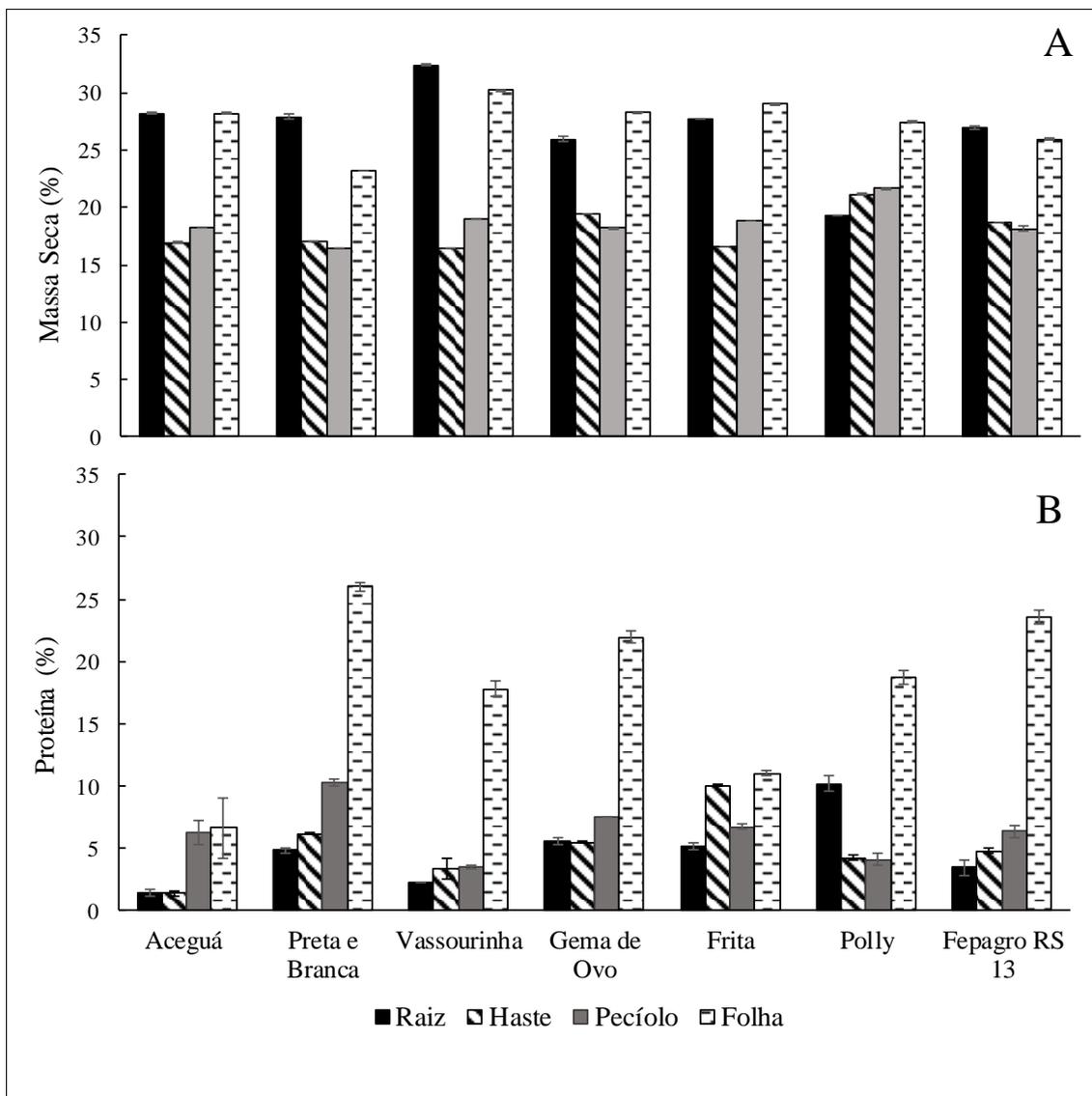
das plantas foi realizada na fase de máximo crescimento vegetativo (seis meses após o plantio). Nessa fase a umidade é mais elevada do que nas plantas que são colhidas próximas do final do ciclo de desenvolvimento. Mesmo assim, os valores de massa seca estão próximos da faixa de normalidade ideal para a silagem, que é de 30% (McDONALD, 1981).

Outros estudos realizados com silagem de mandioca, como o de Azevedo et al. (2006), que avaliaram silagem da parte aérea de três cultivares de mandioca, duas classificadas como de mesa e uma forrageira, no estado do Rio Grande do Sul, encontraram teores médio de 29% de massa seca. Mota et al. (2011), analisando a composição das silagens de três cultivares de mandioca encontraram teores médios de matéria seca de 21,9 a 27,1%. Sendo assim, seguindo as

recomendações gerais para ensilagem é possível fazer silagem de mandioca de qualidade satisfatória (MODESTO et al., 2004, AZEVEDO et al. 2006, SILVA et al. 2009). A silagem elaborada apresentou características típicas de uma fermentação desejável, como cheiro agradável, cor clara e textura firme. Além disso, o processo de ensilagem reduz as concentrações de ácido cianídrico a quantidades seguras, sem risco de intoxicação aos animais (FERNANDES et al., 2016).

Em relação as partições da planta, foi observado que as raízes e as folhas são os componentes que apresentam os maiores teores de massa seca. Os valores nas raízes variaram de 19,2% a 32,4% e nas folhas de 23,4% a 30,2% (Figura 1).

**Figura 1** – Teores de massa seca (A) e proteína (B) das partições da planta de sete cultivares de mandioca.



Legenda: Resultados apresentados por meio da média das triplicatas  $\pm$  erro padrão.

Resultados semelhantes foram encontrados por Oliveira et al. (2010) onde verificaram valores de matéria seca nas raízes de 28,7% a 29,6%. Em estudo realizado com o terço superior da parte aérea da planta por Faustino

et al. (2003), foi encontrado uma média de 25,5% de matéria seca, corroborando com os teores encontrados nesse estudo. Pequenas diferenças nos teores de umidade das raízes podem ser oriundas da variação

da quantidade de água disponível no solo, como também da cultivar utilizada.

Os resultados médios para proteína bruta foram maiores na silagem 80/20 (16,2%) do que na 70/30 (14,3%). As cultivares forrageiras Polly e Fepagro RS 13 se destacaram por apresentar os maiores teores de proteína em ambas as concentrações.

As cultivares forrageiras apresentaram uma média de 15,4% de proteína na concentração 70/30 e 18,5% na 80/20 enquanto as cultivares de mesa apresentaram 12,8% e 14,9%, respectivamente. Os cultivares de mesa, como a Vassourinha, Frita e Aceguá apresentaram as menores porcentagens de proteína, demonstrando menor potencial para elaboração de silagem (Tabela 2).

As silagens das sete cultivares estão adequadas quanto ao teor de proteína, estando acima do nível mínimo de exigência de proteína bruta para as dietas de ruminantes, que deve ser superior a 7%, conforme descrito por Van Soest (1994), pois teores

inferiores a este podem prejudicar a fermentação ruminal dos animais.

Ao analisar as diferentes partições da parte aérea da planta de mandioca foi observado diferença nos teores de proteína, sendo a folha a parte da planta que possui maior teor de proteína, sendo similar entre as sete cultivares (Figura 1). Apesar de algumas cultivares forrageiras apresentarem teor de proteína nas folhas menor que algumas cultivares de mesa (Figura 1), nas silagens elaboradas os teores proteicos a partir das cultivares forrageiras são maiores, para as duas proporções (Tabela 2). Essa variação é explicada pelo fato da folha ser a partição que mais influencia no teor de proteína da silagem e pelas características morfológicas das cultivares forrageiras, que apresentam maior produção de folhas na parte aérea. As cultivares forrageiras, como a Fepagro RS 13 e a Polly, possuem maior produção de parte aérea, maior índice de área foliar, maior número de ramificações simpodiais, maior altura total e maior velocidade de emissão de

folhas na haste principal e nas suas ramificações (TIRONI et al., 2015). A alta produtividade de parte aérea das cultivares forrageiras aliada ao maior teor de proteína bruta, faz desses genótipos uma ótima alternativa para alimentação animal.

Estudo que analisou silagem do terço superior de mandioca, encontraram um valor médio de 19,5% de proteína (MODESTO et al., 2004). Longhi et al. (2013) avaliaram silagens com diferentes frações da parte aérea da planta de mandioca e encontraram uma média de 12,4% de proteína, valores semelhantes ao relatado nesse estudo. Os teores de proteína da silagem de mandioca encontrados no presente estudo foram superiores aos da silagem de milho (6,32%) (VARGAS et al., 2015). Esses resultados evidenciam que as folhas contribuíram para melhorar a composição nutricional da silagem de mandioca, e quanto maior a proporção de parte aérea na silagem, mais elevado é o teor de proteína. Sendo assim, é possível elaborar silagens com diferentes

concentrações de proteína, podendo atender as exigências nutricionais, visto que o inadequado suprimento de nutrientes é um dos principais fatores relacionados com o baixo desempenho produtivo (AZEVEDO et al., 2006).

No que diz respeito aos teores de gordura os maiores valores foram encontrados na silagem 80/20, que foi 5,3% e 4,7% na silagem 70/30 (Tabela 2), valores acima do encontrado por Faustino et al. (2003) em pesquisa semelhante, que foi de 3,8% de gordura, e maior que o encontrado para a silagem de milho, em torno de 1,5% (VARGAS et al., 2015).

Além disso, o uso da parte aérea pode ser uma alternativa para redução dos custos de produção na atividade pecuária, visto que é um subproduto pouco aproveitado pelos produtores rurais atualmente e proporciona o aproveitamento das folhas, as quais, normalmente, são descartadas nas lavouras (KHANG; WIKTORSSON, 2006). As raízes de mandioca possuem características favoráveis para o uso em silagem, pois

apresentam em média 68% de umidade e são ricas em carboidratos, principalmente em amido, o que as tornam facilmente fermentável (CHUNG et al., 2010, LEBOT 2009, YIN et al., 2004, ARAÚJO et al., 2016). Para a utilização na alimentação animal é necessária uma complementação com proteínas, visto que são diretamente responsáveis pelo desempenho do animal (TEO et al., 2010). Assim, o aproveitamento da parte aérea é uma alternativa para o aumento desses teores. A elaboração da silagem de mandioca utilizando a parte aérea, que é rica em proteínas, e as raízes, fonte de energia é uma excelente alternativa para a alimentação animal. Sendo que a parte aérea contribui para uma melhor palatabilidade, enquanto as raízes proporcionam uma boa digestibilidade da silagem pelos animais.

A variação nos teores proteicos das cultivares analisadas justifica a necessidade de estudar diferentes cultivares de mandioca na forma de silagem, para obtenção de estimativas

mais seguras dos parâmetros nutricionais. Além disso, verifica-se que a silagem de mandioca elaborada a partir da mistura da parte aérea e raízes (70/30 e 80/20) é uma alternativa promissora para uso na alimentação animal, e permite aumentar a eficiência no uso de recursos das propriedades familiares em virtude da utilização da parte aérea das plantas.

## CONCLUSÃO

As silagens com concentração 80/20 apresentaram maiores teores de proteína (16,2%), em virtude da maior concentração de folhas, do que as na concentração 70/30 (14,3%).

A silagem elaborada com cultivares forrageiras Fepagro RS 13 e Polly apresentaram maior concentração de proteína (15,4% na concentração 70/30 e 18,5% na concentração 80/20) do que as elaboradas com as cultivares de mesa Aceguá, Preta e Branca, Gema de Ovo, Frita e Vassourinha (12,7% na concentração 70/30 e 14,9% na concentração 80/20).

## AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento

## REFERÊNCIAS

AZEVEDO, E. B.; NORBERG, J. L.; KESSLER, G. B.; DAVID, D. B.; FALKENBERG, J. R.; CHIELLE, Z. G. Silagem da parte aérea de cultivares de mandioca. **Ciência Rural**, v. 36, n.6, p.1902-1908, 2006.

BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v. 8, n. 37, p. 911-917, 1959.

CHUNG, H. J.; LIU, Q.; HUANG, R.; YIN, Y.; LI, A. Physicochemical properties and in vitro starch digestibility of cooked rice from commercially

001 e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsas de estudo.

available cultivars in Canadá. **Cereal Chemistry**, v.87, n.4, p. 297-304, 2010.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (2016). Agricultural production: crops primary. Disponível em: <http://faostat.fao.org/>. Acesso em: 11 jul. 2019.

FAUSTINO, J.O.; SANTOS, G.T dos; MODESTO, E. C.; SILVA, D. C; JOBIM, C. C.; SAKAGUTI, E. S.; DAMASCENO, C.; MARQUES, J. A.; ZAMBOM, M. A. Efeito da ensilagem do terço superior da rama de mandioca triturada ou inteira e dos tempos de armazenamento. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.25, n.2, p.403-410, 2003.

- FENNEMA, O. **Food chemistry**, 3. ed. New York: Marcel Dekker, 1996.1069 p.
- FERNANDES, F. D.; GUIMARÃES, J. R.; VIEIRA, E. A.; FIALHO, J. F.; MALAQUIAS, J. V. Produtividade e valor nutricional da parte aérea e de raízes tuberosas de oito genótipos de mandioca de indústria. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.17, n.1, p.1-12, 2016.
- FIGUEIREDO, M. P.; SOUZA, L. F.; FERREIRA, J. Q. Cinética da degradação ruminal da matéria seca da haste, da raiz, do feno da parte aérea e da silagem de raiz de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) tratada com ureia. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 43, n. 1, p. 11-17, 2006.
- FIORDA, F. A.; JÚNIOR, M. S. S.; SILVA, F. A.; SOUTO, L. R. F.; GROSSMANN, M. V. E. Farinha de bagaço de mandioca: aproveitamento de subproduto e comparação com fécula de mandioca. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, n. 4, p. 408-416, 2013.
- FONSECA, S. S.; CASTRO, R. R. A. Cultivo e beneficiamento de *manihot esculenta* crantz pelos agricultores familiares da comunidade Açaizal Monte Alegre, Pará. **Revista Agroecossistemas**, v. 9, n. 1, p. 21 – 31, 2017.
- KHANG, D. N.; WIKTORSSON, H. Performance of growing heifers fed urea treated fresh rice straw supplemented with fresh, ensiled or pelleted cassava foliage. **Livestock Science**, v.102, n.2, p. 130-139, 2006.
- KUMAR, R.; SINGH, M. Tannins: their adverse role in ruminant nutrition.

- Journal of Agriculture and Food Chemistry, v. 32, p. 447-453, 1984.
- LEBOT, V. Tropical root and tuber crops: cassava, sweet potato, yams and aroids. Crop Production Science in Horticulture. CABI, Wallingford: UK, 2009.
- LONGHI, R. M.; DOMINGUES, F. N.; MOTA, D. A.; OAIGEN, R. P. CALONEGO, J. C.; ZUNDT, M. Composição bromatológica e pH da silagem de diferentes frações da parte aérea da mandioca tratada com doses crescentes de óxido de cálcio. *Comunicata Scientiae*, v.4, n.4, p.337-341, 2013.
- MCDONALD, P. The biochemistry of silage. Marlow, Bucks, UK: Chalcombe Publications, 1991.
- MODESTO, E.C.; SANTOS, G. T.; VILELA, D.; SILA, D. C.; FAUSTINO, J. O.; JOBIM, C. C.; DETMANN, E.; ZAMBOM, M. A.; MARQUES, J. A. Caracterização químico-bromatológica da silagem do terço superior da rama de mandioca. *Acta Scientiarum*, v. 26, n. 1, p. 137-146, 2004.
- MORGAN, N. K.; CHOCT, M. Cassava: Nutrient composition and nutritive value in poultry diets. *Animal Nutrition*, v.2, n.4, p.253-261, 2016.
- MOTA, Á. D. S.; JÚNIOR, V. R. R.; SOUZA, A. S.; REIS, S. T.; TOMICH, T. R.; CALDEIRA, L. A.; MENEZES, C. C.; COSTA, M. D. Perfil de fermentação e perdas na ensilagem de diferentes frações da parte aérea de quatro variedades de mandioca. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 40, n. 7, p. 1466-1473, 2011.
- MUNYAHALI, W.; PYPERS, P.; SWENNEN, R.; WALANGULULU, J.;

VANLAUWE, B.; MERCKX, R. Responses of cassava growth and yield to leaf harvesting frequency and NPK fertilizer in South Kivu, Democratic Republic of Congo. **Field Crops Research**, v. 214, p.194-201, 2017.

NAVARRO, M.I.V., BICUDO, S.J. **Alimentação de animais monogástricos: Mandioca e outros alimentos não-convencionais**. 1.ed. Botucatu: Ed: Fepaf, 2011. 307 p.

NUNES IRMÃO, J. et al. Composição química do feno da parte aérea da mandioca em diferentes idades de corte. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.9, n.1, p.158-169, abr. 2008.

OLIVEIRA, P.S.; VIANA, A. E. S.; MATSUMOTO, S. N.; JÚNIOR, N. S. C.; SEDIYAMA, T.; JOSÉ, A. R. S. Efeito da poda e de épocas de colheita sobre

características agronômicas de mandioca. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.32, n.1, p.99-108, 2010.

SILVA, A. F.; SANTANA, L. M; FRANÇA, C. R. R. S.; MAGALHÃES, C. A. de S.; ARAÚJO, C. R.; AZEVEDO, S. G. Produção de diferentes variedades de mandioca em sistema agroecológico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, n.1, p.33-38, 2009.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de Alimentos: Métodos Químicos e Biológicos**. Viçosa, MG: UFV, 2002.

SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P. J.; FOX, D. G.; RUSSEL, J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v. 70, n.10, p.3562-3577, 1992.

- SOUZA, A. S.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; MOTA, A. D. S.; ROCHA, W. J. B.; OLIVEIRA, C. R.; AGUIAR, A. C. R.; SANTOS, C. C. R.; MENDES, G. A. Potencial forrageiro e valor nutricional do feno de diferentes frações da parte aérea de quatro variedades de mandioca. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.13, n.3, p.604-618, 2012.
- STRECK, E.V.; KAMPF, N.; DALMOLIM, R. C. S.; KLANT, E.; NASCIMENTO, P. C.; SCHENEIDER, P.; GIASSON, E.; PINTO, L. F. S. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: EMATER/RS; UFRGS, 2008.
- TEO, C. R. P. A.; PRUDENCIO, S. H.; COLEHO, S. R. M.; TEO, M. S. Obtenção e caracterização físico-química de concentrado protéico de folhas de mandioca. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.9, p.993-999, 2010.
- TIRONI, L. F.; UHLMANN, L. O.; STRECK, N. A.; SAMBORANHA, F. K.; FREITAS, C. P. de O.; SILVA, M. R. da. Desempenho de cultivares de mandioca em ambiente subtropical. **Bragantia**, v.74, n. 1, p.58-66, 2015.
- VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. New York: Cornell University Press, 1994.
- VARGAS, L. I. M.; LANA, R. P. MODESTO, J. C. P.; VELOSO, C. M.; RENNÓ, L. N.; FONSECA, D. M. Desempenho de vacas mestiças em função de suplementação energética e proteica em dietas à base de silagem de milho. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.67, n.3, p.827-836, 2015.

YIN, Y. L.; DENG, Z. Y.; HUANG, H. L.;

ZHONG, H. Y.; HOU, Z. P. GONG, J.

Nutritional and health function of  
carbohydrate for pigs. Journal of

Animal and Feed Sciences, v. 13, n.4, p.

523-538, 2004

## **2.3 ARTIGO 2**

### **EFEITO DO TIPO DE SOLO E ÉPOCA DE COLHEITA NAS CARACTERÍSTICAS DE RAÍZES DE MANDIOCAS COZIDAS**

O artigo está em fase final de revisão pelos autores e será submetido para publicação no  
periódico Revista Bragantia

(Formatação conforme as normas da revista – Anexo 2)



1     **EFEITO DO TIPO DE SOLO E ÉPOCA DE COLHEITA NAS CARACTERÍSTICAS**  
2                     **DE QUALIDADE DE RAÍZES DE MANDIOCA COZIDA**

3             Bruna Lago Tagliapietra<sup>1</sup>, Eduardo Lago Tagliapietra<sup>2</sup>, Moisés de Freitas Nascimento<sup>3</sup>,  
4             Maximiliano Segundo Jimenez Escalona<sup>1</sup>, Alencar Junior Zanon<sup>4</sup>, Neila Silvia Pereira dos  
5   Santos Richards<sup>5</sup>

6     **RESUMO**

7     O objetivo desse estudo foi avaliar a influência do tipo de solo e do manejo, bem como o efeito  
8     das épocas de colheita nos parâmetros de qualidade de raízes de mandioca cozida. O estudo foi  
9     conduzido em lavouras de mandioca com solos característicos de terras altas e terras baixas. As  
10    práticas de manejos empregadas no experimento de campo foram correspondentes aos níveis  
11    tecnológicos de manejo baixo, médio e alto. As raízes foram colhidas no 6º, 7º e 8º mês após o  
12    plantio. Foi determinado a dificuldade de descascamento, tempo de cocção e absorção de água,  
13    bem como a composição físico-química das raízes cozidas (massa seca, proteína, gordura,  
14    cinzas, fibra bruta e amido total) e cor das raízes. O tipo de solo e os níveis tecnológicos  
15    influenciaram nas características físico-químicas das raízes. No nível tecnológico alto, em  
16    ambos os tipos de solo, houve tendência a maior acúmulo de proteína (1,14 %). A época de  
17    colheita não influenciou nas características físico-químicas das raízes. Em terras altas o tempo  
18    de cozimento das raízes foi mais curto, em torno de 40 minutos, sendo que a absorção de água  
19    foi o principal indicador da qualidade de cozimento das raízes, pois quanto maior absorção de  
20    água menor o tempo de cozimento.

21    **Palavras-chave:** *Manihot esculenta* Crantz, cocção, absorção de água, composição físico-  
22    química, amido.

23  
24    **ABSTRACT**

25 The objective of this study was to evaluate the influence of soil and management, as well as the  
26 effect of harvesting times on the quality parameters of cooked cassava roots. The study was  
27 conducted in cassava fields with characteristic highland and lowland soils. The management  
28 practices employed in the field experiment corresponded to the technological levels of low,  
29 medium and high management. The roots were harvested at the 6th, 7th and 8th month after  
30 planting. Difficulty of peeling, cooking time and water absorption, as well as root  
31 physicochemical composition (dry mass, protein, fat, ash, crude fiber and total starch) and root  
32 color were determined. Soil type and technological levels influenced the physicochemical  
33 characteristics of the roots. At the high technological level, in both soil types, there was a  
34 tendency to higher protein accumulation (1.14%). Harvest time did not influence root  
35 physicochemical characteristics. In the highlands, the root cooking time was shorter, around 40  
36 minutes, and water absorption was the main indicator of root cooking quality, because the  
37 higher the water absorption, the shorter the cooking time.

38 **Keywords:** *Manihot esculenta* Crantz, cooking, water absorption, physicochemical  
39 composition, starch.

40

## 41 1 INTRODUÇÃO

42 Estima-se que durante as próximas décadas, a população mundial passará dos atuais 7,6  
43 bilhões, para 9,8 bilhões de habitantes até 2050, aumentando a demanda por alimentos  
44 (Organização das Nações Unidas, 2017). Neste cenário, tende a aumentar a importância da  
45 produção de alimentos que compõem a base alimentar da população, como, a mandioca  
46 (*Manihot esculenta* Crantz), considerada uma das principais fontes energéticas de grande parte  
47 da população mundial (Duque e Setter, 2019). A maior parte da produção mundial de mandioca  
48 se concentra em países em desenvolvimento, como na África. Nesses locais é considerada um  
49 alimento “todo suficiente”, porque as pessoas obtêm “pão” das raízes e “carne” das folhas

50 (Achidi et al. 2005), visto que as raízes são uma importante fonte de carboidratos, e as folhas  
51 são ricas em proteínas, vitaminas e minerais (Latif e Müller, 2015).

52 A principal forma de consumo das raízes na alimentação humana é na forma *in natura*,  
53 apenas cozida. Assim, as cultivares são selecionadas pelos produtores com base na demanda do  
54 consumidor em relação à qualidade das raízes cozidas (Padonou et al. 2005). A qualidade das  
55 raízes de mandioca é um parâmetro importante que envolve fatores variados e complexos, por  
56 se constituírem de um conjunto de características físicas, químicas e sensoriais (Pedri et al.  
57 2018). Estas características apresentam variações entre raízes de uma mesma planta, e também,  
58 conforme o tipo de solo, a cultivar e a idade da planta (Borges et al. 2002).

59 Um dos principais atributos de qualidade da mandioca exigidos pelos consumidores é a  
60 textura final, caracterizada pelo cozimento em tempo curto (Kouadio et al. 2011). O tempo de  
61 cozimento é um fator que interfere na maioria dos produtos preparados a partir das raízes de  
62 mandioca (Pedri et al. 2018). A absorção de água durante o cozimento é o principal indicador  
63 de qualidade de cozimento das cultivares de mandioca (Kouadio et al. 2011).

64 As características físico-químicas e instrumentais da mandioca ainda são em grande  
65 parte desconhecida e não se tem um consenso. Estudos têm mostrado diferenças consideráveis  
66 existentes entre cultivares, relacionadas ao sabor e à textura das raízes de mandioca cozidas  
67 (Charoenkul et al. 2006; Padonou et al. 2005). Diversos autores constataram variação do tempo  
68 de cozimento em função da época de colheita, da região de plantio e do genótipo (Pedri et al.  
69 2018; Talma et al. 2013; Lorenzi 1994).

70 Apesar da mandioca ter origem no Brasil e ser amplamente utilizada, há poucas  
71 informações sobre as características físico-químicas das raízes para as condições de cultivo e  
72 tipo de solo nacionais. Sendo assim, o objetivo desse estudo foi avaliar a influência do solo e  
73 do manejo, bem como o efeito das épocas de colheita nos parâmetros de qualidade de raízes de  
74 mandioca cozida.

## 75 2 MATERIAL E MÉTODOS

76 Os experimentos de campo foram desenvolvidos durante o ano agrícola 2017/2018, com  
77 a cultura da mandioca nas principais regiões produtoras do Rio Grande do Sul (Figura 1). Essas  
78 áreas se localizavam em regiões de terras altas (TA), caracterizada por solos bem drenados, e  
79 terras baixas (TB), caracterizada por solos com drenagem natural deficiente ou hidromorfismo,  
80 normalmente motivado pelo relevo predominantemente plano, associado, na maioria das vezes,  
81 a um perfil com camada superficial pouco profunda (Streck et al. 2008). Além disso, foram  
82 definidos três níveis tecnológicos (NT), que representam as práticas de manejo e tecnologias  
83 empregadas na condução da lavoura pelos agricultores, sendo nível tecnológico baixo (NTB),  
84 nível tecnológico médio (NTM) e nível tecnológico alto (NTA) (Tabela 1).

85 Os experimentos foram conduzidos conforme metodologia proposta por Gabriel et al.  
86 (2014) com três parcelões de 23,2 m de comprimento e 12,0 m de largura, composta de 12  
87 linhas com 29 manivas cada. O espaçamento foi de 0,8 m entre plantas e 1,0 m entre linhas,  
88 totalizando 348 manivas de mandioca com 5 a 7 gemas, em uma área total de 278,4 m<sup>2</sup>.

89 A cultivar Vassourinha foi utilizada pois representa praticamente a totalidade das áreas  
90 destinadas a produção de mandioca de mesa na região sul do Brasil, devido a sua produtividade  
91 e a qualidade culinária e sensorial de suas raízes (Tironi et al. 2019). Para cada nível tecnológico  
92 foram colhidas 10 plantas, em três épocas de colheita: 6, 7 e 8 meses após o plantio.

93 Após a colheita das raízes, as mesmas foram transportadas em caixas plásticas até o  
94 laboratório, onde no mesmo dia foram lavadas, descascadas, higienizadas, cortadas em toletes  
95 (5 a 8 cm), embaladas a vácuo e congeladas a -18°C até a realização das análises.

96 O descascamento das raízes foi avaliado quanto à capacidade da entrecasca (córtex) se  
97 destacar da polpa. Foi utilizado uma escala contendo as categorias definidas conforme a  
98 seguinte descrição: fácil (quando a película e córtex destacam-se de modo fácil e uniforme,  
99 quando puxada com a faca, sendo retiradas inteiras), mediano (quando a casca se solta com

100 alguma dificuldade, quando puxada com a mão, ocorrendo maior presença de fragmentos que  
101 permanecem aderidos à polpa do que na classe anterior) e difícil (quando a casca está bastante  
102 aderida à polpa, quando puxada com a mão, quebra-se em pequenos pedaços que se destacam,  
103 permanecendo grande parte destes aderida à polpa (Pereira et al. 1985; Pedri et al. 2018).

104 A cocção das raízes foi avaliada aos 6, 7 e 8 meses após o plantio. O tempo de cozimento  
105 foi determinado, em três repetições, em alíquotas de cinco pedaços de raízes (250 g), de 5 a 8  
106 cm de comprimento longitudinal e 4 cm de diâmetro. Após o início de fervura da água (98 °C)  
107 as raízes foram dispostas em panela de inox e periodicamente espetadas com um garfo para  
108 verificar o grau de cozimento e determinar o tempo de cocção. As raízes foram consideradas  
109 cozidas quando ofereceram pouca resistência à penetração pelo garfo perpendicularmente em  
110 relação ao comprimento, sendo verificadas sempre pelo mesmo pesquisador (Borges et al. 2002;  
111 Talma et al. 2013).

112 As raízes de mandioca foram pesadas antes e após o cozimento à temperatura ambiente  
113 (25 °C), e a determinação da absorção de água foi realizada conforme a fórmula descrita abaixo  
114 (Talma et al. 2013).

115 % de água absorvida =  $\frac{\text{Massa raiz cozida} - \text{Massa raiz crua}}{\text{Massa raiz crua}} \times 100$

116 
$$\frac{\text{Massa raiz cozida} - \text{Massa raiz crua}}{\text{Massa raiz crua}}$$

117 A composição físico-química das raízes de mandioca foi realizada após a cocção. As  
118 raízes foram cozidas, escurridas, cortadas em fatias finas (0,5 cm), secas em estufa de circulação  
119 de ar a 55 °C por 48 horas, moídas em moinho de facas tipo *Willye* ficando com granulometria  
120 de 600 µm. Posteriormente, as amostras foram submetidas às análises físico-químicas para  
121 determinação dos teores de massa seca, proteína, cinzas, gordura, amido total e amido  
122 resistente. A massa seca foi determinada através da secagem em estufa a 105 °C até peso  
123 constante (AOAC, 2011). O teor de proteína foi calculado a partir da determinação de  
124 nitrogênio total pelo procedimento de micro-*Kjedahl*, usando o fator de conversão 6,25 (AOAC,

125 2011). O método empregado para a determinação do teor de cinzas foi incineração em mufla a  
126 550 °C até total queima da matéria orgânica (AOAC, 2011). O teor de lipídeos foi determinado  
127 pelo método de Bligh-Dyer (Bligh-Dyer, 1959). O amido total e amido resistente foram  
128 determinados pelo Kit de ensaio para determinação de Amido Resistente (K-RSTAR)  
129 (Megazyme, 2011). Todas as análises foram realizadas em triplicatas.

130 A cor das raízes foi avaliada na polpa da mandioca cozida por meio do calorímetro  
131 Minolta® (modelo CM-700d, Konica Minolta, Osaca, Japão) operando com iluminante D 65 e  
132 ângulo de observação de 10°. O Sistema International Lab ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ) foi usado. A variável  
133  $L^*$  indica luminosidade, diferindo cores claras de escura (onde: 0 – preto e 100 – branco), as  
134 cromaticidades  $a^*$  e  $b^*$  comportam as informações de cor (onde: -  $a^*$  representa direção ao  
135 verde e +  $a^*$  direção ao vermelho, e -  $b^*$  representa direção ao azul e +  $b^*$  direção ao amarelo).  
136 Foi analisado seis pedaços de cada tratamento, sendo efetuada uma leitura por pedaço  
137 (Houhouigan et al., 1993).

138 As análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa estatístico *SISVAR*®  
139 (Sistema para Análise de Variância) para Windows versão 5.6. Os dados foram submetidos a  
140 análise de variância utilizando o teste de comparação de média de Tukey ( $p < 0,05$ ) quando as  
141 variáveis avaliadas foram de natureza qualitativa (tipo de solo e níveis tecnológicos), e análise  
142 de regressão ( $p < 0,05$ ) quando as variáveis foram de natureza quantitativa (época de colheita).

143

### 144 **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

145 Verificou-se que, tanto em terras altas como em terras baixas, com o aumento da idade  
146 da planta as raízes vão se tornando mais rígidas, o que dificulta o descascamento (Tabela 2).  
147 No 8º mês após a colheita de todos os NT, tanto em TA como em TB, as raízes apresentaram  
148 dificuldade na retirada da casca. Resultados semelhantes foram encontrados por Oliveira e  
149 Moraes (2009), onde encontraram dificuldade de retirada da casca após o décimo mês de

150 desenvolvimento da planta. Em Itaqui/RS, as raízes apresentaram dificuldade no  
151 descascamento desde o 7º mês, provavelmente devido ao excessivo hídrico, que dificultou o  
152 desenvolvimento da planta. A dificuldade de retirada da casca é um fator importante para o  
153 consumidor, que tem interesse em um produto que solte a casca com mais facilidade, resultando  
154 em maior eficiência no manuseio e no preparo culinário (Pedri et al., 2018). Ressalta-se que a  
155 eficiência do processo de descascamento está relacionada ao tamanho, a forma, ao grau de  
156 maturação, à quantidade de danos mecânicos causados pelo manejo durante o cultivo, colheita  
157 e armazenamento (Aguirre, 2001).

158         O tempo de cozimento e sua relação com a absorção de água das raízes de mandioca  
159 foram avaliados e os resultados estão apresentados na Figura 2. Verificou-se que a porcentagem  
160 de absorção de água pelas raízes de mandioca está relacionada com o tempo de cozimento  
161 (Figura 2). Quanto maior a absorção de água maior a gelatinização dos grânulos de amido  
162 dentro das células, como consequência as raízes apresentam uma textura mais macia e  
163 homogênea (Oliveira et al., 2005). Na figura 2, observa-se que quando a absorção de água é,  
164 no mínimo, acima de 30% as raízes cozinham em menos de 30 minutos. O tempo de cozimento  
165 de raízes de boa qualidade culinária não deve ser superior a 30 minutos e a polpa cozida deve  
166 ser facilmente esmagada e desfeita, quando amassada com um garfo (Borges et al., 1993;  
167 Wheatley, 1987). Dados estes concordantes com diversos autores, que afirmam que a água  
168 absorvida durante o cozimento é o principal parâmetro para determinar a qualidade do  
169 cozimento de cultivares de mandioca (Oliveira et al. 2005; Kouadio et al. 2011; Talma et al.  
170 2013).

171         O tempo de colheita e os níveis tecnológicos não influenciaram o tempo de cozimento  
172 (Figura 2). Em terras altas (TA) as raízes apresentaram tempo mais curto de cozimento,  
173 independente dos níveis tecnológicos e das épocas de colheita. Em comparação com outros  
174 estudos que avaliaram raízes de cultivares diferentes às estudadas neste experimento, os tempos

175 de cozimento aqui verificados foram semelhantes aos obtidos por Mezette et al. (2009), 52  
176 minutos, e superiores aos observados por Borges et al. (2002), Oliveira et al. 2005 e Rimoldi et  
177 al. (2006), entre 25 e 29 minutos. O tempo de cozimento pode ser prolongado devido ao tipo  
178 de solo, de modo que solos menos férteis produzem raízes com cozimento mais prolongado ou  
179 simplesmente não cozinham (Lorenzi 1994), o que corrobora com os resultados desse estudo,  
180 ou seja, onde a fertilidade do solo é menor foi encontrado maior tempo de cozimento. Em uma  
181 das lavouras de TB (Itaqui/RS) desse estudo, as raízes ficaram em fervura até 60 minutos e não  
182 apresentaram características de cozimento, além da presença de pontos escuros nas raízes.

183 O teor de umidade foi maior em TA e não teve diferença significativa entre as épocas  
184 de colheitas, tanto em TA como em TB, variando de 63,57% a 76,89% (Tabela 3). Padonou et  
185 al. (2005) avaliando a composição de vinte cultivares de mandioca verificou que a umidade  
186 variou de 60,3% a 80,9%, enquanto Ceni et al. (2009) avaliaram a composição centesimal de  
187 cinco cultivares de mandioca e observaram umidade de 64,0% a 70,0%, resultados semelhantes  
188 ao encontrado nesse estudo. O teor de água em torno de 65%, não permite longos períodos de  
189 armazenamento em condições de temperatura ambiente (Souza et al. 2008).

190 Em relação a proteína, não foi encontrada diferenças significativas entre as épocas de colheita  
191 (Tabela 3). As raízes apresentaram baixos teores de proteína, variando de 0,81% a 1,69%, o que  
192 era esperado, devido as raízes serem a parte da planta com função de armazenar carboidratos  
193 na forma de amido. Também, observou-se que o NTA tendeu a apresentar os maiores teores de  
194 proteína em ambos os tipos de solo e épocas de colheita. O teor de proteína pode aumentar com  
195 o acréscimo da adubação, a incorporação de nitrogênio ao solo apresenta relação direta com os  
196 teores de proteínas e aminoácidos que se acumulam no conteúdo celular das plantas (Nunes et  
197 al. 2016).

198 Os teores de cinza, gordura e fibra total foram encontrados em pequenas quantidades e  
199 não apresentaram diferenças significativas entre as épocas de colheita em todos os NT (Tabela

200 3). O amido representa a maior parte dos carboidratos, sendo o principal componente da matéria  
201 seca da raiz. Em relação ao teor de amido, observa-se que as amostras da TB tiveram os maiores  
202 teores, variando de 23,02% a 31,66%, porém não diferiram significativamente entre as épocas  
203 de colheita. Observando a Figura 2 e a Tabela 3, quanto maior o teor de umidade e menor o  
204 acúmulo de amido, em TA, há o favorecimento de absorção de água, tendo como consequência  
205 o cozimento em tempo mais curto. Relações entre teores de amido e cocção também foram  
206 encontrados por Ong e Blanshard (1995) para a cultura do arroz, na qual teores mais elevados  
207 de amido resultou em grãos de arroz mais duros após a cocção.

208 Os valores de luminosidade ( $L$ ), e das coordenadas de cromaticidade  $a^*$  e  $b^*$ , estão  
209 apresentados na Tabela 4. A luminosidade ( $L$ ) não diferiu significativamente nos 6 e 7 meses  
210 após o plantio. Embora no 8 mês apresente diferença estatística, em todos os períodos os valores  
211 situaram-se próximos ao eixo central, característico de cores claras, com tendência ao branco.  
212 A luminosidade e as coordenadas de cromaticidade  $a^*$  e  $b^*$  tiveram comportamento  
213 semelhantes. O  $a^*$  tendeu a uma coloração mais avermelhada, mais escura, em TB do que em  
214 TA. Mesmo apresentando variações significativas entre todas as épocas de colheita, e entre os  
215 níveis tecnológicos tanto em TA como em TB, fica evidente a predominância da cor amarelada  
216 (valores positivos de  $b^*$ ) nas raízes de mandioca.

217 As diferenças estatísticas referente a cor das raízes podem ter sido influenciadas pela  
218 cocção, visto que a baixa gelatinização do amido ocorrido em determinadas amostras  
219 ocasionaram formação de pontos brancos. A cor para o consumidor é um aspecto importante,  
220 principalmente pós-cozimento. Para a indústria é uma importante ferramenta para a qualidade  
221 do produto *in natura*, uma vez que diferenças de coloração dentro de uma embalagem gera  
222 rejeição do produto pelo consumidor. A formação de pontos brancos e fibras no centro da raiz  
223 são também características indesejadas pelo consumidor.

224

#### 225 **4 CONCLUSÃO**

226 O tipo de solo e os NT influenciaram nas características físico-químicas das raízes.  
227 Quanto mais tempo as raízes permaneceram nas lavouras maior a dificuldade de  
228 descascamento. A época de colheita não influenciou nas características físico-químicas das  
229 raízes. Em TA o tempo de cozimento das raízes foi mais curto. A absorção de água foi o  
230 principal indicador da qualidade de cozimento das raízes, sendo que quanto maior absorção de  
231 água menor o tempo de cozimento.

232

#### 233 **REFERENCIAS**

234 Achidi, A. U., Ajavi, O. A, Bokanga, M. (2005). The Use of Cassava Leaves as Food in Africa,  
235 Ecology of Food and Nutrition, v. 44, n. 6, p. 423 – 435.  
236 <http://dx.doi.org/10.1080/03670240500348771>.

237 Aguirre, J.M. (2001). Desidratação de frutas e hortaliças In: Aguirre, J.M., Gasparino Filho, J.  
238 Manual técnico. Fruthotec, Campinas - SP, p.4-1, 4-42.

239 AOAC International (2011). Official Methods of Analysis of AOAC International. 18 ed, 4  
240 rev. Gaithersburg: MD, USA, 1505 p.

241 Bligh, E. G., Dyer, W. J. (1959). A rapid method of total lipid extraction and purification.  
242 Canadian Journal of Biochemistry and Physiology, v. 8, n. 37, p. 911-.

243 <http://dx.doi.org/91710.1139/o59-099>

244 Borges, M. de F.; Fukuda, W. M. G.; Caldas, R. C. (1993). Avaliação de três métodos para  
245 determinação de cianeto em mandioca. Revista Brasileira de Mandioca, v. 12, n. 1/2, p. 75-83.

246 Borges, M. F., Fukuda, W. M. G., Rossetti, A. G. (2002). Avaliação de variedades de mandioca  
247 para consumo humano. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 37, n. 11, p. 1559-1565.

248 <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2002001100006>.

- 249 Ceni, G. C., Colet, R., Peruzzolo, M., Witschinski, F., Tomicki, L., Barriquello, A. L., Valduga,  
250 E. (2009). Avaliação de componentes nutricionais de cultivares de mandioca (*Manihot*  
251 *Esculenta* Crantz). *Alimentos e Nutrição*, v.20. n.1, p. 107-111.
- 252 Charoenkul, N., Uttapa, P, D., Pathipanawat, W., Takeda, Y. (2006). Molecular Structure of  
253 Starches from Cassava Varieties. *Starch/Stärke*, v. 58, p. 443–452, 2006.  
254 <http://dx.doi.org/10.1002/star.200600515>
- 255 Duque, L. O., Setter, T. L. (2019). Partitioning index and non-structural carbohydrate dynamics  
256 among contrasting cassava genotypes under early terminal water stress. *Environmental and*  
257 *Experimental Botany*, v. 163, p. 24 – 35. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envexpbot.2019.03.023>.
- 258 Gabriel, L. F., Streck, N. A., Roberti, D. R., Chielle, Z. G., Uhlmann, L. O., Da Silva, M. R.,  
259 Da Silva, S. D. (2014). Simulating Cassava Growth and Yield under Potential Conditions in  
260 Southern Brazil. *Agronomy Journal*, v. 106, n. 4, p. 119–1137.  
261 <http://dx.doi.org/10.2134/agronj2013.0187>.
- 262 Hounhouigan, D. J., Nout, M. J. R., Nago, C. M., Houben, J. H., Rombouts, F. M. (1993).  
263 Composition and microbiological attributes of maw e, a fermented maize dough from Benin.  
264 *International Journal of Food Science and Technology*, v. 28, 513–517.  
265 <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2621.1993.tb01300>.
- 266 Kouadio, O. K., Nindjin, C., Bonfoh, B., Dri, N. D., Amani, G. N. (2011). Water absorption as  
267 an evaluation method of cooking quality for yam (*Dioscorea alata*) and cassava (*Manihot*  
268 *esculenta crantz*). *Procedia Food Science*, v. 1, p. 153-159.  
269 <https://doi.org/10.1016/j.profoo.2011.09.024>
- 270 Latif, S., Müller, J. (2015). Potential of cassava leaves in human nutrition: A review. *Trends in*  
271 *Food Science & Technology*, v.44, p. 147-158. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2015.04.006>
- 272 Lorenzi, J. O. (1994). Variação na qualidade culinária das raízes de mandioca. *Bragantia*, v. 53,  
273 n. 2, p. 237-245.

- 274 Megazyme. (2011). Total Starch Assay Procedure. K-TSTA 07/11. AOAC Method 996.11.  
275 AACC Method 76.13. Megazyme International Ireland Limited.
- 276 Mezette, T. F., Carvalho, C. R. L., Morgano, M. A., Silva, M. G., Parra, E. S. B., Galera, J. M.  
277 S. V., Valle, T. L. (2009). Seleção de clones-elite de mandioca de mesa visando a características  
278 agronômicas, tecnológicas e químicas. *Bragantia*, v. 68, p. 601-609.
- 279 Nunes, A. R. A., Fernandes, A. M., Leonel, M., Garcia, E. L., Magolbo, L. A., Carmo, E. L.  
280 (2016). Nitrogênio no crescimento da planta e na qualidade de raízes da mandioquinha-salsa.  
281 *Ciência Rural*, v. 46, n. 2, p. 242-247. <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20150339>
- 282 Oliveira, M. A., Leonel, M., Cabello, C., Cereda, M. P., Janes, D. A. (2005) Metodologia para  
283 avaliação do tempo de cozimento e características tecnológicas associadas em diferentes  
284 cultivares de mandioca. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 29, n. 1, p. 126-133.  
285 <http://dx.doi.org/1590/S1413-70542005000100016>
- 286 Oliveira, M. A., Moraes, P. S. B. (2009) Características físico-químicas, cozimento e  
287 produtividade de mandioca cultivar IAC 576-70 em diferentes épocas de colheita. *Ciência e*  
288 *Agrotecnologia*, v. 33, n. 3, p. 837-843. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542009000300024>
- 289 Ong, M. H., Blanshard, J. M. V. (1995). Texture determination in cooked, parboiled rice 1: rice  
290 starch amylose and structure of amylopectin. *Journal of Cereal Science*, v. 21, n. 3, p. 251-260.  
291 <http://dx.doi.org/10.1006/jcra.1995.0028>
- 292 ONU - Organização das Nações Unidas. (2017). World Population Prospects. The 2017  
293 Revision: Key Findings and Advance Tables. Department of Economic and Social Affairs. New  
294 York.
- 295 Padonou, W., Mestres, C., Nago, M. C. (2005). The quality of boiled cassava roots:  
296 instrumental and relationship with physicochemical properties and sensorial properties. *Food*  
297 *Chemistry*, v.89, p. 261-270. <http://dx.doi.org/j.foodchem.2004.02.033>

- 298 Pedri, E.C.M., Rossi, A. A. B., Cardoso, E. dos S., Tiago, A. V., Hoogerheide, E. S. S.,  
299 Yamashita, O. M. (2018). Características morfológicas e culinárias de etnovariedades de  
300 mandioca de mesa em diferentes épocas de colheita. *Brazilian Journal Food Technology*, v. 21,  
301 e2018073. <http://dx.doi.org/10.1590/1981-6723.07318>.
- 302 Pereira, A.S., Lorenzi, O. J., Valle, T. L. (1985). Avaliação do tempo de cozimento e padrão de  
303 massa cozida de mandioca de mesa. *Revista Brasileira de Mandioca*, v.4, n.1, p. 27-32.
- 304 Rimoldi, F., Filho, P. S. V., Vidigal, M. C. G., Clemente, E., Pequeno, M. G., Miranda, L.,  
305 Kvitschal, M. V. (2006). Produtividade, composição química e tempo de cozimento de  
306 cultivares de mandioca de mesa coletadas no Estado do Paraná. *Acta Scientiarum. Agronomy*,  
307 v. 28, n. 1, p. 63 – 69.
- 308 ROLAS - Rede Oficial de Laboratórios de Análise de Solo e de Tecido Vegetal. (2016). Manual  
309 de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. 11ed. Porto  
310 Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 376 p.
- 311 Souza, J. M. L., Negreiros, J. R. S., Álvarez, V. S., Leite, F. M. N., Souza, M. L. Reis, F. S.,  
312 Felisberto, F. A. V. (2008). Variabilidade físico-química da farinha de mandioca. *Ciência e*  
313 *Tecnologia Alimentos*, v.28, n.4, p.907-912. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101->  
314 [20612008000400022](http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612008000400022)
- 315 Streck, N. A., Paula, G. M., Camera, C. Menezes., N. Lemos de., Lago, I. (2008). Estimativa  
316 do plastocromo em cultivares de soja. *Bragantia*, v. 67, n.1, p. 67-73.  
317 <http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052008000100008>.
- 318 Talma, S. V., Almeida, S. B., Lima, R. M. P., Vieira, H. D., Berbert, P. A. (2013). Tempo de  
319 cozimento e textura de raízes de mandioca. *Brazilian Journal of Food Technology*, v.16, n.2,  
320 p.133-138. <http://dx.doi.org/10.1590/S1981-67232013005000016>.

- 321 Tironi, L. F., Zanon, A. J., Alves, A. F., Freitas, C. P. O. de., Santos, A. T. L., Cardoso, P. de  
322 S., Tonel, G. P., Rodrigues, L. B., Tagliapietra, B. L., Da Silva, M. N., Streck, N. A. (2019)  
323 Ecofisiologia da Mandioca Visando Altas Produtividades. 1. ed. Santa Maria. Ed. GR,136 p.  
324 Wheatley, C. C. (1987). Conservación de raíces de yuca en bolsas de polietileno. Cali: Centro  
325 Internacional de Agricultura Tropical, 33 p.

326

327

328

329

330

331

332

333

334

335

336

337

338

339

340

341

342

343

344

345

346

347

348

349

350

351

352

353

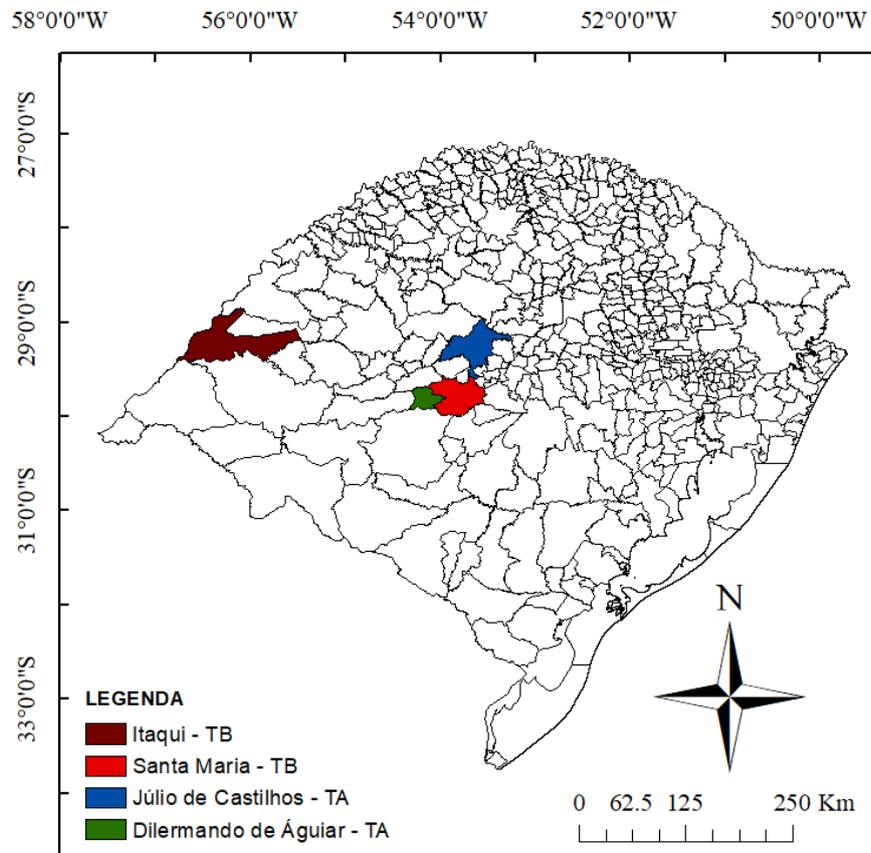
354

355

356

357

358



359 **Figura 1** – Localização dos experimentos em terras altas (TA) e terras baixas (TB) conduzidos  
360 no Rio Grande do Sul/Brasil no ano agrícola 2017/18.

361

362

363

364

365

366

367

368

369

370 **Tabela 1** – Caracterização dos níveis tecnológico alto, médio e baixo de acordo com as práticas  
 371 de manejo empregadas nos experimentos conduzidos no Rio Grande do Sul, Brasil.

Práticas de manejo	Nível tecnológico		
	Alto	Médio	Baixo
Correção de Ca e Mg	Recomendações técnicas <sup>1</sup>	Não aplica	Não aplica
Adubação	Recomendações técnicas <sup>1</sup>	Metade das recomendações técnicas <sup>1</sup>	Não aplica
Herbicida	Pré-emergente	Não aplica	Não aplica
Capinas	Sempre que necessário	Três vezes	Duas vezes

372 <sup>1</sup> De acordo com análise do solo e CQFS RS/SC, 2016.

373

374

375

376

377

378

379

380

381

382

383

384

385

386

387

388

389

390 **Tabela 2** - Análise de descascamento das raízes de mandioca em terras altas e terras baixas em  
 391 três épocas de colheita nos experimentos conduzidos no Rio Grande do Sul, Brasil.

Época de colheita	Nível Tecnológico	Terras Baixas		Terras Altas	
		Santa Maria	Itaqui	Dilermando de Aguiar	Júlio de Castilhos
6 meses	Baixo	M	M	F	<sup>1</sup>
	Médio	F	F	F	<sup>1</sup>
	Alto	F	F	F	<sup>1</sup>
7 meses	Baixo	M	D	M	M
	Médio	F	D	F	M
	Alto	F	D	F	M
8 meses	Baixo	M	D	D	M
	Médio	M	D	D	M
	Alto	M	D	D	M

392 Legenda: F = Fácil; M = Mediano; D = Difícil.

393 <sup>1</sup>Tratamento perdido

394

395

396

397

398

399

400

401

402

403

404

405

406

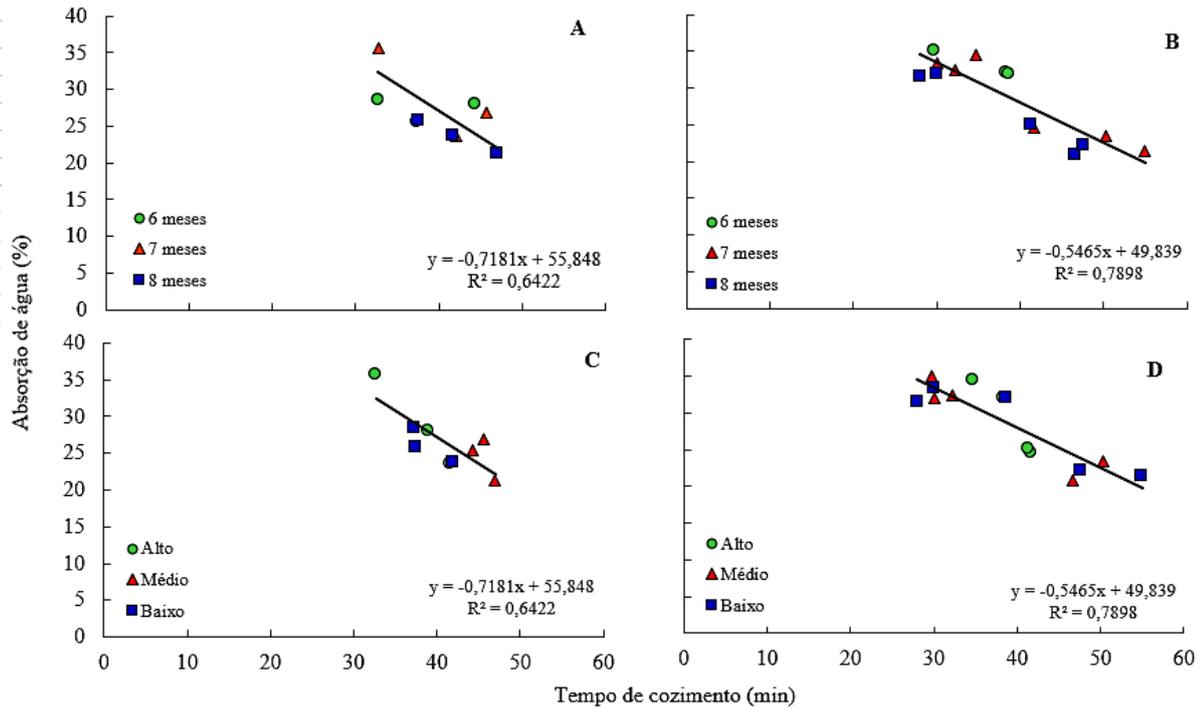
407

408

409

410

411



412 **Figura 2** – Tempo de cozimento e absorção de água das raízes de mandioca cultivadas em terras  
 413 baixas e terras altas, em função da época de colheita e dos níveis tecnológicos alto, médio e  
 414 baixo. (A) Solos de terras baixas em relação às épocas de colheita; (B) Solos de terras altas em  
 415 relação às épocas de colheita; (C) Solos de terras baixas em relação aos níveis tecnológicos e  
 416 (D) Solos de terras altas em relação aos níveis tecnológicos.

417

418

419

420

421

422

423

424

425

426

427 **Tabela 3** – Composição físico-química das raízes de mandioca cozida produzidas em terras  
 428 altas e terras baixas em função da época de colheita e dos níveis tecnológicos nos experimentos  
 429 conduzidos no Rio Grande do Sul, Brasil.

Época de colheita (meses)	Terras Altas			Terras Baixas			CV(%)
	NTB	NTM	NTA	NTB	NTM	NTA	
Umidade (%)							
6	76,89 <sup>a</sup>	76,19 <sup>ab</sup>	74,21 <sup>abc</sup>	69,54 <sup>c</sup>	71,33 <sup>bc</sup>	72,40 <sup>abc</sup>	3,75
7	70,66 <sup>ab</sup>	72,98 <sup>a</sup>	72,56 <sup>a</sup>	65,71 <sup>c</sup>	63,57 <sup>c</sup>	69,52 <sup>b</sup>	1,92
8	72,75 <sup>a</sup>	72,30 <sup>a</sup>	74,68 <sup>a</sup>	67,05 <sup>b</sup>	68,48 <sup>b</sup>	72,20 <sup>a</sup>	2,67
<i>p value</i> *	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05	
Proteína (%)							
6	0,83 <sup>b</sup>	1,04 <sup>a</sup>	1,09 <sup>a</sup>	1,03 <sup>ab</sup>	0,88 <sup>ab</sup>	1,03 <sup>ab</sup>	11,74
7	1,01 <sup>ab</sup>	1,21 <sup>a</sup>	1,25 <sup>a</sup>	0,81 <sup>b</sup>	0,83 <sup>b</sup>	0,95 <sup>ab</sup>	19,43
8	1,09 <sup>bc</sup>	1,10 <sup>ab</sup>	1,11 <sup>abc</sup>	0,74 <sup>c</sup>	1,10 <sup>bc</sup>	1,69 <sup>a</sup>	25,78
<i>p value</i> *	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05	
Cinzas (%)							
6	0,53 <sup>a</sup>	0,55 <sup>a</sup>	0,59 <sup>a</sup>	0,43 <sup>ab</sup>	0,50 <sup>a</sup>	0,51 <sup>a</sup>	24,94
7	0,61 <sup>a</sup>	0,59 <sup>a</sup>	0,55 <sup>a</sup>	0,45 <sup>a</sup>	0,48 <sup>a</sup>	0,49 <sup>a</sup>	19,43
8	0,43 <sup>a</sup>	0,41 <sup>a</sup>	0,41 <sup>a</sup>	0,45 <sup>a</sup>	0,44 <sup>a</sup>	0,51 <sup>a</sup>	17,85
<i>p value</i> *	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05	
Gordura (%)							
6	0,43 <sup>ab</sup>	0,53 <sup>a</sup>	0,48 <sup>ab</sup>	0,30 <sup>b</sup>	0,53 <sup>a</sup>	0,35 <sup>b</sup>	15,98
7	0,39 <sup>b</sup>	0,42 <sup>ab</sup>	0,44 <sup>ab</sup>	0,49 <sup>a</sup>	0,38 <sup>b</sup>	0,46 <sup>ab</sup>	13,16
8	0,46 <sup>a</sup>	0,44 <sup>a</sup>	0,41 <sup>a</sup>	0,41 <sup>a</sup>	0,38 <sup>a</sup>	0,47 <sup>a</sup>	11,88
<i>p value</i> *	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05	
Fibra Bruta (%)							
6	1,57 <sup>b</sup>	1,59 <sup>b</sup>	1,59 <sup>b</sup>	1,78 <sup>a</sup>	1,65 <sup>b</sup>	1,84 <sup>a</sup>	7,99
7	1,67 <sup>ab</sup>	1,67 <sup>ab</sup>	1,69 <sup>a</sup>	1,58 <sup>b</sup>	1,64 <sup>ab</sup>	1,64 <sup>ab</sup>	3,23
8	1,71 <sup>a</sup>	1,75 <sup>a</sup>	1,71 <sup>a</sup>	1,65 <sup>a</sup>	1,63 <sup>a</sup>	1,65 <sup>a</sup>	6,27
<i>p value</i> *	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05	
Amido Total (%)							
6	19,09 <sup>b</sup>	19,80 <sup>b</sup>	22,15 <sup>ab</sup>	26,46 <sup>a</sup>	23,02 <sup>ab</sup>	23,38 <sup>ab</sup>	11,89
7	25,12 <sup>bc</sup>	22,98 <sup>c</sup>	24,76 <sup>bc</sup>	31,66 <sup>a</sup>	32,40 <sup>a</sup>	26,55 <sup>b</sup>	5,75
8	23,08 <sup>b</sup>	22,93 <sup>b</sup>	21,26 <sup>b</sup>	28,23 <sup>a</sup>	27,57 <sup>a</sup>	22,66 <sup>b</sup>	6,38
<i>p value</i> *	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05	

430

431 Legenda: NTA = Nível tecnológico alto; NTM = Nível tecnológico médio; NTB = Nível tecnológico baixo; CV  
 432 = coeficiente de variação.

433 Resultados apresentados por meio da média das triplicatas. Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha  
 434 não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

435 \*análise de regressão

436

437 **Tabela 4** – Cor da polpa das raízes de mandioca em terras altas e terras baixas em função da  
 438 época de colheita e dos níveis tecnológicos nos experimentos conduzidos no Rio Grande do  
 439 Sul, Brasil.

Época de colheita (meses)	Terras Altas			Terras Baixas			CV(%)
	NTB	NTM	NTA	NTB	NTM	NTA	
	<i>L</i>						
6	48,25 <sup>a</sup>	50,80 <sup>a</sup>	55,16 <sup>a</sup>	56,12 <sup>a</sup>	54,25 <sup>a</sup>	50,37 <sup>a</sup>	12,74
7	55,66 <sup>a</sup>	49,71 <sup>a</sup>	52,37 <sup>a</sup>	51,92 <sup>a</sup>	53,60 <sup>a</sup>	53,51 <sup>a</sup>	10,83
8	49,70 <sup>bc</sup>	54,65 <sup>ab</sup>	44,41 <sup>c</sup>	59,64 <sup>a</sup>	48,50 <sup>bc</sup>	50,47 <sup>bc</sup>	11,2
<i>p value</i> *	0,876	0,434	0,982	0,417	0,888	0,081	
	<i>a</i> *						
6	0,55 <sup>b</sup>	0,61 <sup>b</sup>	1,13 <sup>a</sup>	1,45 <sup>a</sup>	1,52 <sup>a</sup>	1,26 <sup>a</sup>	28,1
7	0,49 <sup>d</sup>	0,52 <sup>c</sup>	0,79 <sup>cd</sup>	1,17 <sup>bc</sup>	1,58 <sup>ab</sup>	2,06 <sup>a</sup>	49,09
8	0,46 <sup>b</sup>	0,66 <sup>b</sup>	0,68 <sup>b</sup>	1,44 <sup>a</sup>	0,89 <sup>b</sup>	0,84 <sup>b</sup>	47,06
<i>p value</i> *	0,186	0,918	0,324	0,826	0,594	0,152	
	<i>b</i> *						
6	9,56 <sup>b</sup>	9,14 <sup>bc</sup>	10,69 <sup>a</sup>	9,44 <sup>bc</sup>	9,81 <sup>ab</sup>	8,40 <sup>c</sup>	9,32
7	8,70 <sup>ab</sup>	9,45 <sup>a</sup>	8,88 <sup>ab</sup>	7,63 <sup>b</sup>	8,49 <sup>ab</sup>	9,81 <sup>a</sup>	14,66
8	7,92 <sup>bc</sup>	10,41 <sup>a</sup>	6,77 <sup>c</sup>	10,63 <sup>a</sup>	7,85 <sup>bc</sup>	8,40 <sup>b</sup>	12,75
<i>p value</i> *	0,245	0,485	0,840	0,518	0,189	0,041	

440

441 Legenda: NTA = Nível tecnológico alto; NTM = Nível tecnológico médio; NTB = Nível tecnológico baixo; CV  
 442 = coeficiente de variação.

443 Resultados apresentados por meio da média das triplicatas. Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha  
 444 não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

445 \*análise de regressão

446

447

448

449

450

451

452

453

454

## **2.4 ARTIGO 3**

### **QUALIDADE SENSORIAL E PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DAS RAÍZES DE MANDIOCA EM FUNÇÃO DE ÉPOCAS DE COLHEITA E NÍVEIS TECNOLÓGICOS DE MANEJO**

O artigo está em fase final de revisão pelos autores e será submetido para publicação no  
periódico Revista Ciência Rural

(Formatação conforme as normas da revista – Anexo 3)



1 **Qualidade sensorial e propriedades físico-químicas das raízes de mandioca em função de**  
2 **épocas de colheita e níveis tecnológicos de manejo**

3 **Sensory quality and physicochemical properties of cassava roots as a function of harvest**  
4 **times and management technological levels**

5 **Bruna Lago Tagliapietra<sup>I\*</sup>, Alencar Junior Zanon<sup>II</sup>, Alexandre Ferigolo Alves<sup>III</sup>, André**  
6 **da Rosa Ulguim<sup>IV</sup>, Neila Silvia Pereira dos Santos Richards<sup>V</sup>**

7  
8 **RESUMO**

9 As práticas de manejo utilizadas pelos agricultores nas lavouras de mandioca e a relação com a  
10 qualidade sensorial e características físico-químicas das raízes de mandioca ainda são  
11 incipientes. Sendo assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar a produtividade, a qualidade  
12 sensorial e as propriedades físico-químicas das raízes de mandioca em épocas de colheita e  
13 níveis tecnológicos de manejo. O estudo foi conduzido em Santa Maria, Rio Grande do Sul,  
14 Brasil, e as práticas de manejos empregadas no experimento de campo foram correspondentes  
15 aos níveis tecnológicos de manejo baixo, médio e alto. A cultivar Vassourinha foi utilizada, e  
16 as raízes foram colhidas no 6º, 7º e 8º mês após o plantio. Foi determinado a composição físico-  
17 química das raízes (massa seca, proteína, gordura, cinzas, amido resistente e amido total), cor  
18 e análise sensorial das raízes. Os níveis tecnológicos não influenciaram a produtividade ( $t/ha^{-1}$ )  
19 das raízes e a produtividade aumento com o atraso da época de colheita. Houve aumento  
20 significativo ( $p > 0,05$ ) de proteína no nível tecnológico alto, e o maior teor de amido foi  
21 encontrado nas raízes colhidas no 7º mês (32,1%). A aceitação sensorial das raízes demonstrou  
22 maior aceitabilidade no 6º e no 7º mês após o plantio, sendo preferidas as raízes do nível  
23 tecnológico alto. Com base nos resultados, a influência das práticas de manejo na composição  
24 nutricional das raízes representa um aspecto importante para avaliação do potencial das raízes  
25 a serem consumidas ou utilizadas em processos industriais.

1 **Palavras-chave:** *manihot esculenta* Crantz; manejo; proteína; aceitação sensorial.

2

### 3 **ABSTRACT**

4 The management practices used by farmers in cassava crops and the relationship with the  
5 sensory quality and physicochemical characteristics of cassava roots are still incipient. Thus,  
6 the objective of this work was to evaluate the productivity, sensory quality and physicochemical  
7 properties of cassava roots at harvest times and technological management levels. The study  
8 was conducted in Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brazil, and the management practices  
9 employed in the field experiment corresponded to the technological levels of low, medium and  
10 high management. The cultivar Vassourinha was used, and the roots were harvested in the 6th,  
11 7th and 8th month after planting. The physicochemical composition of the roots (dry matter,  
12 protein, fat, ash, resistant starch and total starch), color and sensory analysis of the roots were  
13 determined. The technological levels did not influence the productivity (t / ha-1) of the roots  
14 and the productivity increased with the delay of the harvest season. There was a significant  
15 increase ( $p > 0.05$ ) of protein at the high technological level, and the highest starch content was  
16 found in the roots harvested in the 7th month (32.1%). The sensory acceptance of the roots  
17 showed greater acceptability in the 6th and 7th month after planting, with roots of high  
18 technological level being preferred. Based on the results, the influence of management practices  
19 on the nutritional composition of the roots represents an important aspect for assessing the  
20 potential of the roots to be consumed or used in industrial processes.

21 **Keywords:** *Manihot esculenta* Crantz; management; protein; sensory acceptance.

22

### 23 **INTRODUÇÃO**

24 A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), originária da América do Sul, é hoje  
25 amplamente cultivada nas regiões tropicais e subtropicais da Ásia, África e América

1 Latina, sendo considerada a terceira mais importante fonte de energia da dieta dos países em  
2 desenvolvimento, depois dos cereais milho e arroz, alimentando cerca de 800 milhões de  
3 pessoas em todo o mundo (FAO, 2013; ZHU, 2015). O Brasil ocupa posição de destaque no  
4 cenário mundial da produção de mandioca, sendo o quinto maior produtor, com 21,5 milhões  
5 de toneladas nos últimos cinco anos, a Nigéria é o maior produtor, com 56,0 milhões de  
6 toneladas, seguido da República Democrática do Congo, que produziu 33,8 milhões de  
7 toneladas (FAO, 2019).

8 A mandioca é tolerante à seca e às condições climáticas adversas, possuindo uma  
9 produtividade aceitável em solos pouco férteis (FERNANDES et al., 2019). Essas  
10 características tornam a cultura chave tanto para segurança alimentar como para subsistência  
11 das nações em desenvolvimento (DUQUE & SETTER, 2019). Devido à flexibilidade de  
12 adaptação da planta as várias condições climáticas e o bom desempenho agrônômico (TIRONI  
13 et al, 2015), a maioria dos produtores de mandioca consideram que a cultura demanda pouco  
14 investimento em práticas de manejo, o que resulta em baixas produtividades (ALBERTO et al.,  
15 2018). A produtividade média no Brasil nos últimos cinco anos foi de 14,70 t ha<sup>-1</sup> de raízes  
16 (IBGE, 2019), valor muito aquém do seu potencial produtivo, que pode chegar de 75 a 90,0 t  
17 ha<sup>-1</sup> (COCK et al., 1979; FERMONTE et al., 2009).

18 Em função da época de plantio e de colheita da mandioca há modificação nas condições  
19 ambientais durante o cultivo, que por sua vez, determinam o crescimento, desenvolvimento e  
20 produtividade de raízes e parte aérea da planta (FAGUNDES et al., 2009). Além disso, podem  
21 promover alteração na textura e sabor das raízes da mandioca cozida, bem como a idade das  
22 plantas é fator preponderante para a aceitação sensorial das mesmas (FRANCK et al., 2011). A  
23 qualidade das raízes é um parâmetro importante que envolve fatores variados e complexos, por  
24 se constituírem de um conjunto de características físicas, químicas e sensoriais (PEDRI et al.,

1 2018). Fatores que englobam a qualidade sensorial das raízes, como cor, textura e aparência são  
2 importantes para a aceitação dos consumidores (FRANCK et al., 2011).

3 O investimento em adubação (RÓS et al., 2013; FERMONTE et al., 2009) e a duração da  
4 estação de crescimento das plantas de mandioca estão diretamente relacionadas à produtividade  
5 de raízes (FAGUNDES et al., 2009). Por outro lado, agricultores e extensionistas acreditam que  
6 a adubação e o atraso na colheita prejudicam o sabor e a textura das raízes (FRANCK et al.,  
7 2011; PEDRI et al., 2018; TIRONI et al., 2019), havendo poucos estudos, todavia, que  
8 relacionam nível tecnológico de manejo e época de colheita com os aspectos sensoriais e  
9 composição química das raízes. Sendo assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar a  
10 produtividade, a qualidade sensorial e as propriedades físico-químicas das raízes de mandioca  
11 em épocas de colheita e níveis tecnológicos de manejo.

12

## 13 **MATERIAL E MÉTODOS**

### 14 **Experimento de Campo**

15 O experimento foi instalado no mês de outubro, período recomendado para a cultura, no  
16 ano agrícola 2017/2018, na área experimental da Universidade Federal de Santa Maria  
17 (29°43'S, 53°43'W e altitude de 95m), no município de Santa Maria, Rio Grande do Sul, uma  
18 das regiões preferenciais para o cultivo da mandioca no Estado (IBGE, 2005). O clima da  
19 região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cfa, subtropical úmido sem estação seca  
20 definida e com verões quentes (KUINCHTNER & BURIOL, 2001). O solo do local é uma  
21 transição entre a Unidade de Mapeamento São Pedro (Argissolo Vermelho distrófico arênico)  
22 e a Unidade de Mapeamento Santa Maria (Argissolo Bruno-Acinzentado alítico umbrico)  
23 (STRECK et al., 2008).

24 A cultivar utilizada foi a Vassourinha, considerada a principal cultivar de mandioca de  
25 mesa cultivada no Sul do Brasil (TIRONI et al., 2019), além de possuir características que

1 favorecem a preferência pelos produtores e consumidores, como alta produtividade, facilidade  
2 de colheita e boa qualidade culinária. As unidades experimentais foram compostas de acordo  
3 com metodologia proposta por TIRONI et al. (2015), constituindo-se de parcelas de 23,2 m de  
4 comprimento e 9,6 m de largura, composta de 12 linhas com 29 manivas cada com 5 a 7 gemas,  
5 espaçadas entre si e entre linhas a 0,8 m, em área total de 223 m<sup>2</sup>.

6 O fator de tratamento constou de níveis tecnológicos, que representam as práticas de  
7 manejo e tecnologias empregados na condução das lavouras de mandioca no Sul do Brasil. Os  
8 níveis tecnológicos foram classificados em Alto (NTA), Médio (NTM) e Baixo (NTB), sendo  
9 que, no NTA o manejo das plantas daninhas deu-se pela aplicação do herbicida s-metolachlor  
10 em pré-emergência, na dose de 1440 g i.a. ha<sup>-1</sup>. A adubação deu-se pela aplicação de 3,75 kg  
11 ha<sup>-1</sup> de N, 15 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O e 15 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, fornecidos por 75 kg ha<sup>-1</sup> de adubo, na  
12 formulação 05-20-20 e 10 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> foram fornecidos por Super Fosfato Simples na  
13 operação de plantio, adicionada de 147,22 kg ha<sup>-1</sup> de ureia quando a cultura se apresentava com  
14 25-30 folhas (CQFS RS/SC, 2016). A correção de Ca e Mg não foi necessária devido os níveis  
15 destes nutrientes no solo estarem adequados para a cultura. O controle das plantas daninhas pós  
16 emergência da cultura se deu mediante controle mecânico por capina sempre que necessário.

17 Para o NTM não se aplicou herbicida pré-emergente e não se realizou a correção de Ca  
18 e Mg, o manejo utilizado se deu reduzindo a dose de adubação mencionadas anteriormente em  
19 50% do adubo 05-20-20 (37,5 kg ha<sup>-1</sup>) e Super Fosfato Simples (5 kg ha<sup>-1</sup>) na operação de  
20 plantio e da ureia (73,61 kg ha<sup>-1</sup>) quando a cultura se apresentava com 25-30 folhas. O controle  
21 das plantas daninhas pós emergência da cultura se deu mediante controle mecânico por três  
22 capinas durante o ciclo da cultura.

23 Para o NTB não se aplicou herbicida pré-emergente e não foi realizado adubação e  
24 correção de Ca e Mg. Neste manejo realizou-se apenas controle das plantas daninhas pós

1 emergência da cultura mediante controle mecânico por duas capinas durante o ciclo da cultura  
2 (Tabela 1).

### 3 **Colheita, Produtividade e Preparo das Amostras**

4 Foram realizadas três épocas de colheita: 1<sup>a</sup>) período em que as plantas se encontravam  
5 com o máximo índice de área foliar, caracterizada como 6 meses após o plantio, 2<sup>a</sup>) aos 7 meses  
6 após o plantio, e 3<sup>a</sup>) aos 8 meses após o plantio, que representam a época de colheita de parte  
7 significativa das lavouras da região sul do Brasil. A produtividade das raízes ( $t\ ha^{-1}$ ) de cada  
8 nível tecnológico foi determinada por amostragem de dez plantas em cada parcela, conforme  
9 metodologia proposta por TIRONI et al., 2015, sendo expressa em valores de massa fresca  
10 (MF) das raízes comerciais ( $t\ ha^{-1}$ ).

11 Uma raiz é considerada comercial quando apresenta diâmetro e comprimento maiores  
12 ou iguais a 2 e 10 cm, respectivamente (SCHONS et al., 2007), sendo que aquelas com  
13 dimensões inferiores foram consideradas não comerciais e para o presente estudo e  
14 conseqüentemente, não foram computadas para a produtividade final. Posteriormente à  
15 classificação das raízes comerciais, procedeu-se a pesagem das mesmas em balança analítica  
16 para o cálculo da produtividade. Dessas, selecionaram-se dez raízes para as análises físico  
17 químicas, cujo preparo para as análises pode ser visualizado na Figura 2.

### 18 **Análises Físico-Químicas**

19 A avaliação das características e da composição físico-química das raízes de mandioca  
20 foi realizada após a cocção, sendo determinados os teores de umidade, proteínas, cinzas,  
21 gordura, fibra bruta, amido total e amido resistente. Para a determinação da umidade foi  
22 utilizado o método de secagem em estufa ( $105\ ^\circ C \pm 5\ ^\circ C$ ), baseado na remoção da água por  
23 aquecimento, até obtenção de massa constante (AOAC, 2011), cujos valores foram expressos  
24 em massa seca (%). A determinação de proteínas foi realizada pelo método de micro-Kjeldahl  
25 no qual avaliou-se o teor de nitrogênio total e se utilizou o fator de conversão 6,25 para

1 transformação em proteína bruta (AOAC, 2011). O método empregado para a determinação de  
2 cinzas foi o da incineração em mufla ( $550^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ), no qual toda matéria orgânica foi  
3 queimada. O teor de lipídeos foi determinado pelo método de Bligh-Dyer (BLIGH-DYER,  
4 1959). A fibra bruta foi determinada a partir do aparelho analisador de fibra da Ankom® (200  
5 Fiber Analyzer). O amido total e o amido resistente foram determinados pelo kit de ensaio para  
6 determinação de Amido Resistente (K-RSTAR – Megazyme International Ltd., Co. Wicklow,  
7 Ireland (2011)). Todas as análises foram realizadas em triplicatas, e como o alimento é ingerido  
8 na forma úmida os resultados expressos em base úmida.

9 A cor da polpa foi determinada conforme a Comissão Internacional de Iluminação  
10 através de determinação das coordenadas  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  (CIE-Lab) em colorímetro Minolta CM -  
11 700D (Konica Minolta, Osaca, Japan) (BIBLE & SINGHA, 1993). O  $L^*$  representa a  
12 luminosidade, expressa em escala de 0 para o preto a 100 para o branco, a qual tem sido  
13 utilizado como um indicador de escurecimento.  $a^*$  e  $b^*$  são duas coordenadas de cromaticidade  
14 que vão respectivamente do verde ao vermelho e do azul ao amarelo com valores que vão de -  
15 120 a +120. Para as análises o dispositivo foi previamente calibrado para condição iluminante  
16 D65, e ângulo de observação de  $10^{\circ}$ . Foram utilizados cinco pedaços de mandioca cozida em  
17 cada tratamento e as leituras feitas em duplicatas.

## 18 **Avaliação Sensorial**

19 A avaliação sensorial foi realizada com as raízes cozidas nas três épocas de colheita com  
20 os três níveis tecnológicos, sendo realizadas em três dias, cada dia com uma época de colheita.  
21 Participaram da avaliação um grupo de 80 avaliadores voluntários não treinados, totalizando  
22 240 provadores. Os atributos de aparência, cor, aroma, sabor, textura e aceitação global foram  
23 verificados pelo teste afetivo de aceitação com escala hedônica estruturada de 7 pontos, cujos  
24 extremos representam “gostei muitíssimo” (nota 7) e “desgostei muitíssimo” (nota 1), sendo as  
25 amostras oferecidas individualmente e aleatoriamente (LAWLESS & HEYMANN, 2010). O

1 limite inferior da média para a aceitação das raízes de mandioca foi estabelecido em 4. As raízes  
2 também foram avaliadas pelo teste de preferência por ordenação, onde solicitou-se que as  
3 amostras fossem ordenadas quanto à preferência em ordem decrescente, sendo atribuído o valor  
4 um para amostra preferida e três para a amostra preterida (LAWLESS & HEYMANN, 2010).

5 Para ambas as análises, as amostras foram ofertadas em recipiente plástico descartável,  
6 codificados com algarismos de três dígitos aleatórios, servidas em cabines individuais e  
7 ofertado aos provadores um copo com água à temperatura ambiente para proporcionar a limpeza  
8 das papilas gustativas entre as avaliações das amostras (FERREIRA et al., 2000). Por envolver  
9 experimentação com seres humanos, esta pesquisa foi avaliada e aprovada pelo Comitê de Ética  
10 em Pesquisa da Universidade Federal de Santa Maria por meio do parecer nº 2.623.612.

#### 11 **Análise estatística**

12 As análises estatísticas foram realizadas por meio do *software* SAS (Statistical Analysis  
13 System, 1999), versão 9.0, através da análise de variância (ANOVA), testes de comparação de  
14 média de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Na análise sensorial de Preferência por Ordenação, os dados foram  
15 analisados pela Diferença Mínima Significativa (DMS) da Soma de Ordens para comparação  
16 ( $p \leq 0,05$ ), com base no Teste não paramétrico de Friedman e Tabela de Newell e McFarlane  
17 (FERREIRA et al., 2000).

18

### 19 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

20 No período de condução do experimento, foram registradas temperaturas médias  
21 máximas e mínimas de 31,2 °C e 7,2 °C, respectivamente, com precipitação média mensal  
22 durante o ciclo de 121,1 mm em uma estação meteorológica localizada a 50 metros da área  
23 experimental (Figura 1).

#### 24 **Produtividade**

1 A produtividade de raízes aumentou de forma crescente com o atraso da colheita, cujos  
2 valores médios dos níveis tecnológicos variaram de 16,6 t ha<sup>-1</sup>, quando colhida aos seis meses,  
3 a 35,7 t ha<sup>-1</sup> quando colhidas no oitavo mês após o plantio (Tabela 2). A maior permanência  
4 das plantas na lavoura ocasiona maior acúmulo e translocação de fotoassimilados para os órgãos  
5 de reservas, as raízes (TAIZ & ZIEGLER, 2013). Resultados semelhantes foram encontrados  
6 por BORGES et al. (2002), onde a produtividade aumentou de 15,1 t ha<sup>-1</sup>, no oitavo mês, para  
7 21,5 t ha<sup>-1</sup> no 12º mês, e por ALVES et al (2008), que a produtividade de raiz fresca foi de 27,7  
8 t ha<sup>-1</sup> aos sete meses e de 50,4 t ha<sup>-1</sup> aos 13 meses. Esse incremento de produtividade pode ser  
9 em virtude de a mandioca ser uma planta perene, e assim quanto maior a duração do ciclo,  
10 maior será a produção de raízes tuberosas (FAGUNDES et al., 2009).

11 A produtividade não evidenciou diferença entre os níveis tecnológicos em nenhuma  
12 época de colheita (Tabela 2). Isso se deve ao solo da área experimental possuir teores de  
13 nutrientes (potássio, cálcio, magnésio e fósforo) considerados altos (CQFS RS/SC, 2016),  
14 caracterizando um solo com boa fertilidade, com características físicas favoráveis ao  
15 desempenho agrícola, sendo assim, os níveis tecnológicos médio e alto não responderam à  
16 adubação. A resposta da mandioca à adubação depende dos níveis de fertilidade do solo, sendo  
17 que quando cultivada em solos com fertilidade média a alta, há pouca ou nenhuma resposta à  
18 adubação, e em solos com baixa fertilidade, a cultura apresenta aumento de produtividade,  
19 quando há o uso de fertilizantes (RÓS et al., 2013). A baixa fertilidade do solo, o estresse hídrico  
20 e o inadequado manejo das plantas daninhas limitaram a produção de mandioca a 5,7 t ha<sup>-1</sup>  
21 (FERMONT et al., 2009). Todavia, observou-se aumento de 21% na produtividade das raízes  
22 mediante a aplicação de fertilizantes em solos com baixas fertilidades (MUNYAHALI et al.,  
23 2017), devendo-se mais estudos serem realizados para distinguir essas respostas.

#### 24 **Composição físico-química das raízes**

1 Os valores de massa seca (MS) (Tabela 1) encontram-se dentro de faixas de variações  
2 citadas na literatura (23% a 38%) como adequadas para raízes de mandioca (RIMOLDI et al.,  
3 2006; FRANCK et al., 2011) (Figura 1). Quando colhidas no sexto mês após o plantio as raízes  
4 apresentaram o menor teor de massa seca, nesse período houve maior disponibilidade de água  
5 no solo, e como consequência maior absorção pelas raízes, devido ao maior índice  
6 pluviométrico no período que antecedeu a colheita, no sétimo e no oitavo mês, o acúmulo  
7 pluviométrico diminuiu respectivamente, e conseqüentemente os teores de massa seca das  
8 raízes aumentaram (Figura 1 e Tabela 3).

9 As raízes apresentaram baixos teores de proteína, que variaram de 0,4% a 1,7% (Tabela  
10 3), o que era esperado, visto que, este produto é considerado um alimento essencialmente  
11 energético em função elevado teor de carboidratos (SOUZA et al., 2008; TAGLIAPIETRA et  
12 al., 2019). No NTA, em virtude da maior disponibilidade de nitrogênio no solo resultante da  
13 aplicação realizada no estágio de desenvolvimento de início da acumulação de amido, resultou  
14 em aumento da concentração de proteína nas raízes com o atraso da época de colheita. O  
15 aumento do teor de proteína também pode estar relacionado a aplicação de potássio (K) na  
16 adubação de base, apesar do K não ser um componente básico das proteínas, desempenha um  
17 papel importante para a produção de aminoácidos necessários à síntese de proteínas (DONATO  
18 et al., 2004). Estudo que avaliou a produtividade e influência da época de colheita nas  
19 características físico-químicas das raízes de mandioca observou que apenas nas plantas colhidas  
20 após o 9º mês do plantio apresentaram teores de proteína acima de 1% (OLIVEIRA &  
21 MORAES, 2009). Embora as raízes de mandioca não apresentem teores de proteína muito  
22 elevados, possuem proteína de alto valor nutritivo, podendo ser considerados como importante  
23 fonte proteica (CENI et al. 2009). Além disso, o baixo conteúdo de proteínas das raízes de  
24 mandioca a torna uma fonte de energia com baixo potencial alergênico (CEBALLOS et al.  
25 2006).

1 Os teores de cinza, gordura e fibra total foram encontrados em pequenas quantidades  
2 nas raízes de mandioca (Tabela 3). Nesse estudo não foi encontrado aumento significativo do  
3 teor de fibra com a idade da planta observando-se, todavia, decréscimo no teor de fibra no NTA  
4 (Tabela 3), confrontando alguns autores que afirmaram que o teor de fibra pode aumentar com  
5 a idade da planta, acarretando modificações na textura e aumentando o tempo de cocção das  
6 raízes (BORGES et al., 2002; FRANCK et al., 2011). No que se refere ao teor de amido  
7 resistente (AR), não foi encontrado diferença significativa no acúmulo de AR entre os NT em  
8 nenhuma das épocas de colheita analisadas, havendo entretanto maiores valores com o atraso  
9 na colheita. No amido total observa-se que os maiores teores foram encontrados nas raízes  
10 colhidas no 7º mês, sendo acima de 30%, teor este considerado um elevado teor de amido  
11 (OLIVEIRA et al., 2005). No NTA não houve diferença significativa entre as três épocas de  
12 colheita. Assim sendo, as raízes podem ser colhidas a partir do sétimo mês de plantio sem gerar  
13 perdas em relação a acumulação de amido nas raízes.

#### 14 **Cor**

15 Os valores de luminosidade ( $L$ ), e das coordenadas de cromaticidade  $a^*$  e  $b^*$ , traduzem  
16 de forma objetiva o aspecto visual das raízes de mandioca após a cocção (Tabela 4). Os valores  
17 de luminosidade ( $L$ ) não tiveram diferença significativa nas épocas de colheita e localizaram-  
18 se na região central do eixo, mostrando tendência a uma coloração branco brilhante. As  
19 variações da cromaticidade  $a^*$  e  $b^*$ , tiveram comportamento semelhante ao  $L$ , embora  
20 apresentarem diferenças significativas, os valores de  $a^*$  situaram-se próximo ao eixo central,  
21 onde todas as cores se misturam, mostrando tendência a uma coloração levemente marrom. No  
22  $b^*$ , todos os tratamentos ficaram com coloração clara, próximos ao amarelo. As diferenças  
23 estatísticas encontradas referente a cor das raízes podem ser explicadas pela formação de  
24 pontuações brancas no interior das raízes, indicando baixa gelatinização do amido (OLIVEIRA  
25 et al., 2005). Além disso, em raízes de mandioca o escurecimento se dá por pontuações

1 concêntricas e espaçadas umas das outras (HENRIQUE et al., 2015). Quando o colorímetro faz  
2 a leitura, a luz que incide na superfície encontra parte pigmentada e parte sem pigmentação, o  
3 que pode ter interferido nos resultados. Ademais, observaram-se poucas variações entre os  
4 níveis tecnológicos, não considerando-se as práticas de manejo preponderantes para alteração  
5 da cor das raízes cozidas de mandioca.

## 6 **Avaliação Sensorial**

7 Todas as médias de aceitação sensorial obtidas para as raízes de mandioca foram  
8 superiores a quatro, ou seja, em nenhuma época de colheita e em nenhum NT as raízes  
9 apresentaram características sensoriais rejeitadas pelos consumidores (Figura 3). Em relação a  
10 todos os atributos avaliados (sabor, aparência, cor, textura e aroma) o nível tecnológico alto  
11 apresentou maior aceitação nas épocas de colheita seis e sete meses. Quando colhidas no oitavo  
12 mês após o plantio, os valores de aceitação para os atributos sensoriais ficaram muito próximos  
13 em todos os níveis tecnológicos. Resultados semelhantes foram encontrados em um estudo  
14 realizado por TALMA et al. (2013), que avaliaram dezesseis cultivares de mandioca e  
15 encontraram médias de aceitação sensorial superiores ao limite de aceitação em todas as  
16 cultivares.

17 As raízes colhidas aos seis e sete meses diferiram significativamente entre os níveis  
18 tecnológicos, em ambas, o nível tecnológico alto apresentou maior preferência que os demais,  
19 ratificando os resultados encontrados na análise sensorial de aceitação (Tabela 5). A competição  
20 com plantas daninhas pode acelerar o processo de deterioração da polpa, seja microbiano ou  
21 fisiológico (PERESSIN, 2013), o que pode justificar a melhor aceitação do NTA pelos  
22 provadores, visto que é o nível tecnológico com as melhores práticas de manejo desses  
23 organismos.

24 Conhecer a composição nutricional representa um aspecto importante para avaliação do  
25 potencial das raízes a serem consumidas ou utilizadas em processos industriais. Estudos

1 complementares podem ser realizados a fim de investigar se os resultados encontrados nesta  
2 pesquisa se mantêm para outros períodos de colheita e outros tipos de manejo.

#### 4 **CONCLUSÃO**

5 Os níveis tecnológicos não influenciam a produtividade das raízes, sendo que há  
6 aumentou de produtividade com o atraso da época de colheita. Em relação a composição físico-  
7 química das raízes há aumento de proteína no NTA e maior teor de amido nas raízes colhidas a  
8 partir do 7º mês. As raízes, em todas as épocas de colheita e níveis tecnológicos de manejo,  
9 apresentam tendência à coloração branco-marrom. A aceitação sensorial das raízes tem maior  
10 aceitabilidade quando colhidas no 6º e no 7º mês transcorrido após o plantio, com preferência  
11 para as raízes do nível tecnológico alto.

#### 13 **AGRADECIMENTOS**

14 Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico  
15 (CNPq) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Código  
16 Financeiro 001, por fornecer bolsas de estudo e apoio financeiro para este trabalho.

#### 18 **DECLARAÇÃO DE CONFLITO DE INTERESSES**

19 Os autores declaram não haver conflito de interesses.

#### 21 **CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES**

22 Todos os autores contribuíram igualmente para a concepção e redação do manuscrito. Todos os  
23 autores revisaram criticamente o manuscrito e aprovaram a versão final.

#### 25 **COMITE DE ÉTICA**

1 Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Santa  
2 Maria (número 2.623.612)

3

#### 4 **REFERÊNCIAS**

5 ALBERTO, C. M. et al. Crescimento de raízes de mandioca sob diferentes níveis tecnológicos  
6 em terras baixas. In: **Anais do 10º Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão –**  
7 **SIEPE**. Universidade Federal do Pampa. Santana do Livramento, 6 a 8 de novembro de 2018.  
8 Disponível em: < <http://200.132.146.161/index.php/siepe/article/view/39523>> Acesso em: 14  
9 dez. 2019.

10 ALVES, J. M. A et al. Avaliação de dois clones de mandioca em duas épocas de colheita.  
11 **Revista Agro@mbiente**, v. 2, n. 2, p. 15-24, 2008. Disponível em: <  
12 <https://revista.ufr.br/agroambiente/article/view/244>>. Acesso em 31 dez. 2019. DOI:  
13 10.18227/1982-8470ragro.v2i2.244

14 AOAC International (2011). **Official Methods of Analysis of AOAC International**. 18 ed, 4  
15 rev. Gaithersburg: MD, USA, 1505 p.

16 BIBLE, B.B.; SINGHA, S. Canopy position influences CIELAB coordinates of peaches color.  
17 **HortScience**, v. 28, n. 10, p.992---993, 1993. Disponível em: <  
18 <https://journals.ashs.org/hortsci/view/journals/hortsci/28/10/article-p992.xml>>. Acesso em: 10  
19 nov. 2019. DOI: 10.21273/HORTSCI.28.10.992

20 BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian**  
21 **Journal of Biochemistry and Physiology**, v. 8, n. 37, p. 911-917, 1959. Disponível em: <  
22 <https://www.nrcresearchpress.com/doi/10.1139/o59-099#.XguU41VKjIU>>. Acesso em 12  
23 dez. 2019. DOI: 10.1139/o59-099

24 BORGES, M. F. et al. Avaliação de variedades de mandioca para consumo humano. **Pesquisa**  
25 **Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 11, p. 1559-1565, nov. 2002. Disponível em: <

- 1 [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-204X2002001100006](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2002001100006)>.
- 2 Acesso em 30 dez. 2019. DOI: 10.1590/S0100-204X2002001100006
- 3 CEBALLOS, H. et al. Variation in crude protein content in cassava (*Manihot esculenta* Crantz)
- 4 roots. **Journal of Food Composition and Analysis**, n.19, p.589–593, 2006. Disponível em: <
- 5 <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0889157505001225>>. Acesso em: 26
- 6 nov. 2019. DOI: 10.1016/j.jfca.2005.11.001
- 7 CENI, G. C. et al. Avaliação de componentes nutricionais de cultivares de mandioca (*Manihot*
- 8 *Esculenta* Crantz). **Alimentos e Nutrição**, v.20. n.1, p. 107-111, 2009. Disponível em: <
- 9 <http://serv-bib.fcfar.unesp.br/seer/index.php/alimentos/article/viewFile/952/779>>. Acesso em:
- 10 27 nov. 2019.
- 11 COCK, James. et al. The ideal cassava plant for maximum yield. *Crop Science*, v. 19, p. 271-
- 12 279, 1979.
- 13 DONATO, V.M.T.S. et al. Atividade enzimática em variedades de cana-de-açúcar cultivadas
- 14 in vitro sob diferentes níveis de nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.11,
- 15 p.1087-1093, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v39n11/22580.pdf>>.
- 16 Acesso em: 21 nov. 2019. doi:10.1590/S0100-204X2004001100006.
- 17 DUQUE, L. O; SETTER, T. L. Partitioning index and non-structural carbohydrate dynamics
- 18 among contrasting cassava genotypes under early terminal water stress. **Environmental and**
- 19 **Experimental Botany**, v.163, p. 24 – 35, 2019. Disponível em: <
- 20 <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0098847219301431>>. Acesso em: 14
- 21 dez. 2019. DOI: 10.1016/j.envexpbot.2019.03.023
- 22 DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. 4. ed. Curitiba: Champagnat, 2013. 531p.
- 23 FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Production crop data**.
- 24 Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E> 2014>. Acesso em: 23 out. 2019.

- 1    **FAO - Save and Grow: Cassava. A Guide to Sustainable Production Intensification.** Food  
2    and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 2013, p. 129.
- 3    FERMONT, A.M. et al. Closing the cassava yield gap: an analysis from small holder farms in  
4    East Africa. **Field Crops Research**, v.112, p. 24–36, 2009. Disponível em:  
5    <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378429009000343>>. Acesso em: 16  
6    nov. 2019. DOI: 10.1016/j.fcr.2009.01.009
- 7    FERNANDES, D. S. et al. Harvest time optimization leads to the production of native cassava  
8    starches with different properties. **International Journal of Biological Macromolecules**,  
9    v.132, p. 710-721, 2019. Disponível em: <  
10    <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0141813019305549>>. Acesso em: 21 nov.  
11    2019. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2019.03.245
- 12    FERREIRA et al. **Análise sensorial:** testes discriminativos e afetivos. SBCTA, Campinas,  
13    2000. 127p.
- 14    FRANCK, H. et al. Effects of cultivar and harvesting conditions (age, season) on the texture  
15    and taste of boiled cassava roots. **Food Chemistry**, v. 126, p. 127 – 133, 2011. Disponível em:  
16    < <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814610013506>>. Acesso em: 3 nov.  
17    2019. DOI: 10.1016/j.foodchem.2010.10.088
- 18    HENRIQUE, C. M. et al. Alterações de cor em raízes de mandioca minimamente processadas  
19    e embaladas a vácuo. **Rev. Iber. Tecnología Postcosecha**, v. 16, n.1, p. 129 – 135, 2015.  
20    Disponível em: <<https://www.redalyc.org/pdf/813/81339864019.pdf>>. Acesso em: 20 dez.  
21    2019.
- 22    **IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produção Agrícola**  
23    **Municipal 2005:** culturas temporárias e permanentes. Rio de Janeiro, Brasil: IBGE, Ministério  
24    do Planejamento Orçamento e Gestão, 2005. V.32, p.1-101, 2005. Disponível em: <

- 1 <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=766>>. Acesso  
2 em: 12 dez. 2019.
- 3 IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Levantamento**  
4 **sistemático da produção agrícola.** 2019. Disponível em:  
5 <https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/6588#resultado>. Acesso em: 1 de julho de 2019.
- 6 KUINCHTNER, A.; BURIOL, G. A. Clima do estado do Rio Grande do Sul, segundo a  
7 classificação climática de Köppen e Thornthwaite. **Disciplinarium Scientia**, Série, Ciências  
8 exatas: Santa Maria, v, 2, n.1, p.171-182, 2001. Disponível em: <  
9 <https://periodicos.ufn.edu.br/index.php/disciplinarumNT/article/view/1136>>. Acesso em 28  
10 dez. 2019.
- 11 LAWLESS, H.; HEYMANN, H. **Sensory Evaluation of Food Science Principles and**  
12 **Practices.** Chapter 1, 2nd Edition, Ithaca, New York, 2010.
- 13 MUNYAHALI, W. et al. Responses of cassava growth and yield to leaf harvesting frequency  
14 and NPK fertilizer in South Kivu, Democratic Republic of Congo. **Field Crops Research**, v.  
15 214, p. 194–201, 2017. Disponível em: <  
16 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378429017306421>>. Acesso em 23 dez.  
17 2019. DOI: 10.1016/j.fcr.2017.09.018
- 18 OLIVEIRA, M. A et al. Metodologia para avaliação do tempo de cozimento e características  
19 tecnológicas associadas em diferentes cultivares de mandioca. **Ciência e Agrotecnologia**, v.  
20 29, n. 1, p. 126-133, 2005. Disponível em:  
21 <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-70542005000100016](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542005000100016)>.  
22 Acesso em: 19 dez. 2019. DOI: 10.1590/S1413-70542005000100016
- 23 OLIVEIRA, M. A.; MORAES, P. S. B. Características físico-químicas, cozimento e  
24 produtividade de mandioca cultivar IAC 576-70 em diferentes épocas de colheita. **Ciência e**  
25 **Agrotecnologia**, v. 33, n. 3, p. 837-843, 2009. Disponível em: <

- 1 [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-70542009000300024](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542009000300024)>.
- 2 Acesso em 27 dez. 2019. DOI: 10.1590/S1413-70542009000300024
- 3 PADONOU, W. et al. The quality of boiled cassava roots: instrumental and relationship with
- 4 physicochemical properties and sensorial properties. **Food Chemistry**, v.89, p. 261-270, 2005.
- 5 Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814604001980>>.
- 6 Acesso em 17 dez. 2019. DOI: j.foodchem.2004.02.033
- 7 PEDRI, E.C.M. et al. Características morfológicas e culinárias de etnovarietades de mandioca
- 8 de mesa em diferentes épocas de colheita. **Brazilian Journal Food Technology**, v. 21,
- 9 e2018073, 2018. Disponível em: <
- 10 [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1981-](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1981-67232018000100467&lng=en&nrm=iso&tlng=pt)
- 11 [67232018000100467&lng=en&nrm=iso&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1981-67232018000100467&lng=en&nrm=iso&tlng=pt)>. Acesso em 14 dez. 2019. DOI:
- 12 10.1590/1981-6723.07318.
- 13 PERESSIN, V.A. Manejo integrado de plantas daninhas na cultura da mandioca. **Campinas:**
- 14 **Instituto Agrônômico**, Editora IAC, 2013. 54p.
- 15 RIMOLDI, F. et al. Produtividade, composição química e tempo de cozimento de cultivares de
- 16 mandioca de mesa coletadas no Estado do Paraná. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 28, n. 1,
- 17 p. 63 - 69, 2006. Disponível em: <
- 18 <https://pdfs.semanticscholar.org/2f81/1351e89690dc575e20b5496bfe8d8ece213c.pdf>>.
- 19 Acesso em: 16 dez. 2019.
- 20 ROLAS - **Rede Oficial de Laboratórios de Análise de Solo e de Tecido Vegetal**. Manual
- 21 de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. 11ed. Porto
- 22 Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2016. 376 p.
- 23 RÓS, A.B. et al. Produção de raízes de mandioca e propriedades química e física do solo em
- 24 função de adubação com esterco de galinha. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.43, n.3, 2013.

- 1 Disponível em: < [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1983-](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-40632013000300001)
- 2 [40632013000300001](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-40632013000300001)>. Acesso em: 18 dez. 2019. DOI: 10.1590/S1983-40632013000300001
- 3 SCHONS, A. et al. Emissão de folhas e início da acumulação de amido em raízes de uma
- 4 variedade de mandioca em função da época de plantio. **Ciência Rural**, v.37, p.1586-1592,
- 5 2007. Disponível em: < [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0103-](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0103-84782007000600013&lng=en&nrm=iso&tlng=pt)
- 6 [84782007000600013&lng=en&nrm=iso&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0103-84782007000600013&lng=en&nrm=iso&tlng=pt)>. Acesso em: 18 dez. 2019.
- 7 STRECK, N. A. et al. Estimativa do plastocromo em cultivares de soja. **Bragantia**, v. 67, n.1,
- 8 p. 67-73, 2008. Disponível em: < [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0006-](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0006-87052008000100008&script=sci_abstract&tlng=pt)
- 9 [87052008000100008&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0006-87052008000100008&script=sci_abstract&tlng=pt)>. Acesso em 29 dez. 2019. DOI:
- 10 10.1590/S0006-87052008000100008.
- 11 TAGLIAPIETRA, B. L. et al. **Mandioca para Alimentação Humana e Animal**. 1. ed. Santa
- 12 Maria. Ed. GR, 2019. 104 p.
- 13 TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5.ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.
- 14 TALMA, S. V. et al. Tempo de cozimento e textura de raízes de mandioca. **Brazilian Journal**
- 15 **of Food Technology**, v.16, n.2, p.133-138, 2013. Disponível em: <
- 16 [http://www.scielo.br/pdf/bjft/v16n2/aop\\_bjft\\_bjft2012.pdf](http://www.scielo.br/pdf/bjft/v16n2/aop_bjft_bjft2012.pdf)>. Acesso em: 31 dez. 2019. DOI:
- 17 10.1590/S1981-67232013005000016
- 18 TIRONI, L. F. et al. Desempenho de cultivares de mandioca em ambiente subtropical.
- 19 **Bragantia**, v.74, n. 1, p.58-66, 2015. Disponível em: <
- 20 <http://www.scielo.br/pdf/brag/v74n1/0006-8705-brag-74-1-58.pdf>>. Acesso em: 28 dez. 2019.
- 21 DOI: 10.1590/1678-4499.0352
- 22 TIRONI, L. F. et al. **Ecofisiologia da Mandioca Visando Altas Produtividades**. 1. ed. Santa
- 23 Maria. Ed. GR, 2019. 136 p.
- 24 ZHU, F. Composition, structure, physicochemical properties, and modifications of cassava
- 25 starch. **Carbohydrate Polymers**, v. 122, p. 456 – 480, 2015. Disponível em: <

1 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S014486171401087X>>. Acesso em: 31 dez.

2 2019. DOI: 10.1016/j.carbpol.2014.10.063

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

- 1 **Tabela 1** – Caracterização dos níveis tecnológicos alto, médio e baixo de acordo com as práticas  
 2 de manejo empregadas no experimento conduzido em Santa Maria, RS, Brasil.

Práticas de manejo	Nível Tecnológico		
	Alto	Médio	Baixo
Correção de Ca e Mg	Recomendações técnicas <sup>1</sup>	Não aplica	Não aplica
Adubação	Recomendações técnicas <sup>1</sup>	Metade das recomendações técnicas <sup>1</sup>	Não aplica
Herbicida	Pré-emergente	Não aplica	Não aplica
Capinas	Sempre que necessário	Três vezes	Duas vezes

3

4 <sup>1</sup> De acordo com análise de solo e CQFS RS/SC, 2016.

5

6

7

8

9

10

11

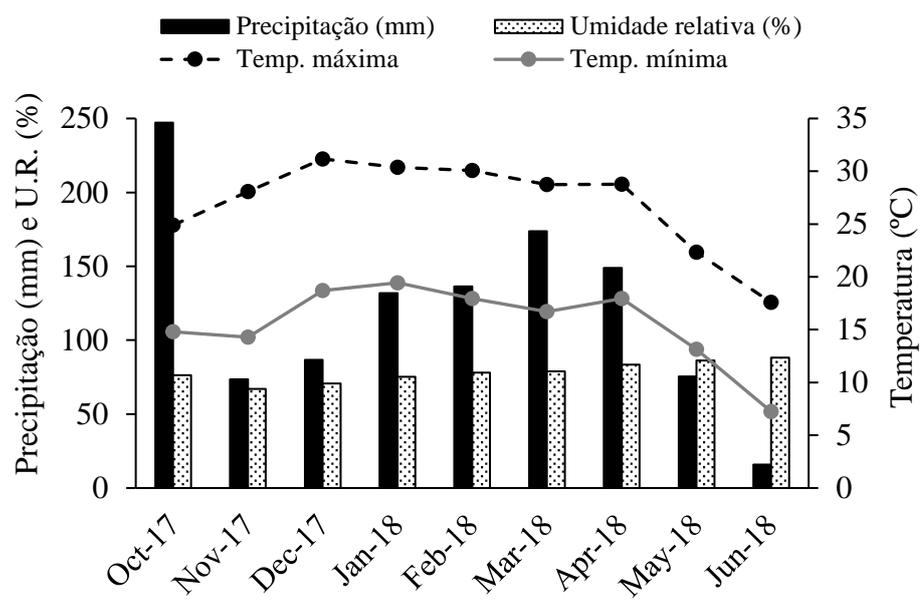
12

13

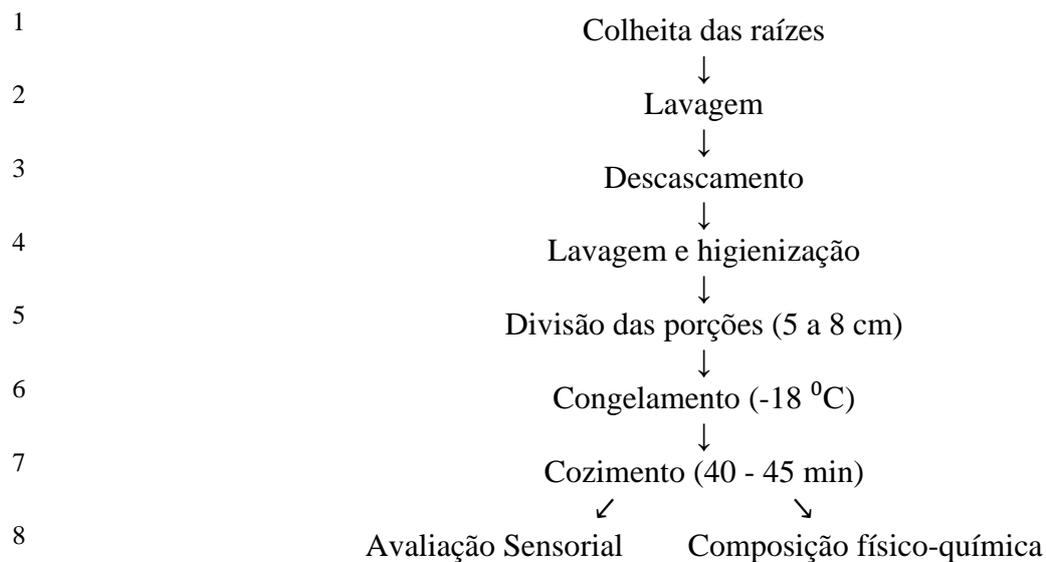
14

15

16



10 **Figura 1** - Médias mensais de precipitação (mm), umidade relativa do ar (UR%) e temperaturas  
11 máximas e mínimas (°C) no período de outubro/2017 a junho/2018, Santa Maria, Rio Grande  
12 do Sul. Fonte: INMET, 2019.



10 **Figura 2** – Fluxograma de preparo das amostras para as análises físico-químicas em raízes de  
11 mandioca em função do nível tecnológico de manejo e época de colheita após o plantio. Santa  
12 Maria, RS, Brasil.

1 **Tabela 2** – Produtividade de raízes de mandioca, expressa em massa fresca ( $t\ ha^{-1}$ ), em função  
2 dos níveis tecnológicos de manejo alto, médio e baixo, e das épocas de colheita (6, 7 e 8 meses  
3 após o plantio) no experimento conduzido em Santa Maria, RS, Brasil.

Nível tecnológico	6 meses	7 meses	8 meses	p value
	----- Massa fresca (MF) ( $t\ ha^{-1}$ ) -----			
Baixo	14,0a <sup>1</sup>	28,4a	35,2a	< 0,01
Médio	21,3a	31,4a	36,2a	< 0,01
Alto	14,6a	27,2a	- <sup>2</sup>	-
Média	16,6	29,0	35,7	

4 <sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

5 <sup>2</sup>Tratamento perdido.

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

1 **Tabela 3** – Composição físico-química das raízes de mandioca cozida em função dos níveis  
 2 tecnológicos alto, médio e baixo de manejo e das épocas de colheita (6, 7 e 8 meses após o  
 3 plantio). Santa Maria, RS, Brasil

Nível tecnológico	Época de colheita		
	6 meses	7 meses	8 meses
	----- Massa Seca (%) -----		
Baixo	28,3aB <sup>1</sup>	33,3abA	35,5 <sup>aA</sup>
Médio	29,4aB	35,9bA	30,1 <sup>bB</sup>
Alto	26,4aA	30,1aA	28,2 <sup>bA</sup>
	----- Proteína (%) -----		
Baixo	0,9aA	0,8aA	0,4cB
Médio	0,7aA	0,7aA	0,8bA
Alto	0,9aA	1,0aA	1,7aA
	----- Cinzas (%) -----		
Baixo	0,7aA	0,5aA	0,5aA
Médio	0,5baA	0,4aA	0,4aA
Alto	0,5bA	0,5aA	0,5aA
	----- Gordura (%) -----		
Baixo	0,4bA	0,5aA	0,4aA
Médio	0,7aA	0,3bB	0,3aBA
Alto	0,5bA	0,5aA	0,5aA
	----- Fibra Total (%) -----		
Baixo	1,9aA	1,5aBA	1,7aB
Médio	1,4bA	1,6aA	1,5aA
Alto	2,0aA	1,6aB	1,6aB
	----- Amido Resistente (%) -----		
Baixo	4,20aA	4,71aA	5,11aA
Médio	3,71aB	4,38aAB	5,13aA
Alto	3,13aB	4,72aA	5,25aA
	----- Amido Total (%) -----		
Baixo	23,86aB	31,81aA	29,37aA
Médio	25,43aB	32,12aA	27,31abA
Alto	21,9aA	26,32bA	23,45bA

4 <sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre  
 5 si, pelo Teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Todos os resultados estão expressos em base úmida.

6

7

8

9

10

1 **Tabela 4** – Valores médios de Luminosidade (*L*), *a*\* e *b*\* das raízes de mandioca em função  
 2 dos níveis tecnológicos alto, médio e baixo de manejo e das épocas de colheita (6, 7 e 8 meses  
 3 após o plantio). Santa Maria, RS, Brasil

Nível tecnológico	Época de colheita		
	6 meses	7 meses	8 meses
	----- <i>L</i> -----		
Baixo	68,2 <sup>aA1</sup>	52,8 <sup>bA</sup>	70,5 <sup>aA</sup>
Médio	60,1 <sup>abA</sup>	63,9 <sup>aA</sup>	58,6 <sup>bA</sup>
Alto	51,1 <sup>bA</sup>	60,2 <sup>aA</sup>	53,6 <sup>bA</sup>
	----- <i>a</i> * -----		
Baixo	-1,5 <sup>abB</sup>	0,0 <sup>aA</sup>	-1,3 <sup>aB</sup>
Médio	-1,2 <sup>aA</sup>	-1,1 <sup>bA</sup>	-1,2 <sup>aA</sup>
Alto	-1,6 <sup>bB</sup>	-1,0 <sup>bA</sup>	-1,8 <sup>bB</sup>
	----- <i>b</i> * -----		
Baixo	10,5 <sup>aAB</sup>	9,2 <sup>aB</sup>	11,8 <sup>aA</sup>
Médio	9,9 <sup>aAB</sup>	11,0 <sup>aA</sup>	7,5 <sup>bB</sup>
Alto	8,1 <sup>aAB</sup>	9,6 <sup>aA</sup>	7,0 <sup>bB</sup>

4 <sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre  
 5 si, pelo Teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

6

7

8

9

10

11

12

13

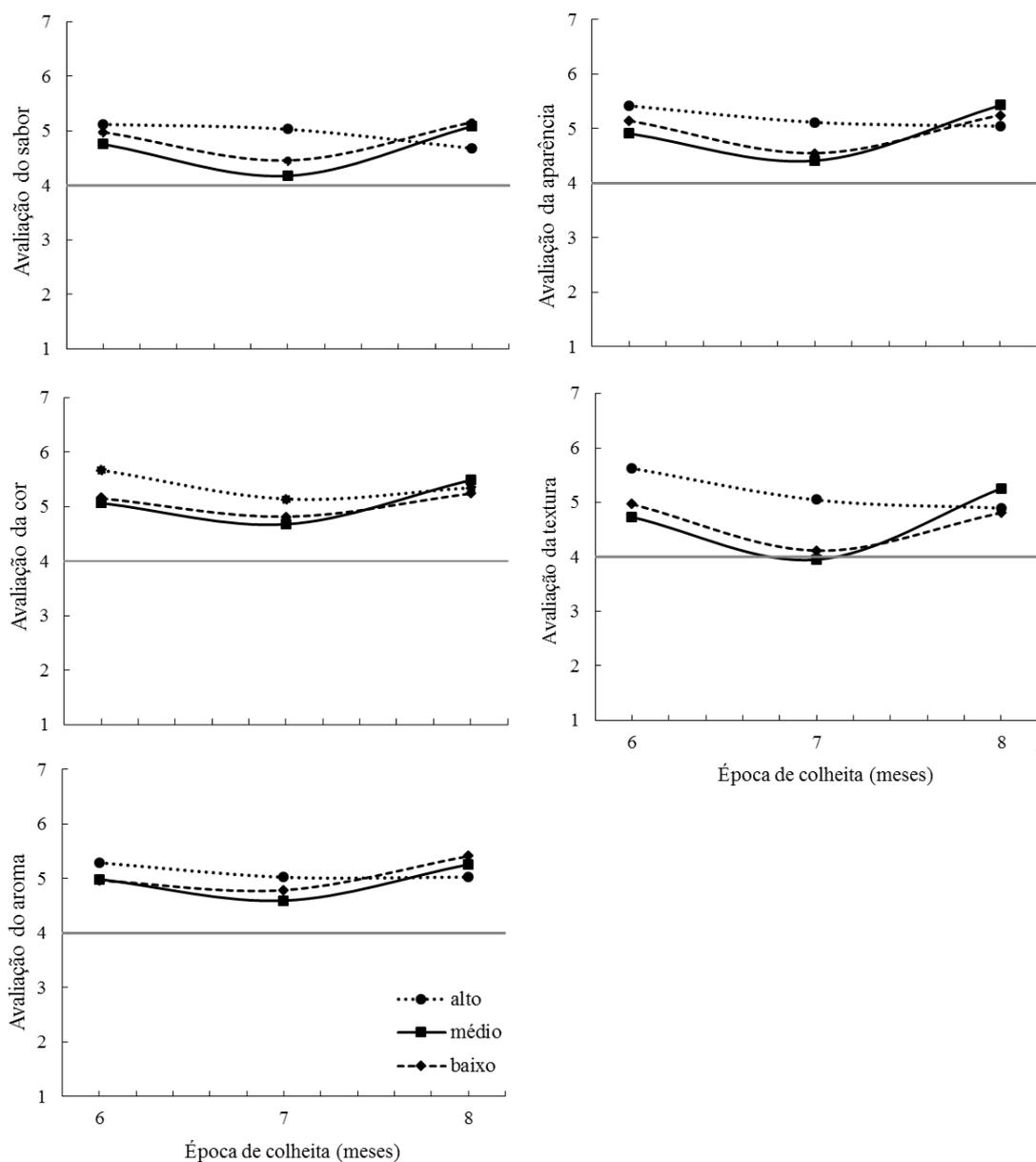
14

15

16

17

18



1

2 **Figura 3** - Gráficos da aceitação, com base na avaliação do sabor, aparência, cor, textura e  
 3 aroma das raízes de mandioca em função dos níveis tecnológicos (NTB, NTM, NTA) e das  
 4 épocas de colheita (6, 7 e 8 meses).

5 A linha contínua cinza em todos os gráficos representa o limite de aceitação estabelecido em  
 6 quatro para as análises sensoriais.

7

8

9

1 **Tabela 5** – Resultados da preferência dos provadores em relação as raízes de mandioca em  
2 função da época de colheita e dos níveis tecnológicos.

Nível tecnológico	Época de colheita		
	6 meses	7 meses	8 meses
Baixo	160 <sup>c</sup>	199 <sup>c</sup>	160 <sup>ab</sup>
Médio	191 <sup>b</sup>	164 <sup>b</sup>	141 <sup>a</sup>
Alto	127 <sup>a</sup>	117 <sup>a</sup>	179 <sup>b</sup>

3 Soma da pontuação de aceitação seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si,  
4 considerando  $p < 5\%$ , com base no Teste não paramétrico de Friedman e Tabela de Newelle e  
5 Mcfarlane (DMS = 30).

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

## **2.5 ARTIGO 4**

### **CARACTERIZAÇÃO NUTRICIONAL E ACEITABILIDADE SENSORIAL DE MANDIOCA BIOFORTICADA POR CRIANÇAS EM FASE ESCOLAR**

O artigo está em fase final de redação e será submetido para publicação no periódico Anais da  
Academia Brasileira de Ciências  
(Formatação conforme as normas da revista – Anexo 4)



## **CARACTERIZAÇÃO NUTRICIONAL E ACEITABILIDADE SENSORIAL DE MANDIOCA BIOFORTICADA POR CRIANÇAS EM FASE ESCOLAR**

Bruna Lago Tagliapietra<sup>1</sup>, Maritiele Naissinger da Silva<sup>2</sup>, Paula de Souza Cardoso<sup>3</sup>, Alencar Junior Zanon<sup>4</sup>, Neila Silvia Pereira dos Santos Richards<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia em Alimentos, Universidade Federal de Santa Maria, Av. Roraima nº 1000, Cidade Universitária, Bairro Camobi, CEP: 97105-900, Santa Maria – RS. Autor para correspondência: e-mail: bruna\_tagliapietra@hotmail.com

<sup>2</sup>Departamento de Alimentos e Nutrição, Universidade Federal de Santa Maria – *Campus* Palmeira das Missões, Av. Independência, nº 3751, Bairro Vista Alegre, CEP: 98300-000, Palmeira das Missões – RS.

<sup>3</sup>Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Santa Maria, Av. Roraima nº 1000, Cidade Universitária, Bairro Camobi, CEP: 97105-900, Santa Maria – RS.

<sup>4</sup>Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Santa Maria, Av. Roraima nº 1000, Cidade Universitária, Bairro Camobi, CEP: 97105-900, Santa Maria – RS.

<sup>5</sup>Departamento de Tecnologia e Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Santa Maria, Av. Roraima nº 1000, Cidade Universitária, Bairro Camobi, CEP: 97105-900, Santa Maria – RS.

Palavras-chave: agricultura, alimentação escolar, biofortificação, carotenoides, micronutrientes, vitamina A.

## RESUMO

A deficiência de micronutrientes, também conhecida como fome oculta, atinge grande parte da população, sendo considerada um problema de saúde pública. Sendo assim, o objetivo desse estudo foi avaliar cultivares de mandioca biofortificadas em relação a sua composição físico-química, minerais e carotenoides e verificar sua aceitação sensorial por crianças em fase escolar. O estudo foi conduzido em Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil, com quatro cultivares de mandioca, sendo duas biofortificadas de polpa amarela (BRS 399 e BRS 396), uma de polpa amarela (Gema de Ovo) e uma de polpa branca (Vassourinha). Após a cocção das raízes, foi determinada a composição nutricional (umidade, proteína, gordura, cinza e amido total), o teor de  $\beta$ -caroteno e verificado a aceitação sensorial das raízes por crianças em fase escolar. Os teores de umidade, proteína, gordura, cinza e amido apresentaram pequenas variações entre as cultivares analisadas. Os maiores teores de carotenoides foram encontrados nas cultivares biofortificadas ( $12,85 \mu\text{g g}^{-1}$ ) e na Gema de Ovo ( $12,01 \mu\text{g g}^{-1}$ ), e os menores nas raízes de polpa branca ( $3,30 \mu\text{g g}^{-1}$ ). Os resultados da análise sensorial demonstram potencial de inserção das raízes biofortificadas na alimentação escolar, visto que obteve uma boa aceitabilidade pelos escolares nos atributos aceitação global e cor.

## ABSTRACT

Micronutrient deficiency, also known as hidden hunger, affects a large part of the population and is considered a public health problem. Thus, the aim of this study was to evaluate biofortified cassava cultivars in relation to their physicochemical, mineral and carotenoid composition and to verify their sensory acceptance by schoolchildren. The study was conducted in Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brazil, with four cassava cultivars, two biofortified with yellow flesh (BRS 399 and BRS 396), one with yellow flesh (Gema de Ovo) and one with white flesh (Vassourinha). After root cooking, nutritional composition (moisture, protein, fat, ash and total starch),  $\beta$ -carotene content and sensory acceptance were determined. of roots by school children. The moisture, protein, fat, ash and starch contents presented small variations among the analyzed cultivars. The highest carotenoid contents were found in biofortified cultivars (12.85  $\mu\text{g g}^{-1}$ ) and egg yolk (12.01  $\mu\text{g g}^{-1}$ ), and the lowest in white flesh roots (3.30  $\mu\text{g g}^{-1}$ ). The results of the sensory analysis show potential insertion of biofortified roots in the school feeding, since it obtained a good acceptability by the students in the attributes global acceptance and color.

## 1 INTRODUÇÃO

A deficiência de micronutrientes atingem uma em cada três pessoas em todo o mundo, caracterizando-se como um problema de saúde pública, conhecido também como fome oculta (FAO 2015). A fome oculta ocorre quando a ingestão e absorção de vitaminas e minerais, tais como os carotenoides, ferro e zinco, são insuficientes para manter boas condições de saúde e desenvolvimento humano (Vilas Boas 2016; Boius et al. 2019). A solução para a minimização dessas deficiências de micronutrientes é o consumo de uma dieta balanceada, adequada para a idade, que inclui quantidades suficientes de nutrientes de origem vegetal e animal. Na ausência de dietas equilibradas, a biofortificação surge como uma intervenção eficaz na alimentação da população (Loureiro et al. 2018).

A biofortificação é um processo sustentável, de baixo custo e de alta eficiência que consiste no melhoramento convencional de plantas que são selecionadas até que sejam obtidas cultivares com maiores teores de ferro, zinco e pró-vitamina A (Carvalho e Nutti 2012). Esses fatores fazem com que a biofortificação possa ser amplamente empregada em países com escassez de recursos financeiros e de saúde (Ávila et al. 2014). A longo prazo, a biofortificação tende a aumentar a produção de alimentos ricos em nutrientes e melhorar a diversidade alimentar. A curto prazo, o consumo de alimentos biofortificados pode minimizar as deficiências alimentares, aumentando a adequação diária de ingestão de micronutrientes (Bouis e Saltzman 2017).

No Brasil a biofortificação tem sido coordenada pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), que reúne os projetos da área sob o nome de Rede BioFORT. O foco do trabalho se dá a partir de um aspecto diferenciado dos demais países em relação ao desenvolvimento da biofortificação, já que envolve oito culturas diferentes: abóbora, arroz, batata-doce, feijão, feijão-caupi, mandioca, milho e trigo. Esse programa visa diminuir a desnutrição e garantir maior segurança alimentar, através da pesquisa com foco na

biofortificação de alimentos básicos da dieta da população, e largamente produzidos (Reifschneider et al. 2015).

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é amplamente difundida no mundo e no Brasil, onde é predominantemente produzida pela agricultura familiar. Ademais, é cultivada em regiões onde a deficiência de vitaminas e minerais são comuns, como na África, onde se concentra a maior produção mundial de mandioca (FAO 2019). Na Nigéria, o maior produtor e consumidor de mandioca do mundo, a deficiência de vitamina A afeta 30% das crianças menores de 5 anos e 20% das mulheres grávidas (WHO 2019).

As principais evidências da eficácia da biofortificação no combate a deficiência de vitamina A vem de estudos conduzidos com batata-doce de polpa laranja (Hotz et al. 2012; Jones e Brauw 2015). A absorção da vitamina A da mandioca de polpa amarela foi objeto de um estudo conduzido no leste da Quênia com crianças de 5 a 13 anos de idade, onde mostrou uma melhora significativa no nível de vitamina A em relação ao grupo controle (Talsma et al. 2016). Porém, estudos com mandioca de polpa amarela biofortificadas ainda são incipientes, e poucos resultados sobre a disponibilidade de carotenoides nas raízes foram encontrados.

No Brasil, a Lei nº 11.947/2009 que trata sobre o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE), estabelece a obrigatoriedade de aquisição de gêneros alimentício oriundos da agricultura familiar (Brasil 2009). Ao tornar obrigatória a compra da agricultura familiar, ampara o produtor e cria um meio para que este possa comercializar seus alimentos, além disso, é uma possibilidade para a inserção de alimentos biofortificados na merenda escolar, assegurando o direito de uma alimentação saudável e adequada, contribuindo para o crescimento e o desenvolvimento das crianças.

O papel da agricultura é essencial na alimentação, sobretudo como fonte primária de energia e nutrientes, em virtude disso, a biofortificação tem sido apontada como uma alternativa a fim de proporcionar o consumo de alimentos com melhor qualidade nutricional e uma

estratégia para reduzir as deficiências de vitamina A, principalmente em crianças. Sendo assim, o objetivo do estudo foi avaliar cultivares de mandiocas biofortificadas em relação a sua composição físico-química, minerais e carotenoides e verificar sua aceitação sensorial por crianças em fase escolar.

## **2 MATERIAIS E MÉTODOS**

### **2.1 Preparo das amostras**

Foram avaliados quatro cultivares de mandioca, sendo três com coloração da polpa amarela e um com coloração da polpa creme (Figura 1). As raízes de polpa amarela (BRS 399 e BRS 396) são mandiocas biofortificadas pelo programa de melhoramento genético da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) Mandioca e Fruticultura Tropical. A gema de ovo é uma cultivar de origem desconhecida, e assim denominada pelos produtores pela coloração amarela da polpa, e a cultivar comercial Vassourinha (polpa branca) por ser a cultivar mais plantada e apreciada pelos consumidores no Sul do Brasil foi utilizada como testemunha (Tironi et al. 2019). As raízes foram colhidas no sétimo mês após o plantio, período em que é realizado parte significativa das colheitas nas lavouras comerciais. Para a realização da colheita foram coletadas 3 plantas de cada cultivar em pontos aleatórios, após foi separado em raízes comercializáveis (RC), sendo caracterizada pelo comprimento maior que 10 cm e diâmetro maior que 2 cm (Schons et al. 2009).

Após a colheita, as raízes foram higienizadas em água corrente, descascadas, cortadas, higienizadas, drenado o excesso de água, armazenadas a vácuo em em saco plástico (polipropileno) e submetidas ao congelamento (-18°C), por um período de aproximadamente 2 meses. Após esse período as raízes foram cozidas por 40 minutos, cortadas em fatias finas (0,5 cm), secas em estufa, moídas em moinho de facas do tipo *Willye* e armazenadas a -18°C até a realização das análises. Posteriormente, as amostras foram submetidas as análises físico-químicas.

## **2.2 Composição físico-química e minerais**

Os componentes nutricionais avaliados foram os teores de umidade, proteína, cinzas, gordura, fibra bruta e amido total. O teor de umidade foi determinada pelo método de secagem em estufa a 105°C até obtenção de peso constante (AOAC 2011). O teor de nitrogênio foi determinado pelo método de micro Kjeldahl e a conversão para proteína foi obtido multiplicando-se o teor de nitrogênio pelo fator de conversão 6,25 (AOAC 2011). O método empregado para a determinação do teor de cinzas, foi a incineração em mufla a 550 °C até total queima da matéria orgânica (AOAC 2011). O teor de lipídeos foi determinado pelo método de extração a frio de Bligh-Dyer (Bligh-Dyer 1959). A fibra bruta foi determinada a partir do aparelho analisador de fibra da Ankom® (200 Fiber Analyzer). O amido total foi determinado pelo Kit de ensaio para determinação de Amido (K-RSTAR - (Megazyme International Ltd., Co. Wicklow, Ireland 2011)). Todas as análises foram realizadas em triplicatas.

## **2.3 Extração e determinação dos carotenoides**

A extração dos carotenoides foi realizada segundo Rodriguez-Amaya (2001). Oito gramas das amostras de raízes foram pesadas em triplicata e adicionado 30 mL de acetona. Em seguida, foi realizado a maceração e a mistura obtida foi filtrada a vácuo para um kitassato de 250 mL. O extrato cetônico foi transferido para um funil de separação, adicionado 20 mL de hexano e agitado. Para a remoção total da acetona e transferência dos carotenoides para o hexano foram feitas duas lavagens com água destilada e adicionado sulfato de sódio anidro diretamente no funil de separação para auxiliar na separação das fases. A parte inferior do funil de separação (água) foi descartada e o extrato transferido para um balão volumétrico de 25 mL e avolumado com hexano. O hexano foi utilizado como “branco”. A determinação de carotenoides das amostras foi realizada em espectrofotômetro UV-Vis marca Biospectro, modelo SP-220 Servilab, conforme metodologia analítica de separação e extração dos

compostos com solventes orgânicos. Para o  $\beta$ -caroteno, a absorvância foi lida em 450nm e calculado de acordo com a equação de Rodriguez-Amaya (2001) (Equação 1).

$$\text{Teor de carotenoides totais (ug g}^{-1}\text{)} = \frac{A \times V \text{ (mL)} \times 10^4}{A^{1\%} \times M \text{ (g)}} \quad (1)$$

Onde: A = Absorvância a 450 nm; V = Volume total do extrato em mL;  $A^{1\%}$  = Coeficiente de absorção do  $\beta$ -caroteno = 2592; M = massa da amostra em g.

A ingestão diária recomendada (IDR) foi estabelecida com base no proposto pelo Regulamento técnico sobre a ingestão diária recomendada de proteína, vitaminas e minerais para crianças de 7 a 10 anos (BRASIL, 2005).

Todos os procedimentos foram realizados em triplicata e com a devida proteção contra a luz, a fim de evitar a perda de compostos.

## **2.4 Análise sensorial**

A análise sensorial foi realizada com 214 provadores não treinados, sendo crianças de 6 a 15 anos, de ambos os gêneros, regularmente matriculadas em duas escolas rurais, uma do interior de Júlio de Castilhos e outra de Dilermando de Aguiar, no Rio Grande do Sul. As amostras das raízes de mandioca biofortificadas (BRS 399 e 396) foram cozidas, servidas na sala de aula de forma aleatória a temperatura ambiente em pratos descartáveis, e de forma individual. Foram avaliados a aceitação global e a cor das raízes de mandioca biofortificadas pelos escolares por meio do teste afetivo de aceitação utilizando a escala hedônica de expressão facial, variando de 1 a 5 pontos, no qual ancorava os eixos 1 correspondente a “detestei” e o eixo 5 a “adorei”, onde as crianças apontavam a expressão correspondente a opinião sobre as raízes de mandioca (Ferreira et al. 2000).

O índice de aceitabilidade (IA) foi calculado conforme a equação de Monteiro (1984) (Equação 2), sendo o mesmo considerado de boa aceitação quando o resultado do IA foi maior ou igual a 85% (BRASIL, 2009).

$$IA (\%) = \frac{A \times 100}{B} \quad (2)$$

Onde: A = nota média obtida para o produto; B = nota máxima dada ao produto.

Participaram da análise sensorial somente as crianças cujos responsáveis assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), aprovado pelo Comitê de Ética Pesquisa da Universidade Federal de Santa Maria por meio do parecer nº 2.623.612, seguindo a Resolução CNS nº 466/12.

## 2.5 Análise Estatística

Os resultados foram analisados estatisticamente (análise de variância - ANOVA), utilizando o Software SISVAR® e aplicando o teste de Tukey para avaliar e comparar diferenças entre as médias ( $p < 0,05$ ). Os dados obtidos para a análise sensorial foram qualitativos, e submetidos a análises estatísticas descritivas.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Composição físico-química e minerais

As análises da composição físico-química foram realizadas com as raízes cozidas, visto que a mandioca é uma raiz tuberosa de polpa dura quando *in natura* que necessita de cocção antes do consumo para adquirir textura adequada para o consumo (Berni 2014). Os resultados da composição físico química das raízes estão apresentados na Tabela 1.

O teor de umidade das cultivares analisadas ficou em torno de 70%, sendo classificado como, teor elevado de umidade, acima de 65%, não permitindo longos períodos de armazenamento das raízes, pois logo após a colheita iniciam as deteriorações de ordem fisiológica, tornando as raízes impróprias ao consumo. Variações nos teores de umidade são encontrados na literatura, Oliveira e Moraes (2009) avaliaram o teor de umidade de raízes de mandioca dos seis aos doze meses de plantio e encontraram teores que variaram de 61% a 75%. A mandioca se deteriora mais rapidamente do que outros vegetais de raiz, como a batata-doce e a cenoura (Ceni et al. 2009), sendo que, o alto teor de umidade se torna um desafio para a

expansão da cultura, em virtude da necessidade de grandes locais para armazenamento e transporte das raízes.

As cultivares apresentaram baixo teor de proteína, o que está de acordo com outros estudos realizados sobre a composição da raiz da mandioca (Padonou et al. 2005; Mayeves et al. 2012). Os teores de proteína variaram de 0,68% a 1,26% (Tabela 1). A mandioca é considerada um alimento essencialmente energético em função do baixo teor de proteína e elevado teor de carboidratos. Sendo que os maiores teores de proteína se encontram nas folhas da planta, podendo variar de 6,6% a 23,5% dependendo de alguns fatores como época de colheita e cultivar (Tagliapietra et al. 2019).

Nas cultivares analisadas, o menor teor de cinza foi encontrado na cultivar Vassourinha (0,40 %), diferindo significativamente das cultivares biofortificadas, que apresentaram os maiores teores de cinzas (média 0,58%) (Tabela 1). Os maiores teores de cinzas nas cultivares biofortificadas devem-se aos maiores teores de Ca, P, Fe e Mg. O teor de lipídios das cultivares analisadas não diferiram estatisticamente. A mandioca é conhecida por apresentar baixo conteúdo de lipídios (Mayeves et al. 2012). A fibra bruta apresentou diferença significativa entre as amostras, variando de 1,50% a 1,69%. Alguns autores afirmam que o teor de fibras nas raízes de mandioca poderá aumentar com a idade da planta, concentrando-se no centro do produto (Lorenzi 1994; Souza et al. 2010).

O amido é a fonte mais importante de carboidratos na alimentação humana, representando 80% a 90% de todos os polissacarídeos da dieta (Leonel 2009). As cultivares diferiram significativamente em relação ao teor de amido das raízes, variando de 17,59% a 23,22%. Resultados semelhantes foram encontrados por outros autores (Oliveira e Moraes 2009; Alcázar-Alay e Meireles 2015) que verificaram que a quantidade e as propriedades do amido estão associadas a genética, que variam entre as cultivares.

### **3.2 Teor de $\beta$ -caroteno em raízes de mandioca biofortificadas**

Os resultados obtidos para a análise de carotenoides das raízes de mandioca estão apresentados na Tabela 2.

Os teores de carotenoides da BRS 399 e BRS 396 (biofortificadas) foram semelhantes a da cultivar Gema de Ovo, não apresentando diferença significativa entre as amostras analisadas das cultivares com polpa amarela. Já os valores de carotenoides totais encontrado nas cultivares biofortificadas foram muito superiores a cultivar Vassourinha, de polpa branca, para a qual se obteve o conteúdo de  $3,30 \mu\text{g g}^{-1}$  de carotenoides totais.

O teor de carotenoides totais das raízes de mandioca pode ser considerado um bom indicativo do teor de  $\beta$ -caroteno, pois estudos vêm revelando que em média 70% dos teores de carotenoides correspondem ao  $\beta$ -caroteno (Mezzete et al. 2009; Carvalho et al. 2012). A conversão metabólica do  $\beta$ -caroteno à vitamina A é quimicamente possível devido a sua estrutura molecular, sendo assim, os carotenoides podem, teoricamente, gerar duas moléculas de vitamina A (Rodrigues-Amaya 2001).

Os resultados encontrados nesse estudo foram semelhantes aos de Carvalho et al. (2012) ao analisarem sete cultivares de mandioca de polpa amarela em Cruz das Almas, BA, Brasil, em que os teores de carotenoides variaram de  $2,64$  a  $14,15 \mu\text{g g}^{-1}$  (1668 Cacau amarelo e 1456 Vermelhinha, respectivamente). Já Mezzete et al. (2009) ao avaliarem treze cultivares de mandioca com potencial para inserção no programa de melhoramento genético, relataram teores de carotenoides variando de  $3,30$  a  $11,08 \mu\text{g g}^{-1}$ . As variações da quantidade de carotenoides das raízes podem ser ocasionadas por fatores genéticos e por fatores ambientais, como solo, clima, temperatura, estação do ano, luminosidade e época de colheita (Rodrigues-Amaya 2001).

Pesquisas realizadas em Moçambique avaliando o consumo de batata-doce por crianças mostraram que a biofortificação pode melhorar a saúde infantil, devido a um aumento significativo nas reservas corporais de vitamina A (Haskell et al. 2004; Low et al. 2007). Um estudo realizado na Zâmbia com crianças de 5 a 7 anos mostrou que, após três meses de

consumo de milho biofortificado, as reservas corporais de vitamina A nas crianças que consumiram o milho biofortificado aumentou significativamente em comparação com as crianças do grupo controle (Gannon et al. 2014).

Para crianças de 7 a 10 anos de idade a ingestão diária recomendada (IDR) de vitamina A é 450  $\mu\text{g}$  de retinol, segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) na resolução RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005 (Brasil 2005). Uma porção de 100 g de mandioca de polpa amarela pode fornecer em torno de 30% da IDR para este grupo infantil (Tabela 2), podendo ser uma alternativa eficaz para minimizar as deficiências de vitamina A em populações de baixa renda.

### **3.3 Análise Sensorial**

Dos 214 participantes da pesquisa, 114 eram do sexo masculino e 97 do sexo feminino, ambos eram crianças em fase escolar, de 6 a 15 anos, matriculadas em escolas rurais no ensino fundamental da rede pública do Rio Grande do Sul. Os resultados obtidos no teste de escala hedônica facial das raízes de mandioca biofortificadas estão apresentados na Figura 2.

Para um produto ser considerado como aceito, é necessário que se obtenha aceitação de no mínimo 85% (BRASIL, 2009). Nesse estudo, as raízes de mandioca biofortificadas apresentaram aceitação de 80%, valor inferior ao mínimo preconizado para inserção na alimentação escolar, sendo necessário a realização de uma segunda análise sensorial com intervalo mínimo de um bimestre. Na Figura 1B, é possível verificar que as notas dos avaliadores para os mesmos atributos, cor e aceitação global, foram classificadas na sua maioria como “gostei muito (4)” e “adorei (5)”. A cor e a aparência das raízes são importantes, pois, esses atributos estão associados às reações pessoais de aceitação, indiferença ou rejeição. A cor da polpa é de extrema importância, visto que a apresentação visual é o primeiro critério a ser analisado pelos consumidores (Teixeira 2009). Embora as crianças participantes da pesquisa

estavam habituadas ao consumo de mandioca de polpa branca, os resultados demonstraram que a cor amarela das raízes foi bem aceita pelos escolares.

A técnica de biofortificação apresenta-se como uma alternativa para minimizar as deficiências de vitamina A em populações de baixa renda, porém, é necessário que as culturas biofortificadas sejam base de alimentação da maior parte da população. Os resultados encontrados podem contribuir com políticas públicas e com os programas de biofortificação, produzindo conhecimento sobre a composição das raízes e a disponibilidade de carotenoides, para a redução da deficiência de vitamina A nas populações afetadas. Além disso, podem contribuir para o desenvolvimento da agricultura familiar, sendo uma alternativa de agregação de valor, visto que a mandioca é quase na sua totalidade produzida por meio da agricultura familiar.

#### **4 CONCLUSÃO**

Os teores de umidade, proteína, gordura, cinza e amido apresentaram pequenas variações entre as cultivares analisadas. Os maiores teores de carotenoides foram encontrados nas cultivares biofortificadas e na cultivar Gema de Ovo. Os resultados da análise sensorial demonstram potencial de inserção das raízes biofortificadas na alimentação escolar, porém, é necessário a realização de novas análises sensoriais a fim de que a aceitabilidade atenda o exigido pelo Programa Nacional de Alimentação Escolar.

#### **AGRADECIMENTOS**

A Escola Estadual de Ensino Fundamental Nossa Senhora Aparecida, de Júlio de Castilhos - RS, e a Escola Municipal de Ensino Fundamental Valentim Bastianello, de Dilermando de Aguiar – RS, por permitirem a realização desse estudo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCÁZAR-ALAY S C, MEIRELES M A. 2015. Physicochemical properties, modifications and applications of starches from different botanical sources. *Food Science and Technology* 35: 215-236.

AOAC INTERNATIONAL. 2011. *Official Methods of Analysis of AOAC International*. 18 ed, 4 rev. Gaithersburg: MD, USA, 1505 p.

BERNI P R A. 2014. Biodisponibilidade de  $\beta$ -caroteno em mandiocas e batatas-doces biofortificadas: estudos dos efeitos de genótipos e processamentos. Dissertação (Mestrado em Ciências). Universidade de São Paulo, Piracicaba. 111p.

BLIGH E G, DYER W J. 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology* 37:911-917.

BOIUS H E, BIROL A S E. 2019. Improving Nutrition Through Biofortification. In: *Agriculture for Improved Nutrition: Seizing the Momentum*. Washington, DC, USA, p. 47 -57.

BOIUS H E, SALTZMA A. 2017. Improving nutrition through biofortification: A review of evidence from HarvestPlus, 2003 through 2016. *Global Food Security* 12: 49 – 58.

BRASIL. 2005. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução nº 269, de 22 de setembro de 2005. Aprovar o Regulamento Técnico sobre a Ingestão Diária Recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais. *Diário Oficial da União. Poder Executivo*, de 22 de setembro de 2005.

BRASIL. 2009. Lei nº 11.947 de 16 de junho de 2009. Dispõe sobre o atendimento da alimentação escolar e do Programa Dinheiro Direto na Escola aos alunos da educação básica. *Diário Oficial da União*, 17 de junho de 2009.

CARVALHO J, NUTTI M R. 2012. Biofortificação de produtos agrícolas para nutrição humana. Embrapa Agroindústria de Alimentos - Resumo em anais de congresso (ALICE),

2013. In: REUNIÃO ANUAL DA SBPC, 64. 2012, São Luís. Ciência, cultura e saberes tradicionais para enfrentar a pobreza. São Luís: SBPC: UFMA.

CARVALHO L M J, OLIVEIRA A R G, GODOY R L O, PACHECO S, NUTTI M R, CARVALHO J L V, PEREIRA E J, FUKUDA W G. Retention of total carotenoid and  $\beta$ -carotene in yellow sweet cassava (*Manihot esculenta* Crantz) after domestic cooking. Food & Nutrition Research 56: 15788.

CENI G C, COLET R, PERUZZOLO M, WITSCHINSKI F, TOMICKI L, BARRIQUELLO A L, VALDUGA E. 2009. Avaliação de componentes nutricionais de cultivares de mandioca (*Manihot Esculenta* Crantz). Alimentos & Nutrição 20: 107-111.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2015. Production crop data. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E/2014>>. Acesso em: 23 out. 2019.

FERREIRA V L P, ALMEIDA T C A de, PETTINELLI M L C de V, SILVA M A A P da, CHAVES J B P, BARBOSA E M de M. 2000. Análise sensorial: testes discriminativos e afetivos. SBCTA, Campinas, 127p.

GANNON B, KALIWILE C, ARSCOTT S. 2014. Biofortified orange maize is as efficacious as a vitamin A supplement in Zambian children even in the presence of high liver reserves of vitamin A: a community-based, randomized placebo-controlled trial. Am. J. Clin. Nutr. 100: 1541-1550.

HASKELL M J, JAMIL K M, HASSAN F. 2004. Daily consumption of Indian spinach (*Basella alba*) or sweet potatoes has a positive effect on total-body vitamin A stores in Bangladeshi men. Am. J. Clin. Nutr. 80: 705 – 714.

HOTZ C, LOECHL C, LUBOWA A. 2012. Introduction of B-carotene-rich orange sweet potato in rural Uganda results in increased vitamin A intakes among children and women and improved vitamin A status among children. J. Nutr. 142: 1871–1880.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2005. Produção Agrícola Municipal 2005: culturas temporárias e permanentes. Rio de Janeiro, Brasil: IBGE, Ministério do Planejamento Orçamento e Gestão, 2005. v.32, p.1-101.

JONES K, BRAUW A. 2015. Using agriculture to improve child health: promoting orange sweet potatoes reduces diarrhea. *World Dev.* 74:15–24.

LEONEL M. 2009. Desenvolvimento de produtos funcionais à base de mandioca. ERAT/UNESP, Botucatu-SP. v. 8, p.29 – 38, 2009.

LORENZI, J.O. 1994. Variação na qualidade culinária das raízes de mandioca. *Bragantia* 53: 237-245.

LOUREIRO M P, CUNHA L R, NASTARO B T, PEREIRA K Y S, NEPOMOCENOS M L. 2018. Biofortificação de alimentos: problema ou solução? *Segur. Aliment. Nutr.* 25: 66-84.

LOW J W, ARIMOND M, OSMAN N. 2007. A food-based approach introducing orange fleshed sweet potato increased vitamin A intake and serum retinol concentrations in young children in rural Mozambique. *Journal Nutrition* 137: 1320 – 1327.

MAYEVES H A, OLIVEIRA D C, BERNARDO C, MULLER C M O, AMANTE E R. 2012. Microscopy and texture of raw and cooked cassava (*Manihot Esculenta* Crantz) roots. *Journal of Texture Studies* 43: 164 – 173.

MEZETTE T F, CARVALHO C R L, MORGANO M A, SILVA M G DA, PARRA E S B, GALERA J M S V, VALLE T L. 2009. Seleção de clones-elite de mandioca de mesa visando a características agronômicas, tecnológicas e químicas. *Bragantia* 68: 601-609.

MONTEIRO C L B. (1984). Técnicas de avaliação sensorial. Curitiba, P.R.: CEPPAUFPR, 101 p.

OLIVEIRA M A, MORAES P S B. 2009. Características físico-químicas, cozimento e produtividade de mandioca cultivar IAC 576-70 em diferentes épocas de colheita. *Ciência e Agrotecnologia* 33: 837-843.

PADONOU W, MESTRES C, NAGO M C. 2005. The quality of boiled cassava roots: instrumental and relationship with physicochemical properties and sensorial properties. *Food Chemistry* 89: 261-270.

RODRIGUEZ-AMAYA D B. 2001. A guide to carotenoid analysis in food. Washington: OMNI Research, 64p.

SCHONS A, STRECK N A, STORCK L, BURIOL G A, ZANON A J, PINHEIRO D G, KRÄULICH B. 2009. Arranjos de plantas de mandioca e de milho em cultivo solteiro e consorciado: Crescimento, desenvolvimento e produtividade. *Bragantia* 68: 155-167.

SOUZA M J L, VIANA A E S, MATSUMOTO S N, VASCONCELOS R C DE, SEDIYAMA T, MORAIS O M. 2010. Características agronômicas da mandioca relacionadas à interação entre irrigação, épocas de colheita. *Acta Scientiarum Agronomy* 32: 45-53.

TAGLIAPIETRA B L, ZANON A J, DA SILVA M N, ALVES A F, FREITAS C P DE O, TIRONI L F, JIMÉNEZ M S E, CARDOSO P DE S, SANTOS A T L, TONEL G P, RODRIGUES L B, RICHARDS N S P DOS S, STRECK N A. 2019. Mandioca para Alimentação Humana e Animal. 1. ed. Santa Maria. Ed. GR, 104 p.

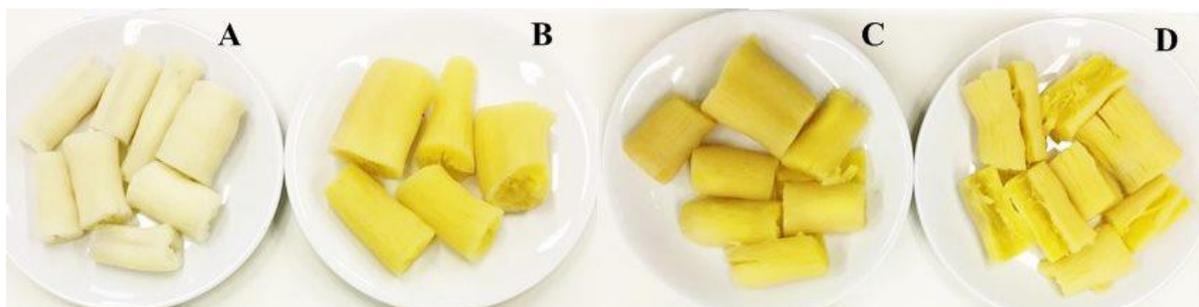
TALSMA E, BROUWER I, VERHOEF H, MBERA G, MWANGI A, DEMIR A, MAZIYA-DIXON B, BOY E, ZIMMERMANN M, MELSE-BOONSTRA A. 2016. Biofortified yellow cassava and vitamin A status of Kenyan children: a randomized controlled trial. *Am. J. Clin. Nutr.* 103: 258–267.

TEIXEIRA, L. V. 2009. Análise sensorial na indústria de alimentos. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes* 64: 12–21.

TIRONI L F, ZANON A J, ALVES A F, FREITAS C P DE O, SANTOS A T L, CARDOSO P DE S, TONEL G P, RODRIGUES L B, TAGLIAPIETRA B L, DA SILVA M N, STRECK N A. 2019. Ecofisiologia da Mandioca Visando Altas Produtividades. 1. ed. Santa Maria. Ed. GR, 136 p.

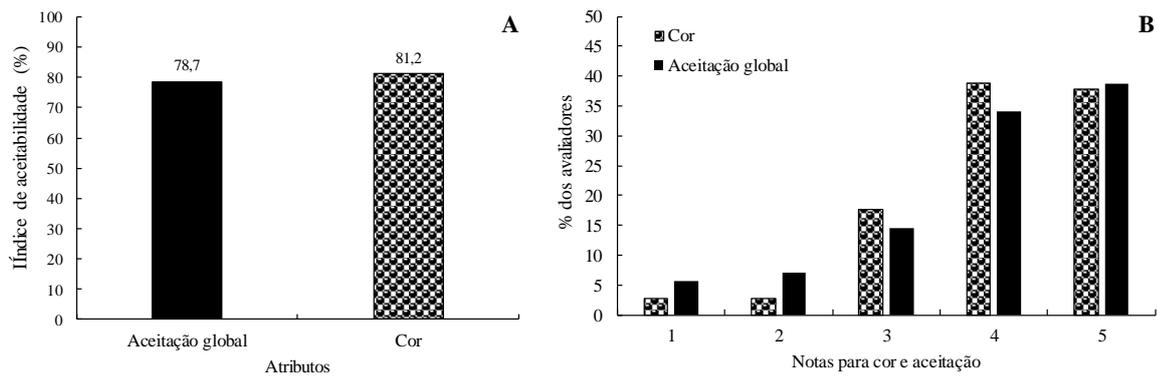
VILAS BOAS, L. G. 2016. Fome oculta e seus liames como a economia, a política e a sociedade. GeoGraphos. Alicante, Grupo Interdisciplinario de Estudios Críticos y de América Latina de la Universidad de Alicante 90: 207-232.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. 2019. Micronutrient Initiative (MI). Disponível em: <<http://www.micronutrient.org/english/View.asp?x=596>.> Acesso em: 11 out 2019.



**Figura 1** – Raízes de mandioca cozidas das cultivares Vassourinha (A); BRS 396 (B); BRS 399 (C) e Gema de Ovo (D).

Fonte: Os autores



**Figura 2** – Índice de aceitação (%) (A) e distribuição das notas atribuídas pelos avaliadores (B) das raízes de mandioca bioforticadas em relação aos atributos de aceitação global e cor.

**Tabela 1** – Composição físico-química das raízes de mandioca das cultivares Vassourinha, Gema de ovo, BRS 399 e BRS 396.

Composição	Vassourinha	Gema de Ovo	BRS 399	BRS 396	CV (%)
Umidade (%)	73,25 <sup>b</sup>	79,10 <sup>a</sup>	74,94 <sup>b</sup>	78,43 <sup>a</sup>	1,51
Proteína (%)*	1,19 <sup>a</sup>	1,13 <sup>a</sup>	1,26 <sup>a</sup>	0,68 <sup>b</sup>	6,90
Cinzas (%)*	0,40 <sup>c</sup>	0,53 <sup>b</sup>	0,54 <sup>b</sup>	0,62 <sup>a</sup>	5,35
Lipídeos (%)*	0,23 <sup>a</sup>	0,26 <sup>a</sup>	0,23 <sup>a</sup>	0,24 <sup>a</sup>	8,67
Fibra Bruta (%)*	1,57 <sup>ab</sup>	1,50 <sup>b</sup>	1,66 <sup>a</sup>	1,69 <sup>a</sup>	3,39
Amido Total (%)*	23,22 <sup>a</sup>	17,59 <sup>b</sup>	21,36 <sup>a</sup>	18,32 <sup>b</sup>	5,72

Letras minúsculas iguais na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de significância 5%.

\* Resultados expressos pela média da triplicata em base úmida.

**Tabela 2** – Teor de carotenoides ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) nas raízes de mandioca cozidas.

Cultivares	Carotenoides Totais ( $\mu\text{g g}^{-1}$ )	% IDR
Vassourinha	3,30 <sup>b</sup>	7
Gema de Ovo	12,01 <sup>a</sup>	28
BRS 399	13,14 <sup>a</sup>	30
BRS 396	12,57 <sup>a</sup>	29
CV (%)	7,74	

Letras minúsculas iguais na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de significância 5%.

IDR = Ingestão Diária Recomendada de  $\mu\text{g}$  por dia para crianças de 7 a 10 anos de idade. % IDR calculada sobre porção de 100 g de mandioca cozida pronta para o consumo.

\* Resultados expressos pela média da triplicata em base úmida.

**MATERIAL SUPLEMENTAR 1** - Ficha de avaliação sensorial com escala hedônica facial para crianças.

NOME: \_\_\_\_\_

IDADE: \_\_\_\_\_ ANOS

Marque a carinha que representa **O QUANTO VOCÊ GOSTOU OU DESGOSTOU DA MANDIOCA:**



Detestei

1



Não Gostei

2



Indiferente

3



Gostei

4



Adorei

5

O que você achou da **COR** da mandioca que provou?



Detestei

1



Não Gostei

2



Indiferente

3



Gostei

4



Adorei

5

Comentários: \_\_\_\_\_



### 3 DISCUSSÃO

Ao avaliarmos a composição físico-química das partições (raiz, haste, pecíolo e folha) da planta de sete cultivares de mandioca, sendo cinco cultivares de mesa e dois forrageiras, verificamos que há diferenças entre as cultivares nos teores de massa seca, proteína, cinzas, gordura e carboidratos. A folha foi a partição que apresentou a mais elevada concentração de proteína ( $\pm 25\%$ ), sendo similar entre os cultivares e de acordo com o encontrado na literatura (SILVA et al., 2009; MOTA et al., 2011). A partir desses resultados, surge a necessidade de buscarmos uma aplicabilidade. Nesse contexto, a elaboração de silagem de mandioca utilizando a parte aérea e as raízes é uma alternativa para complementar ou substituir parcialmente fontes alimentares de custo elevado. As silagens elaboradas com concentração 80/20 apresentaram maior teor de proteína em comparação com a concentração 70/30, tanto nas cultivares forrageiras como nas de mesa. As silagens elaboradas apresentaram características típicas de uma fermentação desejável, como cheiro agradável, cor clara e textura firme. Além disso, estão adequadas quanto ao teor de proteína, estando acima do nível mínimo de exigência para as dietas de ruminantes, que deve ser superior a 7% (VAN SOEST, 1994), sendo um importante alternativa para uso na alimentação animal.

Pelo fato da mandioca ser amplamente cultivada e consumida em todo o mundo, fatores agronômicos e nutricionais que possam interferir na qualidade de suas raízes devem ser estudados. Em relação a produtividade de raízes comerciais ( $t\ ha^{-1}$ ), não foi encontrado diferença significativa entre os níveis tecnológicos em nenhuma época de colheita. Isso provavelmente se deve ao solo da área experimental possuir altos teores dos nutrientes potássio, cálcio, magnésio e fósforo, caracterizando um solo com boa fertilidade, sendo assim, os níveis tecnológicos médio e alto não responderam a adubação aplicada. A produtividade de raízes aumentou de forma crescente com o atraso da colheita. A maior permanência das plantas na lavoura proporciona maior acúmulo e translocação de fotoassimilados para os órgãos de reservas, as raízes (TAIZ; ZIEGLER, 2013).

Em relação ao descascamento das raízes, verificou-se que tanto em terras altas como em terras baixas, que com a permanência das plantas na lavoura por mais tempo as raízes vão se tornando mais rígidas, o que dificulta o descascamento. A partir do tempo de cozimento foi possível observar que, as raízes dos experimentos conduzidos em de terras altas, independentemente do nível tecnológico cozinharam em tempo mais curto quanto comparadas as de terras baixas. Esses resultados podem ser explicados pela composição do solo, sendo que em solos menos férteis as raízes apresentam tempo de cozimento mais prolongado (LORENZI,

1994). Além disso, foi observado que o tempo de cocção está relacionado com a absorção de água pelas raízes. Quando a absorção de água foi acima de 30% as raízes cozinharam em menos tempo. Os níveis tecnológicos não tiveram influência no tempo de cozimento das raízes. Em relação a composição físico-química das raízes após a cocção, foi encontrado valores de umidade em torno de 65%, baixos teores de proteína (maioria menos de 1%), sendo o amido o componente majoritário ( $\pm 30\%$ ) das raízes de mandioca. Esses resultados eram esperados, devido a mandioca as raízes serem a parte da planta com função de armazenar carboidratos, sendo um alimento altamente energético, corroborando com a literatura (UNICAMP, 2011).

As aceitações sensoriais das raízes de mandioca foram superiores ao limite mínimo de aceitação nos atributos: aparência geral, cor, sabor, odor e textura, em todas as épocas de colheita e em todos os níveis tecnológicos. Esses resultados são de extrema importância, e demonstram que a adubação não é um fator que ocasiona rejeição das raízes por parte dos consumidores. Além disso, foi observado que o NTA, que possui as melhores práticas de manejo, apresentou os melhores índices de aceitação.

Por fim, além do já mencionado, cabe destacar a importância de intervenções que combinem agricultura e nutrição. Nesse contexto, a biofortificação de cultivares de mandioca é hoje uma alternativa promissora para minimizar problemas de deficiências nutricionais. As cultivares biofortificadas BRS 399 e BRS 396, bem como a cultivar Gema de Ovo, ambas de polpa amarela, apresentaram teores de carotenoides totais muito superiores a cultivar Vassourinha, de polpa branca. Quanto a aceitação das raízes de mandioca biofortificadas por crianças em fase escolar, foi verificado que a aceitação tanto para cor como aparência geral foi em torno de 80%, sendo necessário a realização de uma segunda análise sensorial, para atender os critérios da PNAE, e uma possível inserção das raízes de mandioca biofortificadas na alimentação escolar

## 4 CONCLUSÕES

A partir dos resultados encontrados pode-se concluir que as silagens de mandioca com concentração 80/20 apresentaram maiores teores de proteína do que na concentração 70/30 em virtude da maior concentração de parte aérea. Além disso, verificou-se que a silagem de mandioca elaborada a partir da mistura da parte aérea e raízes (70/30 e 80/20) é uma alternativa promissora para uso na alimentação animal, e permite aumentar a eficiência no uso de recursos das propriedades familiares.

Quanto maior a permanência das plantas na lavoura maior a produtividade ( $t\ ha^{-1}$ ), porém, os níveis tecnológicos não influenciaram a produtividade das raízes. O tipo de solo (terras altas e terras baixas) e os níveis tecnológicos (NTA, NTM, NTB) influenciaram a composição nutricional das raízes (umidade, proteína, cinzas, gordura, fibra bruta, amido resistente e amido total) sendo que o nível tecnológico alto apresentou tendência a maior acúmulo de proteína. Porém, a época de colheita não influenciou nas características físico-químicas das raízes.

Em terras altas o tempo de cozimento das raízes foi menor, sendo a absorção de água o principal indicador da qualidade de cozimento das raízes, quanto maior absorção de água menor o tempo de cozimento. A aceitação sensorial das raízes demonstrou maior aceitabilidade no sexto e no sétimo mês após o plantio, sendo que os avaliadores preferiram as raízes do nível tecnológico alto.

Os maiores teores de carotenoides foram encontrados nas cultivares biofortificadas e na cultivar Gema de Ovo, demonstrando potencial para uma futura inserção na alimentação de escolares.



## REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, D.D. et al. Nutritional evaluation of integral cassava root silages for growing pigs. **Animal Nutrition**, v.2, n.3, p.149-153, set, 2016.
- BENESI, I. R. M. et al. The effect of genotype location and season on cassava starch extraction. **Euphytica**, v.160, p.59-74, 2008.
- BEZERRA, F. P. A. Declínio da produção de mandioca: os impactos econômicos no município de Santa Izabel, estado do Pará. **Agroecossistemas**, v. 6, n. 1, p. 17-41.
- BILIADERIS, C.G. The structure and interactions of starch with food. **Canadian Journal of Physiology and Pharmacology**, v. 69, p.60-78, 1991.
- BOBBIO, F.O.; BOBBIO, P.A. **Introdução à Química dos Alimentos**. 2ed. São Paulo: Varela, 1995. 223 p.
- BORGES, M. F.; FUKUDA, W.M.G. Teor de cianeto em raízes frescas e processadas de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) de mesa. **Revista Brasileira de Mandioca**. Cruz das Almas, v.8, n. 2, p. 71-76, 1989.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Cadernos de Atenção Básica: Carências de Micronutrientes**. Unicef; Bethesda de Abreu Soares Schmitz. - Brasília: Ministério da Saúde, 2007. 60 p.
- BRASIL. Resolução nº 359, de 23 de dezembro de 2003. Dispõe do regulamento técnico de porções de alimentos embalados para fins de rotulagem nutricional. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 23 dez. 2003.
- BURNS, A. E.; GLEADOW, R.M.; ZACARIAS, A.M. et al. Variations in the chemical composition of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) leaves and roots as affected by genotypic and environmental variation. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.60, n.19, p. 4946-4956, 2012.
- CÂMARA, G. M. S.; GODOY, O. P. Desempenho vegetativo e produtivo de cultivares de mandioca (*Manihot Esculenta* Crantz) a partir de manivas com diferentes diâmetros. **Scientia Agrícola**, v. 55, n. 2, 1998.
- CARVALHO, C. A., et al. Consumo alimentar e adequação nutricional em crianças brasileiras: revisão sistemática. **Revista Paulista de Pediatria**, v. 33, n. 2, p. 211-221, 2015.
- CARVALHO, J.; NUTTI, M. R. **Biofortificação de produtos agrícolas para nutrição humana**. Embrapa Agroindústria de Alimentos - Resumo em anais de congresso (ALICE), 2013. In: REUNIÃO ANUAL DA SBPC,64., 2012, São Luís. Ciência, cultura e saberes tradicionais para enfrentar a pobreza. São Luís: SBPC: UFMA, 2012.
- CENI, G. C. et al. Avaliação de componentes nutricionais de cultivares de mandioca (*Manihot Esculenta* Crantz). **Alimentos & Nutrição**, v.20, n.1, p. 107-111, 2009.

CEREDA, M. P. **Tecnologia, usos e potencialidades de tuberosas amiláceas**. Ed. Fundação Cargill, v.3, 31 p. 2003.

COSTA, M.G.S. **Parâmetros para elaboração de mandioca pronta para consumo armazenada sob refrigeração**. 2005. 58 p. Tese (Doutorado em Tecnologia de Pós-colheita). Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, São Paulo, 2005.

COUTO, E. M. **Caracterização de cultivares de mandioca do semi-árido mineiro em quatro épocas de colheita**. 2013. 118 p. Tese (Doutorado em Ciência em Alimentos). Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, 2013.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Mandioca em números**. 2017. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/congresso-de-mandioca-2018/mandioca-em-numeros>> Acesso em: 25 nov. 2019.

FAGUNDES, L. K. et al. Desenvolvimento vegetativo em diferentes hastas da planta de mandioca em função da época de plantio. **Ciência Rural**, v.39, n.3, p.657-663, 2009.  
FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Production crop data**. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E> 2014>. Acesso em: 23 out. 2019.

FAO - **Save and Grow: Cassava. A Guide to Sustainable Production Intensification**. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 2013, p. 129.

FENIMAN, C. M. **Caracterização de raízes de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) do cultivar IAC 576-70 quanto à cocção, composição química e propriedades do amido em duas épocas de colheita**. 2004. 99 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

FERREIRA et al. **Análise sensorial: testes discriminativos e afetivos**. SBCTA, Campinas, 2000. 127p.

FRANCK, H. et al. Effects of cultivar and harvesting conditions (age, season) on the texture and taste of boiled cassava roots. **Food Chemistry**, v. 126, p. 127 – 133, 2011.

GALLIARD, J., BOWLER, P. Morphology and composition of starch. In: GALLARD, D. T., ed. **Starch properties and potencial**. Chichester: Willey, p. 55-78, 1987.

JARVIS, A. et al. Is Cassava the Answer to African Climate Change Adaptation? **Tropical Plant Biology**, v.5, n.1, p. 9-29, 2012

KANJU, E. et al. Varietal response of cassava root yield components and root necrosis from cassava brown streak disease to time of harvesting in Uganda. **Crop Protection**, v.120, p. 58–66, 2019.

KOUADIOA, O.K. et al. Water absorption as an evaluation method of cooking quality for yam (*Dioscorea alata*) and cassava (*Manihot esculenta crantz*). **Procedia Food Science**, v.1, p.153-159, 2011.

LATIF, S.; MÜLLER, J. Potential of cassava leaves in human nutrition: A review. **Trends in Food Science & Technology**, v.44, p. 147-158, 2015.

LORENZI, J. O. Variação na qualidade culinária das raízes de mandioca. **Bragantia**, v. 53, n. 2, p. 237-245, 1994.

MATTOS, P.L.P. **Práticas culturais na cultura da mandioca**. In: Otsubo. A.A., Mercante. F.M., Martins. C. de S. Aspectos do cultivo da mandioca em Mato Grosso do Sul. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, Campo Grande: UNIDERP, p. 127-146, 2002.

MAYEVES, H. A. et al. Microscopy and texture of raw and cooked cassava (*Manihot Esculenta* Crantz) roots. **Journal of Texture Studies**, v. 43, n.2, p. 164 – 173, 2012.

MOTA, Á. D. S. et al. Perfil de fermentação e perdas na ensilagem de diferentes frações da parte aérea de quatro variedades de mandioca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 7, p. 1466-1473, 2011.

NRC - National Academic Press. **Dietary Reference intakes: applications in dietary assessment**. Washington DC, National Academic Press, 2001

OLIVEIRA, M. A.; MORAES, P. S. B. Características físico-químicas, cozimento e produtividade de mandioca cultivar IAC 576-70 em diferentes épocas de colheita. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n. 3, p. 837-843, 2009.

ONU – Organizações das Nações Unidas. **World Population Prospects**. Disponível em: <<https://population.un.org/wpp/>>. Acesso em: 19 nov. 2019.

PADONOU, W.; MESTRES, C.; NAGO, M. C. The quality of boiled cassava roots: instrumental and relationship with physicochemical properties and sensorial properties. **Food Chemistry**, v.89, p. 261-270, 2005.

PEDRI, E.C.M. et al. Características morfológicas e culinárias de etnovarietades de mandioca de mesa em diferentes épocas de colheita. **Brazilian Journal Food Technology**, v. 21, e2018073, 2018.

PEREIRA, T.; HESSEL G. Deficiência de zinco em crianças e adolescentes com doenças hepáticas crônicas. **Revista Paulista de Pediatria**, v. 27, n. 3, p. 322 – 328, 2009.

PONTE, C. M. A. **Épocas de colheita de variedades de mandioca**. 2008. 109 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Bahia, 2008.

REIFSCHNEIDER, F. J. B. et al. **Uma pitada de biodiversidade na mesa dos brasileiros**. Brasília, DF, 2015. 156 p.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Update on natural food pigments - A mini review on carotenoids, anthocyanins, and betalains. **Food Research International**, v. 124, p. 200- 205, 2018.

SABATINI D R, SILVA K M, PICININ M E, DEL SANTO V R, SOUZA G B, PEREIRA C A M. Composição centesimal e mineral da alfarroba em pó e sua utilização na elaboração e aceitabilidade em sorvete. **Revista Alimentos e Nutrição**, v. 22, p.129-36, 2011.

SILVA, A. F. et al. . Produção de diferentes variedades de mandioca em sistema agroecológico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, n.1, p.33-38, 2009.

SOUZA, L. S., FARIAS, R. N. **Aspectos socioeconômicos e agronômicos da mandioca**. Cruz das Almas – BA. Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 817 p., 2006.

STAUT, L. A. **Resposta agronômica e econômica da cultura da mandioca a doses de composto orgânico**. Mato Grosso do Sul: Embrapa, 2012.

STRECK, N. A. et al. Effect of plant spacing on growth, development and yield of cassava in a subtropical environment. **Bragantia**, v. 73, n. 4, p. 407–415, 2014.

TAGLIAPIETRA, B. L. et al. **Mandioca para Alimentação Humana e Animal**. 1. ed. Santa Maria. Ed. GR, 2019. 104 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5.ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.

TALMA, S. V. et al. Tempo de cozimento e textura de raízes de mandioca. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.16, n.2, p.133-138, 2013.

TIRONI, L. F. et al. **Ecofisiologia da Mandioca Visando Altas Produtividades**. 1. ed. Santa Maria. Ed. GR, 2019. 136 p.

UFSM - UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA. **Manual de dissertações e teses da UFSM: estrutura e apresentação**. 1 ed. Santa Maria: Ed. da UFSM, 2017. 88 p.

UNICAMP - UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS. **Tabela brasileira de composição de alimentos - TACO**. 4. ed. rev. e ampl. Campinas: UNICAMP/NEPA, 2011. 161 p.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. New York: Cornell University, 1994. 476p.

WHO/FAO. **Guidelines on food fortification with micronutrients**. World Health Organization, Food and Agriculture Organization of the United Nations. Geneva: WHO Library; 2006.

## **ANEXOS**



**ANEXO 1** – Carta de aceite do artigo 1

[RAGROS] Decisão editorial

Rosana Quaresma Maneschy, <romaneschy@ufpa.br>

Qua, 11/12/2019 13:21

Sr. Alencar Junior Zanon,

Foi tomada uma decisão sobre o manuscrito submetido à revista Revista Agroecossistemas, "Teores de proteína em silagem de mandioca elaboradas a partir de cultivares de mesa e forragem".

A decisão é: O manuscrito foi ACEITO para publicação na RAGROS. Solicitamos que os autores fiquem atentos ao processo de edição de texto para publicação.

A RAGROS agradece a submissão.

Cordialmente,

Dra. Rosana Quaresma Maneschy  
Universidade Federal do Pará, NUMA  
romaneschy@ufpa.br  
Rosana Quaresma Maneschy

---

RAGROS - Revista Agroecossistemas  
<http://www.periodicos.ufpa.br/index.php/agroecossistemas>



**ANEXO 2** – Normas de submissão da Revista Bragantia**BRAGANTIA**ISSN 1678-4499 *versão online***INSTRUÇÃO AOS AUTORES****PREPARAÇÃO DE MANUSCRITOS**

Os autores devem digitar nos "Comentários ao Editor" uma carta de apresentação apresentando o trabalho e explicando a principal contribuição para as Ciências Agrárias. A carta deve indicar que o trabalho não foi submetido para publicação em nenhum outro local.

Os artigos e resenhas não devem exceder 25 páginas em espaço duplo (papel A4 com margens de 3 cm, fonte Times New Roman tamanho 12, páginas e linhas numeradas sequencialmente), incluindo tabelas e figuras. As Notas de Pesquisa não devem exceder 12 páginas, incluindo tabelas e figuras.

O texto deve ser digitado no programa Word (Microsoft) e em espaço duplo. As principais divisões do texto (Introdução, Métodos, Resultados e Discussão e Conclusões) devem estar em maiúsculas e em negrito. Notas científicas não possuem divisões.

O título do manuscrito deve refletir o conteúdo do trabalho e não deve conter legendas, abreviações, fórmulas ou equações e símbolos. O nome científico deve ser indicado no título apenas se a espécie for desconhecida.

Os nomes dos autores e co-autores devem ser incluídos no sistema on-line na mesma ordem em que aparecem no trabalho final. Por favor, não indique a autoria do trabalho no texto do manuscrito.

O resumo deve ter o objetivo da pesquisa de forma clara e concisa, os métodos brevemente e os resultados e conclusões mais relevantes. O resumo não deve exceder 250 palavras com frases curtas com conexão completa entre si. Não deve conter referências.

As palavras-chave não devem repetir as palavras do título e devem incluir o nome científico das espécies. As palavras devem ser separadas por vírgula e começar com letras minúsculas, incluindo o primeiro termo. Os autores devem apresentar de 3 a 6 termos, considerando que um termo pode ser composto por duas ou mais palavras.

A introdução não deve ter mais que duas páginas. Deve incluir a justificativa para a realização do trabalho, colocando a importância do problema científico. As informações contidas na

introdução devem ser suficientes para estabelecer claramente a hipótese da pesquisa. Os autores devem citar estudos recentes publicados em revistas científicas, mas a citação de obras clássicas é aceita. No último parágrafo da Introdução, os autores devem apresentar uma hipótese científica e o objetivo do estudo, o mesmo que o resumo.

Material e Métodos devem apresentar uma descrição das condições experimentais e dos métodos utilizados para que haja informações suficientes para repetir o trabalho. Fórmulas, expressões ou equações matemáticas devem ser iniciadas à esquerda da página. Inclua referências à análise estatística e relate sobre a transformação dos dados. A indicação da significância estatística deve ser a seguinte:  $p < 0,01$  ou  $p > 0,05$  ("p" em letras minúsculas).

Em Resultados e Discussão, os autores devem apresentar os resultados da pesquisa e discutí-los, a fim de relacionar as variáveis examinadas aos objetivos do estudo. A mera comparação dos resultados com os dados apresentados por outros autores não caracterizou a discussão deles. Os autores devem evitar especulações excessivas e os dados não devem ser apresentados em tabelas e figuras.

A Conclusão deve responder à questão abordada na pesquisa, confirmando ou não a hipótese do trabalho, de acordo com os objetivos. Os autores devem estar cientes de que a conclusão não é um resumo dos principais resultados.

Apenas as referências estritamente necessárias para a compreensão do artigo devem ser citadas, recomendamos cerca de 25 referências a artigos e notas científicas. A lista de referências deve começar em uma nova página.

As citações no texto devem sempre ser seguidas pelo ano de publicação. Quando dois autores forem citados, indique-os pelos sobrenomes separados por um e comercial "e"; Para mais de dois autores, indique o primeiro autor pelo sobrenome, seguido da expressão "et al."; se mais de um artigo do (s) mesmo (s) autor (es) no mesmo ano for citado, distingui-os usando letras minúsculas; por exemplo, Huber (1981) ou (Huber 1981); Steel e Torrie (1980) ou (Steel e Torrie, 1980); Haag et al. (1992) ou (Haag et al. 1992); e Haag et al. (1992 a, b).

As seguintes citações não serão aceitas: teses, dissertações, comunicações pessoais, relatórios não publicados e trabalhos publicados em anais de conferências.

As referências são padronizadas de acordo com os modelos mencionados abaixo. Devem estar em ordem alfabética dos autores e, nessa ordem, em ordem cronológica dos trabalhos; no caso de dois ou mais autores, separe-os por vírgulas e a palavra "e entre o segundo e o último autores; indique o nome de todos os autores, não use a expressão "et al."; os títulos dos periódicos devem ser escritos na íntegra; inclua apenas os trabalhos citados no texto, tabelas e / ou figuras da seguinte forma:

## a) Revistas

Rais, DS, Sato, ME e Silva, MZ (2013). Detecção e monitoramento de resistência de viagens *Frankliniella occidentalis* to inseticida espinosade. *Bragantia*, 72, 35-40. <http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052013005000018>.

## b) Livros e capítulos de livros

Miranda, JCC (2008). Cerrado: micorriza arbuscular, ocorrência e manejo. Planaltina: Embrapa.

Borém, A. e Miranda, GV (2009). Melhoramento de Plantas. Viçosa: Editora da UFV.

Huber, DM (1981). O papel dos nutrientes e produtos químicos. Em MJC Asher e PJ Shipton (Eds.), *Biology and control of take-all* (p. 317-341). Londres: Academic Press.

Quando absolutamente necessário para a compreensão do trabalho, tabelas e figuras devem ser mostradas no texto. A tabela ou figura e sua respectiva legenda devem ser auto-explicativas. Os títulos das tabelas e figuras devem ser claros e completos e incluir o nome (comum ou científico) das espécies e as variáveis dependentes. As figuras devem aparecer no final do texto. Foram consideradas figuras: gráficos, desenhos, mapas e fotografias utilizados para ilustrar o texto. Para figuras compostas, cada gráfico deve ser marcado com a inscrição "(a)" em minúsculas.

As tabelas não devem ter linhas verticais e, como as figuras, devem ser colocadas após a listagem de referências. As figuras e tabelas devem ser acompanhadas de sua legenda, com as unidades seguindo o Sistema Internacional de Unidades e posicionadas no topo das colunas nas tabelas. As magnitudes, no caso de unidades compostas, devem ser separadas por ponto central e uma indicação dos denominadores deve ser classificada em sobrescrito. Exemplos: ( $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), [ $\text{mg} (\text{g} \cdot \text{MS})^{-1}$ ].

**RECOMENDAÇÕES IMPORTANTES:**

- No caso de trabalhos envolvendo lavoura, o histórico da área deve ser informado.
- Sem mencionar o laboratório, departamento, centro ou universidade onde a pesquisa foi realizada.
- Trabalhos relacionados ao controle químico de pragas e doenças (com natural e sintético) e estudos envolvendo micropropagação e cultura de tecidos não serão considerados para publicação em *Bragantia*. No caso de reguladores de crescimento de plantas, bioestimulantes e outros produtos químicos, o trabalho deve necessariamente estabelecer uma hipótese bem

fundamentada, e o agente químico deve ser usado para testar a hipótese e responder à pergunta levantada no artigo.

- Os autores devem consultar a edição recente da *Bragantia* para o layout das tabelas e figuras.
- Na submissão on-line do trabalho, os nomes do autor e dos coautores devem ser inseridos no Sistema na mesma ordem em que aparecem no trabalho final. Não indique a autoria do trabalho no texto do manuscrito.
- A falha nos padrões exigirá o retorno do trabalho.

**ANEXO 3** – Normas de submissão da Revista Ciência RuralISSN 1678-4596 *versão online***INSTRUÇÕES AOS AUTORES**

Os artigos científicos, revisões e notas devem ser encaminhados via eletrônica e editados preferencialmente em idioma Inglês. Os encaminhados em Português poderão ser traduzidos após a 1º rodada de avaliação para que ainda sejam revisados pelos consultores ad hoc e editor associado em rodada subsequente. Entretanto, caso não traduzidos nesta etapa e se aprovados para publicação, terão que ser obrigatoriamente traduzidos para o Inglês por empresas credenciadas pela Ciência Rural e obrigatoriamente terão que apresentar o certificado de tradução pelas mesmas para seguir tramitação na CR.

**LIMITE DE PÁGINAS:**

Todas as linhas deverão ser numeradas e paginadas no lado inferior direito. O trabalho deverá ser digitado em tamanho A4 210 x 297mm com, no máximo, 25 linhas por página em espaço duplo, com margens superior, inferior, esquerda e direita em 2,5cm, fonte Times New Roman e tamanho 12. O máximo de páginas será 15 para artigo científico, 20 para revisão bibliográfica e 8 para nota, incluindo tabelas, gráficos e figuras. Figuras, gráficos e tabelas devem ser disponibilizados ao final do texto e individualmente por página, sendo que não poderão ultrapassar as margens e nem estar com apresentação paisagem.

Tendo em vista o formato de publicação eletrônica estaremos considerando manuscritos com páginas adicionais além dos limites acima. No entanto, os trabalhos aprovados que possuem páginas excedentes terão um custo adicional para a publicação (vide taxa).

**ESTRUTURA:**

O artigo científico (Modelo .doc, .pdf) deverá conter os seguintes tópicos: Título (Português e Inglês); Resumo; Palavras-chave; Abstract; Key words; Introdução com Revisão de Literatura; Material e Métodos; Resultados e Discussão; Conclusão; Referências e Declaração de conflito de interesses. Agradecimento(s) e Apresentação; Contribuição dos autores; Fontes de Aquisição; Informe Verbal; Comitê de Ética e Biossegurança devem aparecer antes das

referências. Pesquisa envolvendo seres humanos e animais obrigatoriamente devem apresentar parecer de aprovação de um comitê de ética institucional já na submissão. Alternativamente, pode ser enviado um dos modelos ao lado (Declaração Modelo Humano, Declaração Modelo Animal).

### **COVER LETTER:**

O preenchimento do campo "cover letter" deve apresentar, obrigatoriamente, as seguintes informações em inglês, exceto para artigos submetidos em português (lembrando que preferencialmente os artigos devem ser submetidos em inglês).

- a) What is the major scientific accomplishment of your study?
- b) The question your research answers?
- c) Your major experimental results and overall findings?
- d) The most important conclusions that can be drawn from your research?
- e) Any other details that will encourage the editor to send your manuscript for review?

### **TÍTULOS:**

Descrever o título em português e inglês (caso o artigo seja em português) - inglês e português (caso o artigo seja em inglês). Somente a primeira letra do título do artigo deve ser maiúscula exceto no caso de nomes próprios. Evitar abreviaturas e nomes científicos no título. O nome científico só deve ser empregado quando estritamente necessário. Esses devem aparecer nas palavras-chave, resumo e demais seções quando necessários.

As citações dos autores, no texto, deverão ser feitas com letras maiúsculas seguidas do ano de publicação, conforme exemplos: Esses resultados estão de acordo com os reportados por MILLER & KIPLINGER (1966) e LEE et al. (1996), como uma má formação congênita (MOULTON, 1978).

Nesse link é disponibilizado o arquivo de estilo para uso com o software EndNote (o EndNote é um software de gerenciamento de referências, usado para gerenciar bibliografias ao escrever ensaios e artigos). Também é disponibilizado nesse link o arquivo de estilo para uso com o software Mendeley.

### **REFERÊNCIAS:**

As Referências deverão ser efetuadas no estilo ABNT (NBR 6023/2000) conforme normas próprias da revista.

#### **1. Citação de livro:**

JENNINGS, P.B. **The practice of large animal surgery**. Philadelphia: Saunders, 1985. 2v.  
 TOKARNIA, C.H. et al. (Mais de dois autores) **Plantas tóxicas da Amazônia a bovinos e outros herbívoros**. Manaus: INPA, 1979. 95p.

**2. Capítulo de livro com autoria:**

GORBAMAN, A. A comparative pathology of thyroid. In: HAZARD, J.B.; SMITH, D.E. **The thyroid**. Baltimore: Williams & Wilkins, 1964. Cap.2, p.32-48.

**3. Capítulo de livro sem autoria:**

COCHRAN, W.C. The estimation of sample size. In: \_\_\_\_\_. **Sampling techniques**. 3.ed. New York: John Willey, 1977. Cap.4, p.72-90.

TURNER, A.S.; McILWRAITH, C.W. Fluidoterapia. In: \_\_\_\_\_. **Técnicas cirúrgicas em animais de grande porte**. São Paulo: Roca, 1985. p.29-40.

**4. Artigo completo:**

O autor deverá acrescentar a url para o artigo referenciado e o número de identificação DOI (Digital Object Identifiers), conforme exemplos abaixo:

MEWIS, I.; ULRICH, CH. Action of amorphous diatomaceous earth against different stages of the stored product pests *Tribolium confusum* (Coleoptera: Tenebrionidae), *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae), *Sitophilus granarius* (Coleoptera: Curculionidae) and *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Pyralidae). **Journal of Stored Product Research**, Amsterdam (Cidade opcional), v.37, p.153-164, 2001. Available from: <[http://dx.doi.org/10.1016/S0022-474X\(00\)00016-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0022-474X(00)00016-3)>. Accessed: Mar. 18, 2002. doi: 10.1016/S0022-474X(00)00016-3.

PINTO JUNIOR, A.R. et al (Mais de 2 autores). Response of *Sitophilus oryzae* (L.), *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens) and *Oryzaephilus surinamensis* (L.) to different concentrations of diatomaceous earth in bulk stored wheat. **Ciência Rural**, Santa Maria (Cidade opcional), v. 38, n. 8, p.2103-2108, nov. 2008 . Available from: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-84782008000800002&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782008000800002&lng=pt&nrm=iso)>. Accessed: Mar. 18, 2009. doi: 10.1590/S0103-84782008000800002.

SENA, D. A. et al. Vigor tests to evaluate the physiological quality of corn seeds cv. 'Sertanejo'. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 47, n. 3, e20150705, 2017 . Available from:

<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-84782017000300151&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782017000300151&lng=pt&nrm=iso)>. Accessed: Mar. 18, 2017. Epub 15-Dez-2016. doi: 10.1590/0103-8478cr20150705 (Artigo publicado eletronicamente).

#### 5. Resumos:

RIZZARDI, M.A.; MILGIORANÇA, M.E. Avaliação de cultivares do ensaio nacional de girassol, Passo Fundo, RS, 1991/92. In: JORNADA DE PESQUISA DA UFSM, 1., 1992, Santa Maria, RS. **Anais...** Santa Maria: Pró-reitoria de Pós-graduação e Pesquisa, 1992. V.1. 420p. p.236. (OBS.: tentar evitar esse tipo de citação).

#### 6. Tese, dissertação:

COSTA, J.M.B. **Estudo comparativo de algumas características digestivas entre bovinos (Charolês) e bubalinos (Jafarabad)**. 1986. 132f. Monografia/Dissertação/Tese (Especialização/ Mestrado/Doutorado em Zootecnia) - Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria. (OBS.: tentar evitar esse tipo de citação).

#### 7. Boletim:

ROGIK, F.A. **Indústria da lactose**. São Paulo: Departamento de Produção Animal, 1942. 20p. (Boletim Técnico, 20). (OBS.: tentar evitar esse tipo de citação).

#### 8. Informação verbal:

Identificada no próprio texto logo após a informação, através da expressão entre parênteses. Exemplo: ... são achados descritos por Vieira (1991 - Informe verbal). Ao final do texto, antes das Referências Bibliográficas, citar o endereço completo do autor (incluir E-mail), e/ou local, evento, data e tipo de apresentação na qual foi emitida a informação.

#### 9. Documentos eletrônicos:

MATERA, J.M. **Afecções cirúrgicas da coluna vertebral: análise sobre as possibilidades do tratamento cirúrgico**. São Paulo: Departamento de Cirurgia, FMVZ-USP, 1997. 1 CD. (OBS.: tentar evitar esse tipo de citação).

GRIFON, D.M. Arthroscopic diagnosis of elbow displasia. In: WORLD SMALL ANIMAL VETERINARY CONGRESS, 31., 2006, Prague, Czech Republic. **Proceedings...** Prague: WSAVA, 2006. p.630-636. Online. Available from:

<<http://www.ivis.org/proceedings/wsava/2006/lecture22/Griffon1.pdf?LA=1>>. Accessed: Mar. 18, 2005 (OBS.: tentar evitar esse tipo de citação).

UFRGS. **Transgênicos**. Zero Hora Digital, Porto Alegre, 23 mar. 2000. Especiais. Online. Available from: <<http://www.zh.com.br/especial/index.htm>>. Accessed: Mar. 18, 2001(OBS.: tentar evitar esse tipo de citação).

ONGPHIPHADHANAKUL, B. Prevention of postmenopausal bone loss by low and conventional doses of calcitriol or conjugated equine estrogen. **Maturitas**, (Ireland), v.34, n.2, p.179-184, Feb 15, 2000. Obtido via base de dados MEDLINE. 1994-2000. Online. Available from: <<http://www.Medscape.com/server-java/MedlineSearchForm>>. Accessed: Mar. 18, 2007.

MARCHIONATTI, A.; PIPPI, N.L. Análise comparativa entre duas técnicas de recuperação de úlcera de córnea não infectada em nível de estroma médio. In: SEMINARIO LATINOAMERICANO DE CIRURGIA VETERINÁRIA, 3., 1997, Corrientes, Argentina. **Anais...** Corrientes : Facultad de Ciencias Veterinarias - UNNE, 1997. Disquete. 1 disquete de 31/2. Para uso em PC. (OBS.: tentar evitar esse tipo de citação).

### **DESENHOS, GRÁFICOS E FOTOGRAFIAS:**

Desenhos, gráficos e fotografias serão denominados figuras e terão o número de ordem em algarismos arábicos. A revista não usa a denominação quadro. As figuras devem ser disponibilizadas individualmente por página. Os desenhos, as figuras e os gráficos (com largura de no máximo 16cm) devem ser feitos em editor gráfico sempre em qualidade máxima com pelo menos 300 dpi em extensão .tiff. As tabelas devem conter a palavra tabela, seguida do número de ordem em algarismo arábico e não devem exceder uma lauda.

Os conceitos e afirmações contidos nos artigos serão de inteira responsabilidade do(s) autor(es). Será obrigatório o cadastro de todos autores nos metadados de submissão. O artigo não tramitará enquanto o referido item não for atendido. Excepcionalmente, mediante consulta prévia para a Comissão Editorial outro expediente poderá ser utilizado.

Lista de verificação (Checklist .doc, .pdf).

Os artigos serão publicados em ordem de aprovação.

Os artigos não aprovados serão arquivados havendo, no entanto, o encaminhamento de uma justificativa pelo indeferimento.

Em caso de dúvida, consultar artigos de fascículos já publicados antes de dirigir-se à Comissão Editorial.

Todos os artigos encaminhados devem pagar a taxa de tramitação. Artigos reencaminhados (com decisão de Reject and Resubmit) deverão pagar a taxa de tramitação novamente. Artigos arquivados por decurso de prazo não terão a taxa de tramitação reembolsada.

Todos os artigos submetidos passarão por um processo de verificação de plágio usando o programa “Cross Check”.

**ANEXO 4** – Normas de submissão da Revista Anais da Academia Brasileira de CiênciasISSN 1678-2690 *versão online***INSTRUÇÃO AOS AUTORES**

Sempre que possível, os artigos devem ser subdivididos nas seguintes partes: 1. Primeira página; 2. Resumo (escrito em uma página separada, 200 palavras ou menos, sem abreviações); 3. Introdução; 4. Materiais e Métodos; 5. Resultados; 6. Discussão; 7. Agradecimentos, se aplicável; 8. Referências. Artigos de algumas áreas, como Ciências Matemáticas, devem seguir seu formato usual. Em alguns casos, pode ser aconselhável omitir a parte (4) e mesclar as partes (5) e (6). Sempre que aplicável, a seção Materiais e Métodos deve indicar o Comitê de Ética que avaliou os procedimentos para estudos em humanos ou as normas seguidas para a manutenção e tratamentos experimentais de animais.

**PREPARAÇÃO DOS MANUSCRITOS:**

Todas as partes do manuscrito devem ter espaço duplo. Após a aceitação, nenhuma alteração será feita no manuscrito para que as provas exijam apenas correções de erros tipográficos. Os autores devem enviar seu manuscrito apenas na versão eletrônica.

**Duração do manuscrito:**

Embora os trabalhos possam ter o tamanho necessário para a apresentação e discussão concisa dos dados, os trabalhos sucintos e cuidadosamente preparados são favorecidos tanto em termos de impacto quanto de legibilidade.

**Tabelas e ilustrações:**

Somente ilustrações de alta qualidade serão aceitas. Todas as ilustrações serão consideradas figuras, incluindo desenhos, gráficos, mapas, fotografias e tabelas com mais de 12 colunas ou mais de 24 linhas. Sua colocação provisória no texto deve ser indicada. O AABC não cobra as 5 primeiras figuras em preto e branco ou escala de cinza. Se os autores quiserem figuras coloridas em cópia impressa, pode ser gerado um custo para cada uma delas, bem como para cada figura em preto e branco ou em escala de cinza além de 5. Figuras que são publicadas em cores somente na versão online não gere custos adicionais.

**Figuras digitalizadas:**

As figuras devem ser enviadas de acordo com as seguintes especificações: 1. Desenhos e ilustrações devem estar no formato EPS (PostScript) ou AI (Adobe Illustrator) e nunca devem ser inseridos no texto; 2. Imagens ou figuras em escala de cinza devem estar no formato TIF e nunca serem inseridas no texto; 3. Cada figura deve ser salva em um arquivo separado; 4. As figuras devem ser submetidas em alta qualidade (resolução mínima de 300 dpi) no tamanho em que aparecerão no periódico, ou seja, 8 cm (uma coluna) ou 16,5 cm (duas colunas) de largura, com altura máxima para cada figura e legenda respectiva menor ou igual a 22 cm. As legendas das figuras devem ser enviadas em espaço duplo em uma página separada. Cada dimensão linear dos menores caracteres e símbolos não deve ser inferior a 2 mm após a redução; 5. Manuscritos em Matemática, Física ou Química podem ser digitados em, ou. Os arquivos TEX, PDF e BIB devem ser enviados e arquivos EPS, se houver algum número; 6. Manuscritos sem fórmulas matemáticas podem ser enviados em RTF, DOC ou DOCX.

**Primeira página:**

A primeira página do manuscrito deve apresentar os seguintes itens: 1. Título do artigo (o título deve ser curto, específico e informativo); 2. Nome completo do (s) autor (es); 3. Endereço profissional completo de cada autor (instituição, rua, número, CEP, cidade / município, estado, se aplicável, país, etc.); 4. Palavras-chave (quatro a seis em ordem alfabética); 5. Título em execução (até 50 caracteres); 6. Seção da Academia (uma de nossas 10 áreas) à qual o conteúdo do trabalho pertence; 7. Nome e endereço de e-mail do autor a quem toda a correspondência e provas devem ser fornecidas. Caso algum desses requisitos não seja atendido, podemos cancelar o envio do seu trabalho e solicitar correções.

**Agradecimentos:**

Estes devem ser incluídos no final do texto. Agradecimentos pessoais devem preceder os de instituições ou agências. Notas de rodapé devem ser evitadas; quando necessário, eles devem ser numerados. Agradecimentos a subvenções e bolsas de estudo e endividamento a colegas, bem como menção à origem de um artigo (por exemplo, tese) devem ser adicionados à seção Agradecimentos.

**Abreviações:**

As abreviações devem ser definidas na sua primeira ocorrência no texto, exceto as abreviações padrão oficiais. As unidades e seus símbolos devem estar em conformidade com os aprovados pela ABNT ou pelo Bureau International des Poids et Mesures (SI).

**Referências:**

Os autores são responsáveis pela precisão das referências. Os artigos publicados e os publicados podem ser incluídos. As comunicações pessoais (Smith, comunicação pessoal) devem ser autorizadas por escrito pelos envolvidos. As referências a teses, resumos de reuniões (não publicadas em revistas indexadas) e manuscritos em preparação ou submetidas, mas ainda não aceitas, devem ser citadas no texto como (Smith et al., Dados não publicados) e NÃO devem ser incluídas na lista de referências.

As referências devem ser citadas no texto como, por exemplo, 'Smith 2004', 'Smith e Wesson 2005' ou, para três ou mais autores, 'Smith et al. 2006'. Dois ou mais trabalhos do (s) mesmo (s) autor (es) no mesmo ano devem ser distinguidos por letras, por exemplo, 'Smith 2004a', 'Smith 2004b' etc. etc. As cartas também devem distinguir trabalhos de três ou mais autores com primeiro autor e ano de publicação. As referências devem ser listadas de acordo com a ordem alfabética do primeiro autor, sempre na ordem SOBRENOME XY em que X e Y são iniciais. Se houver mais de dez autores, use et al. após o primeiro autor. As referências devem conter o título do artigo. Os nomes dos periódicos devem ser abreviados sem pontos ou vírgulas. Para as abreviações corretas, consulte as listas dos principais bancos de dados nos quais a revista está indexada ou consulte a Lista Mundial de Periódicos Científicos. A abreviação a ser usada para os Anais da Academia Brasileira de Ciências é An Acad Bras Cienc.

Os exemplos a seguir devem ser considerados como diretrizes para as referências:

ALBE-FESSARD D, CONDES-LARA M, SANDERSON P E LEVANTE A. 1984a. Tentativa de explicação do papel especial desempenhado pelas áreas de projeção paleospinalâmica em pacientes com síndromes dolorosas de desafereciação. *Adv Pain Res Ther* 6: 167-182.

ALBE-FESSARD D, SANDERSON P, CONDES-LARA M, DELAND-SHEER E, GIUFFRIDA R E CESARO P. 1984b. A utilização da depressão envenenada por Leão para o estudo de relações entre estruturas centrais. *An Acad Bras Cienc* 56: 371-383.

CONHECE RG E MONCADA S. 1994. Óxido nítrico sintase em mamíferos. *Biochem J* 298: 249-258.

ID PINTO E SANGUINETTI YT. 1984. Gênero mesozoico Ostracode *Theriosynoecum* Branson, 1936 e validade de gêneros relacionados. *An Acad Bras Cienc* 56: 207-215.

DAVIES M. 1947. Um esboço do desenvolvimento da Science. *Thinker's Library*, n. 120. Londres: Watts, 214 p.

PREHN RT. 1964. Papel de imunidade em biologia de câncer. In: Conferência Nacional do Câncer, 5., Filadélfia. *Proceedings ...*, Filadélfia: JB Lippincott, p. 97-104.

UYTENBOGAARDT W E BURKE EAJ. 1971. Tabelas para identificação microscópica de minerais, 2<sup>a</sup> ed., Amsterdã: Elsevier, 430 p.

MADEIRA RW. 1974. Estudos de dicroísmo circular teórico de polipeptídeos: contribuições de curvas B. In: BLOUTS ER ET AL. (Eds), Peptídeos, polipeptídeos e proteínas, Nova York: J Wiley & Sons, Nova York, EUA, p. 338-350