

EFICIÊNCIA DE SECADORES ARTESANAIS AO SOL NOS NÍVEIS DE CONCENTRAÇÃO DE *AFLATOXINAS TOTAIS* NA MANDIOCA (*Manihot esculenta crantz*) DOCE E AMARGA

Castro Pedro Muhamale¹

¹MSc - Nutrição e Segurança Alimentar-Tecnologia de Alimentos; Pós-Graduação em Especialização em Segurança Alimentar e Nutricional – Área de conhecimento - Ciências Alimentares; Graduação-Engenharia Agropecuária- Especialidade Produção Vegetal.

Instituto Agrário de Bilibiza (IABil) – Moçambique: muhamale1986@gmail.com

Resumo

O objectivo de estudo é medir a eficiência dos secadores artesanais ao sol nos níveis de concentração de *aflatoxinas totais* (*AFLAT*) na mandioca (*Manihot esculenta Crantz*) doce e amarga. O experimento foi conduzido no Posto Agronómico Centro Zonal Nordesde (PAN/IIAM- CZNordeste), cidade de Nampula, ano 2023. Durante o estudo, foram identificadas duas variedades de mandioca, uma do tipo doce (VD1179) e outra amarga (VA129) com 11 meses de idade vegetativa. Foram colhidas 5, 6kg de raízes (VD1179) e 6,4kg de raízes (VA129), e antes de descasca para secagem as raízes foram analisadas sobre o conteúdo de *Aflatoxinas totais* (*AFLAT*/µg/kg). As restantes amostras de tipo de raízes de mandioca foram descascadas e distribuídas homogenicamente nos cinco tipos e técnicas de secadores artesanais ao sol, no delineamento inteiramente causalizado (DIC) com quatro repetições, nomeadamente: secadores artesanais ao sol na base de superfície do solo, capim, lona plástica de cor preto, copa feita de bambu, e copa de bambu dentro de tenda plástica de cor branca transparente. Amostra seca de mandioca doce e amarga foram analisadas níveis de concentração de *AFLAT* respeitando os padrões metodológicos de AOAC991:31, e seus dados foram submetidos ao Teste de comparação múltipla das médias de Tukey (ANOVA) considerado alfa ao nível de 5 % no programa *Software AgroEstat*. Antes de secagem, raízes de mandioca doce e amarga apresentaram conteúdos de concentração de *AFLAT* iguais a 4, 0 µg/kg contra 3,5 µg/kg. Depois de secagem os níveis de concentração *AFLAT* apresentam diferença entre os tipos de mandioca e nos tipos de técnicas ou secadores artesanais ao sol, nomeadamente: VD1179- 2,4µg/kg (*TASSS*₁) - 5,6µg/kg (*TASC*₂) - contra 4,6µg/kg (*SASCBdLPB*₅) - 110µg/kg (*SASC*₂) -VA129. Este estudo, além de permitir aferir níveis de concentração de *AFLAT* nos tipos de mandioca nas suas formas frescas e secas, as eficácias dos secadores artesanais ao sol nos níveis de concentração de *AFLAT* permitem servir de elementos de comparação níveis de limites deste tipo de *micotoxinas* aceites nos alimentos de consumo como mandioca padronizados pela FAO, OMS e em vigor nos diferentes países do mundo, e onde nas normas de Moçambique são aceites níveis de conteúdos de *AFLA* (µg/kg) até 10µg/kg.

Palavras-chave: *Secadores artesanais sol; Mandioca doce e amarga; Concentração de aflatoxinas totais.*

1. Introdução

A mandioca (*Manihot esculenta crantz*) é um alimento importante na segurança alimentar e nutricional, e proporciona rendimentos suplementares e oportunidades de emprego da maioria da população e principalmente de baixa renda dos diferentes países do mundo (JÚNIOR e ALVES, 2016). Em Moçambique, depois de milho, a raiz de constitui um dos principais alimentos mais cultivados e de garantia da segurança alimentar para mais de 50% da população da região Norte (CUAMBE e AVIJALA, 2019).

Segundo Abbas e Mosca (2021), as províncias de Nampula, Zambézia, Cabo Delgado e Inhambane são consideradas grandes produtoras de mandioca. As formas de consumo e utilidade da mandioca no mundo e particularmente em Moçambique é variável tendo em conta os hábitos e costumes de cada família, região, aspectos sócio cultural e económicas, tecnologias empregadas ao produto, objectivo da produção e parte da planta, com destaque no consumo fresca, assada, cozida, pó de farinha (xima), as folhas feitas de molho de caril, fins medicinais e combustível lenhoso (JÚNIOR e ALVES, 2016; CUAMBE e AVIJALA, 2019).

Com a crescente demanda no interesse deste alimento ao longo dos últimos anos, servindo como reserva alimentar nos períodos de escassez nas famílias rurais e como fonte de carboidratos, vitaminas e minerais, a raiz está sendo relacionada aos progressos de desenvolvimento tecnológico que permite sua transformação em diversos produtos derivados, desde massas de tapioca, farinhas e produção de álcool (JÚNIOR e ALVES, 2016; SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM. AGRO-INDÚSTRIA- SERNAR., 2018).

No entanto, os progressos de desenvolvimento tecnológico de produção de mandioca a nível dos agregados familiares dos países em via de desenvolvimento como Moçambique, pouco são expressivos, pois ainda permanece prática de tecnologias agrícolas tradicionais, incluindo má gestão de etapas de pós colheita e altos riscos contaminações dos alimentos em qualquer das etapas de produção e aos consumidores (SERNAR, 2018; CUAMBE e AVIJALA, 2019).

Dentre as contaminações que constitui um problema global associados à maioria dos produtos agrícolas e se traduzem em grandes perdas económicas, ocorrência de doenças e mortes dos produtores e consumidores de alimentos de diversas Nações como África nas últimas décadas, são as químicas ligadas as *micotoxinas*, que são compostos tóxicos, quimicamente diversos produzidos por algumas espécies fúngicas ou de contaminação natural, capazes de ser

inalados e absorvidos através da pele ou pelo consumo (UNIVERSIDADE et.al, 2021; CALORI, 2022).

Aliado a isso, um relatório do estudo para a USAID, sobre a avaliação da relação entre a exposição à *micotoxinas* e a desnutrição crônica em crianças dos 6 aos 59 meses em 10 distritos na Província de Nampula, Moçambique, destacou que várias culturas cultivadas e de consumo familiar como milho, mandioca, amendoim, arroz e castanha, são de fácil contaminação por *micotoxinas* em qualquer das etapas de cultivo e transformação (UNIVERSIDADE et.al, 2021).

Dentre os grupos de *micotoxinas* que frequentemente estão associadas à concentração e contaminação dos alimentos, causando sérios problemas de ordem económica nos diversos sectores e com impactos sobre a alimentação e saúde humana são do tipo *Aflatoxinas totais* (*AFLAT-a mais tóxica e letal em humanos e animais*), *Ocratoxina*, (*OTA*), *Zearalenona* (*ZON*), *desoxinivalenol* (*DON*), e *fumonisin* (*FUMO*), (UNIVERSIDADE et.al, 2021; BRAZ, 2021).

As *aflatoxinas* conferem riscos significativos para o desenvolvimento de patologias no homem como, cancro do fígado, danos de rins e perda de peso (CALORI, 2022; BRAZ, 2021). Com tudo, ainda que a produção de *aflatoxinas* seja dependente do crescimento fúngico, a concentração destas substâncias tóxicas, perda de qualidade e riscos de saúde dos alimentos podem ocorrer em qualquer etapa de produção como a de pós colheita, relacionado pelo atraso na secagem, tipos de tecnologias empregadas de secagem, processamento, transporte, armazenamento, no comércio (CALORI, 2022; BRAZ, 2021), factores de clima, insectos e roedores, bem como aderência de alimentos com poeiras e pedras (CALORI, 2022; BRAZ, 2021).

O seguimento de todas as etapas de processo de produção dos alimentos, (UNIVERSIDADE et.al, 2021; BRAZ, 2021) e ou definição de limites de conteúdos e tolerância destas toxinas nos alimentos destinados ao consumo humano e animal, são dentre as acções dados pelos diversos países do mundo (UNIVERSIDADE et.al, 2021; BRAZ, 2021). Porém, sabe-se que uma tecnologia adequada de produção e transformaçãodos alimentos, é aquela que resulta com mínimos danos e riscos de contaminação do produto e saúde ao consumidor final (CELESTINO, 2010; VILAR, 2022). Neste contexto, pouco são as informações que quantificam de forma clara os níveis de concentrações dos compostos tóxicos de *aflatoxinas totais* resultantes ao fim do processo de secagem artesanal ao sol de raízes de mandioca. Assim, a presente pesquisa, portanto, pretende

aferir a eficiência dos secadores ou superfícies artesanais de secagem sol, nos níveis de concentração de *aflatoxinas totais (AFLAT)* na mandioca (*Manihot esculenta Crantz*),

2. Material e Métodos

2.1. Tipo de pesquisa

Desenvolveu-se uma pesquisa experimental com abordagem quantitativa em torno da análise de concentrações de *aflatoxinas* em mandioca (*Manihot esculenta crantz*) submetida as técnicas artesanais de secagem ao sol.

2.2. Local e período de estudo

O experimento foi conduzido no Posto Agronómico de Nampula (PAN), cidade de Nampula, no ano de 2023

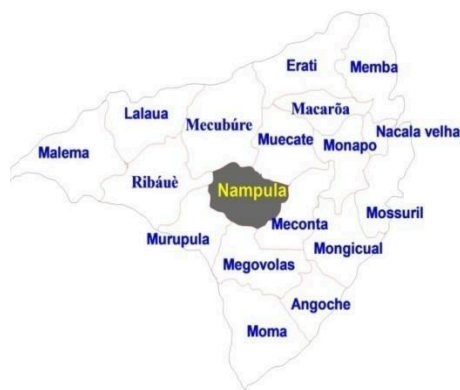


Figura 1. Mapa do distrito de Nampula



Figura 2. Mapa de localização Posto Agronómico de Nampula (IIAM/PAN)

2.3. Delineamento Experimental

Durante a pesquisa foram estabelecidos dois experimentos com Delineamentos Inteiramente Causalizado, sendo um para secagem de raízes de mandioca de tipo doce (VD1197) e outro para secagem de raízes de amndioca amrga (VA129). Ambos DICs eram constituídos de cinco técnicas artesanais de secagem ao sol (Tratamentos) com quatro repetições (CARGNELUTTI, DELINEAMENTO INTEIRAMENTE CAUSALIZADO, 2016), (LEITE, 2017).

2.3.1. Técnicas artesanais de secagem ao sol de estudo

As cinco técnicas ou superfícies artesanais de secagem ao sol analisadas sobre níveis de concentração de *Aflatoxinas* nos tipos de mandioca são, nomeadamente: Secador artesanal ao sol na base directa do solo *SASS*); secador artesanal ao sol sobre na base de capim (*SASC*); secador artesanal ao sol na base de lona plástico de cor preta (*SASLP*); secador artesanal ao sol na copa de bambus (*SASCB*); e secador artesanal ao sol na base de copa de bambus dentro duma tenda de lona plástica transparente/branco- (*SASCBdLPB*), no apêndice 6.1.

2.3.2. Obtenção de amostra de secagem

Foram identificados dois tipos e variedades de mandioca, uma de tipo doce (VD1197) e outra do tipo amarga (VA129). Os tipos de mandioca foram cultivados nos solos arenoargiloso com preparo do solo mecanizado. O plantio das variedades foi no mês de Janeiro de 2023, num compasso quadrangular (1mx1m) num sistema de cultivo a sequeiro.

Outras informações registadas são sobre a ocorrência da doença virosa (*listrado castanho da mandioca*), no campo de cultivo (IIAM, 2023). Além disso, o rendimento de colheita chega a atingir 20-36ton/ha, sendo que as principais formas de secagem da raiz de mandioca nas áreas rurais de Moçambique e particularmente do distrito de Nampula é pela forma natural (sol) sobre a base de capim (IIAM, 2023).

A colheita das amostras de raízes de tipos de mandioca foi com 11 meses (IIAM, 2023), em duas etapas, a primeira através poda das plantas das manivas (30 cm acima do nível do solo), e a segunda etapa pelo arranque das raízes com ajuda duma enxada (IIAM, 2019; VIDIGAL et.al, 2022).

Ao todo, foram colhidas 12 kg de raízes de mandioca, cerca de 5, 6kg de mandioca doce e 6,4kg de mandioca amarga. Algumas raízes colhidas de variedade doce (VD1197) e amarga (VA129), apresentavam ataque da doença *Listrado castanho da mandioca*-CBSD (JORNAL EKWELI, 2024; VIDIGAL et.al, 2022; PERUCH e JÚNIOR, 2018).

2.3.3. Descasca de amostras de mandioca

Antes de descasca, foram extraídas 0,933 kg de amostras frescas de mandioca doce e 1,066kg mandioca amarga e analisadas sobre total de conteúdo teores água através de humidade (% *H.b.u*) e *Aflatoxinas totais* (AFLAT/ μ g/kg). As restantes quantidades de mandioca doce (4,665kg) e amargas (5, 33kg) foram descascadas com auxílio duma faca higienizada.

O descasque foi realizado com uma faca higienizada, e dependendo do tamanho as raízes de mandioca eram divididas ou rachadas ao meio em tamanhos normais (VIDIGAL et.al, 2022). Fim do processo de descasque, as raízes de cada tipo de mandioca foi distribuído de forma homogênea por técnica artesanal de secagem ao sol por cada DIC, dando assim o início do processo de secagem das amostras. As raízes não foram submetidas a imersão em solução de

ácido cítrico e hipoclorito de sódio para fins de tratamentos de reações enzimáticas e ações microbiológicos (CALORI, 2022; BRAZ, 2021).

2.3.4. Maneio de amostras de secagem

A homogeneidade do processo de secagem das raízes era controlada primeiramente mediante o reviramento das raízes de mandioca a cada duas horas. Ao longo do processo de secagem as raízes eram reviradas três vezes por dia (JUAREZ, et.al, 2018), e ao entardecer, as raízes de mandioca eram juntas e protegidas com material similar do tipo de material de secador. Também quando era registado ou verificado céu nublado e ocorrência de chuvas, as raízes eram retiradas do secador para lugar seguro (JUAREZ, et.al, 2018). Foram medidos e registrados dados médios climáticos decorrentes no ambiente de secagem, como a temperatura (37,5°C), precipitação (6,9 mm), pressão atmosférica (68,9%), e velocidade horizontal média diária do vento (km/h), nomeadamente, 5,4km/h no sentido norte, 2,0km/h no sentido sul, 3km/h no sentido leste e 1,5km/h para oeste (IIAM, 2023).

As modificações e alterações decorrentes nas amostras de secagem registadas foram, ataque de pragas (formigas), aderência de areias, poeiras e formação de mofos nas amostras de tipos de raízes nos tipos de secadores.

2.3.5. Período de secagem de amostras de tipos de mandioca (doce e amarga)

O período de secagem de amostras de tipos de mandioca (doce e amarga), foi determinado primeiramente pelo controlo e determinação do ponto de equilíbrio de secagem de raízes de tipo de mandioca (*PESRM*), e seguida pela determinação do período de secagem das raízes de tipo de mandioca (*PSRM*) por respectiva técnica artesanal ao sol de estudo (JUAREZ, et.al, 2018).

A determinação do ponto de equilíbrio de secagem de raízes de tipo de mandioca (*PESRM*), foi determinado primeiro mediante as pesagens que eram feitas nas quatro repetições de secagem de amostras do tipo de mandioca na respectiva técnica de secagem, e era feita a cada dois em dois dias.

Das quatro pesagens feitas nas respectivas repetições da técnica de secagem do tipo de mandioca, quando eram observados e achados pelo menos três valores iguais ou idênticos, assim, era considerado atingido *PESRM* (JUAREZ, et.al, 2018).

Por fim, o *PSRM* por respectiva técnica artesanal ao sol de estudo foi achado através da contagem de totais de dias (do primeiro dia de início de secagem até o dia que foi completado o ponto de equilíbrio de secagem das raízes de mandioca na respectiva técnica de secagem).

2.3.6. Principais variáveis de estudo nos tipos de mandioca (doce e amarga)

As principais variáveis de estudo nos tipos de mandioca (doce e amarga), na forma de apresentação frescas (antes de secagem) e secas (depois de secagem nas técnicas artesanais), no IIAM-CZnd, cidade de Nampula inclui sobretudo, o total de teor hídrico através de humidade nas amostras fresca (%*H.b.u*) e amostras na forma seca (%*H.b.s*), actividade de água (*aw*) em amostras de formas secas e níveis de concentração de *Aflatoxinas totais* (*AFLAT*/µg/kg) de amostras mandioca fresca e seca. (AADMPOV, 2009; JOSÉ & WALTER, 2015).

2.3.7. Análise laboratorial das variáveis de estudo

Depois de completado processo de secagem, cada tipo de mandioca e por respectiva repetição da técnica de secagem (4 repetições), foram extraídas cerca de 200g por técnica de secagem e 50g por repetição da técnica e levadas para o laboratório do Centro de Estudos Interdisciplinar Lúrio (CEIL) para efeitos de análise das variáveis categóricas aplicando cerca de 25g (AADMPOV, 2009; JOSÉ & WALTER, 2015).

A confirmação e quantificação do conteúdo total das variáveis de estudo, foram achados e determinados pelos métodos analíticos quantitativos do tipo *Estufa*, aparelho *Simart Water Activity Meter, Model N^oHD-3A* e *Fluorométrico*, respeitando os padrões metodológicos de AOAC991:31 (*Association of Official Analytical Chemists*), em vigor no Laboratório de Qualidade e Segurança Alimento (LQSA) do CEIL (CEIL, 2024).

2.3.8. Tratamento e análise estatística dos dados das variáveis de estudo

O tratamento e análise estatística dos dados das variáveis de estudo achado em amostras de tipos de mandioca, nas suas formas de apresentação (frescas e secas), foi feito no programa *Software* Estatístico denominado *Sistema para Análises Estatísticas de Ensaios Agronómicos* (*AgroEstat*) permitindo organizar e agrupar os dados em tabelas desde a média geral, valores máximos, mínimos (JOSÉ & WALTER, 2015).

O *AgroEstat* é frequentemente usado para organização e tratamento dos dados de pesquisa experimentais agrícolas e que envolvem diferentes tratamentos e variáveis categóricas (BUSSAB et.al, 2010; JOSÉ & WALTER, 2015). A comparação dos valores médios das variáveis e verificação da existência de efeitos significativos foi aplicado o Teste de comparação múltipla das médias de Tukey (ANOVA) considerado alfa ao nível de 5 % (0,05%) de significância e intervalo de confiança de 95% no mesmo programa *Software AgroEstat* (BUSSAB et.al, 2010).

2.3.9. Critérios de inclusão, exclusão e considerações éticas e legais

Durante a condução do experimento foram considerados como critérios de inclusão sobretudo de amostras extraídas de variedades de mandioca doce (VD1197) e amargas (VA129) produzida e colhidas nos campos de demonstração de resultados do IIAM - CZnd, e resultantes do processo de secagem artesanal ao sol nas cinco superfícies envolvidas no estudo.

Amostras e qualquer outro tipo de variedades de mandioca, mesmo que submetidas ao processo de secagem, mas que não sejam partes das amostras e tipos de mandioca colhidas no IIAM – CZnd, bem como não resultante do processo de secagem das cinco superfícies de secagem de estudo, foram consideradas como dados e elementos despropriadados (excluídos) do estudo.

Além disso, a pesquisa tomou em considerações éticas e legais, onde o protocolo que culminou para elaboração o desenvolvimento da Dissertação do pesquisador foi aprovado pelo Comitê Institucional de Bioética e Saúde da UniLúrio (Ref. 09/Abril/CIBSUL/18), no anexo 6.1, em vigor nas normas curriculares de Graduação e Pós-Graduação na UniLúrio (FCS).

3. Resultados e Discussão

3.1. Níveis de concentrações de *aflatoxinas totais* (AFLAT) achados na mandioca (*Manihot esculenta crantz*) antes e depois de submetidas a secagem ao sol nos secadores artesanais no PAN/2023

Os níveis de concentrações de *aflatoxinas totais* achados nos tipos de mandioca (*Manihot esculenta crantz*) antes e depois de submetidas a secagem nos secadores artesanais ao sol, no PAN-IIAM-CZnd/2023, cidade de Nampula, estão apresentados na tabela 1 e 2 abaixo.

De acordo com os resultados de análises de variância feitas entre as médias das variáveis de estudo, os dados de valores de %*H.b.u* de amostras frescas (antes de secagem) de mandioca

variedade doce (VD1179) e amostras frescas de mandioca variedade amarga (VA129) suas médias são iguais de 60 % e 61% (Tabela 1 e 2), respectivamente.

Estes valores totais de teores humidade achados nos tipos de mandioca nas suas formas frescas permitem mensurar de forma quantitativa e percentual o total de humidade (água) ligada a estrutura do alimento ou no tipo de mandioca doce como no tipo de mandioca amarga

Tabela 1. Níveis de concentrações de *aflatoxinas* totais na mandioca doce (VD1179), 2023.

Níveis de concentrações dos compostos tóxicos de <i>aflatoxinas</i> totais de mandioca doce (VD1179)							
Técnicas artesanais de secagem ao sol (SASM)		Amostras Frescas (AS)		Amostras Secas (AS)			
		%H.b.u	AFLAT (µg/kg)	%H.b.s	aw	D/PS	AFLAT (µg/kg)
SASSS		60 a	4,0a	5,1d	0,900a	7,0d	2,4d
SASC		60 a	4,0 a	5,7 cd	0,883b	11,0 b	5,6a
SASLP		60 a	4,0 a	8,0 a	0,880bc	9,0 c	4,4b
SASCB		60 a	4,0 a	7,0 b	0,866c	13,0 ab	4,8ab
SASCBdLPB		60 a	4,0 a	6,3 bc	0,831d	13,0 ab	3,5c
Fator	-análise de variância (F)	0,0	0,0	29,70**	75,88**	5,20**	43,06**
Média geral (MG)		60	4,0	6,42	0,83	0,08	4,14
Desvio padrão (σ)		0,0	0,0	0,41	0,00	0,01	0,37

Coeficiente de Variação (CV)	0,0	0,0	6,45	1,01	12,32	9,07
------------------------------	-----	-----	------	------	-------	------

NS= não significativo, * =significativo a 0,05% e **= significativo a 0,01%. F= fator (analise de variância).

SASM- Secadores artesanal ao sol de mandioca; **SASS-** Secador artesanal ao sol na base directa do solo; **SASC-** Secador artesanal ao sol sobre na base de capim; **SASLP-** Secador artesanal ao sol na base de lona plastico de cor preta; **SASCB** - Secador artesanal ao sol na copa de bambus; **SASCBdLPB** - Secador artesanal ao sol na base de copa de bambus dentro duma tenda de lona plástica transparente/branco.

Tabela 2. Níveis de concentrações de *aflatoxinas totais* na mandioca amarga (VD129), 2023.

Níveis de concentrações dos compostos tóxicos de <i>aflatoxinas totais</i> de mandioca amarga (VD129)						
Tcnicas artesanais de secagem ao sol (SASM)	Amostras Frescas (AS)		Amostras Secas (AS)			
	%H.b.u	AFLAT (µg/kg)	%H.b.s	aw	D/PS	AFLAT (µg/kg)
SASSS	61 a	3,5 a	6,6a	0,816b	7,0d	8,9c
SASC	61 a	3,5 a	7,0a	0,873a	9,0 c	110a
SASLP	61 a	3,5a	6,4ab	0,858a	11,0 b	7,7c
SASCB	61 a	3,5 a	6,1ab	0,779c	9,0 c	38b
SASCBdLPB	61 a	3,5 a	5,6b	0,827b	13,0 a	4,6d
Fator -analise de variância (F)	0,0	0,0	6,42**	75,88**	127,17**	13150,44* *
Média geral (MG)	61	3,5	6,34	0,83	10,0	33,84
Desvio padrão (σ)	0,0	0,0	0,41	0,00	0,39	0,77
Coeficiente de Variação (CV)	0,0	0,0	6,56	1,01	4,01	2,30

NS= não significativo, * =significativo a 0,05% e **= significativo a 0,01%. F= fator (analise de variância).

Mesmas letras na coluna não há diferenças significativas pelo teste de Tukey (0,05%). **SASM-** Secadores artesanal ao sol de mandioca; **SASS-** Secador artesanal ao sol na base directa do solo; **SASC-** Secador artesanal ao sol sobre na base de capim; **SASLP-** Secador artesanal ao sol na base de lona plastico de cor preta; **SASCB** - Secador

artesanal ao sol na copa de bambus; **SASCBdLPB** - Secador artesanal ao sol na base de copa de bambus dentro duma tenda de lona plástica transparente/branco.

Segundo “Mandioca-conheça as variedades e curiosidades, e principais variedades de mandioca recomendadas para o norte, nordeste e centro - sul do Brasil” (2023), dependendo do tipo de variedade de mandioca, ambiente, manejo de cultivo e idade de colheita, as proporções de teores de humidade em farináceos com mandioca chega a ser superiores a 60% (68%), e partir de 65% as raízes de mandicoo podem tornam-se mais instável microbiologicamente e susceptível a deterioração num curto período de tempo (CHISTÉ et. al, 2006).

Na mesma tabela (1 e 2) são verificados efeitos diferenciados entre os valores de teores de humidade achados nas amostras secas (%*H.b.s*), isto depois de amostras de mandioca doce e amarga passar do processo de secagem nos tipos de secadores artesanais ao sol.

Valores de %*H.b.s* (VD1179) variaram entre 5,1%*d* (*SASSS₁*) - 8, 0%*a* (*SASLP₃*) num período de secagem entre os secadores entre 7 dias (*SASSS₁*) – 13 dias (*SASCB₄*/*SASCBdLPB₅*). Amostras de mandioca amarga (VD129) as %*H.b.s* variaram de 5,6%*b* (*SASCBdLPB₅*) -7,0%*a* (*TASC₂*) nos mesmos intervalos de período de secagem de 7 dias (*SASSS₁*) – 13 dias (*SASCBdLPB₅*).

Apesar de verificar-se diferenças significativa entre valores percentagem de teores de humidade entre as amostras secas de mandioca doce e amarga nos tipos de secadores ou técnicas de secagem artesanal ao sol, pode-se dizer que os tipos de secadores apresentam valores dentro dos intervalos admissíveis em raízes de mandioca secas, que são em torno de 2,3% - 13% (CHISTÉ et. al, 2006).

Entretanto, as diferenças de teores de humidade nos alimentos depende do tipo e variedade da cultura, total de percentagem de humidade constituintes nas suas estruturas antes de secagem (SOUZA et al, 2008), tipos de técnicas e superfícies de secadores envolvidas no processo, período (dias) de secagem (SEBASTIÃO, 2023), bem como variações de factores de climáticos como de temperatura, humidade relativa e fluxo de vectores de ventos registrados no local e ambiente de secagem (CLIMA EM NAMPULA, 2023; CLIMA E CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS MÉDIAS EM NAMPULA NO ANO TODO MOÇAMBIQUE, 2023).

Durante a secagem os dados climaticos registrados no ambiente compreendeu entre 32 °C - 37,5°C (Temperatura), contra 65%- 81% (humidade relativa do ambiente), e velocidade horizontal do vento (km/h) diário de 5,4km/h sentido norte, 2,0km/h sentido sul, 3km/h sentido leste e 1,5km/h sentido oeste.

Temperaturas similares do tipo de clima tropical, dificultam o controlo do processo de secagem artesanal e principalmente de teores de humidade do produto final variável com o tempo de secagem e durante o armazenamento do produto (CLIMA E CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS MÉDIAS EM NAMPULA NO ANO TODO MOÇAMBIQUE, 2023). Paz. et al , (2020), já evidenciaram teores de humidades similares em sete amostras de farinha de mandioca seca comercializada no mercado municipal em Campo Grande-Brasil, entre 5,40% (F1) - 7,92% (F5).

Também ao fim do processo de secagem nos tipos de mandioca (Tabela 1 e 2), foram quantificadas as quantidades totais de água livre ou actividade de água (*aw*), que correspondem ao total de água que está livre e capaz de estar envolvida com as moléculas constituintes do alimento, processos enzimaticos e multiplicação microbiologica.

Os resultados mostram valores variados entre os secadores nos tipos de mandioca, ou seja, *SASCBdLPB5* (0,831*d*) - *SASS₁* (0, 900*a*) nas amostras de mandioca variedade doce (VD1179), contra 0,779 (*SASCB_{4c}*) - *SASC₂* (0,873 *a*) observados na mandioca amarga (VA129).

Estudo de Laís Tiemi Ono (2020) sobre avaliação da micobiota e determinação de *aflatoxinas* na mandioca (*Manihot esculenta crantz*), encontrou valores de actividade de água (*aw*) em raízes de mandioca seca superiores entre 0,922 - 0,996*aw*, e em amostras de farinhas de mandioca do tipo polvilho azedo entre 0,677 - 0,082 *aw* e nas amostras de goma entre 0,979 - 0,997*aw*.

Os valores de actividade de água são bastante variáveis nos tipos de alimentos. A título disso, as frutas secas apresentam valores de *aw* entre 0,60-0,75, mel 0,60 *aw*, leite em pó 0,20 *aw*, e os tipos de farináceos entre 0,60 a 0,85 *aw* (CHISTÉ, 2006; CARLOS; SOUZA et.al, 2008). As diferenças nos tipos de mandioca, técnicas artesanais de secagem de estudo, composição de teores de humidade dos tipos de mandioca (forma fresca), períodos de secagem (dias) e factores do clima registado no local de secagem (*T^o* e *HR*), podem influenciar nos valores de

água livre nos alimentos (CHISTÉ, 2006; SOUZA et.al, 2008). Também, alimentos frescos com teores de humidade alta podem se manifestam com menores teores de água livre (*aw*) ao fim do processo de transformação como secagem, quando comparado de alimentos que contém baixa humidade inicial para valores de actividade de água alta (CHISTÉ, 2006), como observado de amostras frescas de mandioca amarga (61%) contra valores iniciais de água baixos achados na mandioca doce (60%).

Segundo Souza et.al, (2008), achar valores altos do parâmetro actividade de água poderá ser característico aos processos de secagem envolvidos e principalmente quando são de tipo artesanal, que apresenta limitado controlo de factores bióticos e abióticos como a exposição de insectos e roedores ao alimento, temperatura, humidade relativa, vectores de ventos ou fluxo do ar no interior das superfícies de secagem, aderência a poeiras e pedras, em comparação as tecnologias de secagem convencionais (SEBASTIÃO, 2022; SOUZA et.al, 2008).

Portanto, o parâmetro actividade de água por se considerar como uma propriedade fundamental de controlo total de água que estaria susceptível a diversas reacções químicas, enzimáticas e de desenvolvimento de microorganismos, sua determinação permitirá a garantia da qualidade e conservação dos alimentos por longo período de tempo (SOUZA et.al, 2008).

Em relação aos níveis de concentração de *aflatoxinas* totais (*AFLAT*) achados de amostras frescas de mandioca doce (VD1197), tabela 1, é possível verificar valores achados iguais a 4, 0 $\mu\text{g/kg}$. Depois de secagem, os resultados de *AFLAT* no tipo de mandioca e nas respectivas técnicas de secagem ou tipos de secadores apresentaram diferenças significativas, variados entre 2,4 $\mu\text{g/kg}$ (*SASS₁*) - 5,6 $\mu\text{g/kg}$ (*SASC₂*).

No caso de amostras de mandioca amarga (VA129), antes de secagem apresentaram níveis de concentração de *AFLAT* iguais a 3,5 $\mu\text{g/kg}$, sendo que depois de secagem, as altas concentrações de *AFLAT* são observados no secador artesanal ao sol a base de capim (*SASC₂*) ou 110 $\mu\text{g/kg}$, seguida do *SASCB₄* (38 $\mu\text{g/kg}$). O *SASCBdLPB₅* obteve menor valores de *AFLAT* (4,6 $\mu\text{g/kg}$) neste tipo de mandioca.

Com base nos resultados apurados, pode-se dizer que o método *Fluorometria* usado para quantificação de *AFLAT* foi eficaz ao conseguir determinar níveis diferenciados de *aflatoxinas totais* nos tipos de mandioca (doce e amargas), nas suas formas de apresentação (frescas e secas) e nos tipos de secadores ou superfícies de secadores artesanal ao sol (secador

artesanal ao sol na base de solo, capim, lona plástico de cor preto, na copa ou prateleira feita de bambus, e na copa de bambo dentro de tenda plástico de cor branco).

É possível ainda perceber do presente estudo que a contaminação das raízes de tipos de mandioca por *aflatoxinas totais* teve início antes de secagem, e provavelmente a contaminação poderá estar relacionada no ambiente de cultivo (BEATRIZI, IDJANE SO, MARTA, 2010).

Depois de secagem, as diferenças de níveis de contaminação podem estar relacionadas não só pelos tipos de secadores e superfícies de secagem de estudo, mas também podem estar associados aos factores de clima como de temperatura ambiente registrados durante a secagem, e teores de humidade de amostras frescas e actividade de água (BEATRIZI, IDJANE SO, MARTA, 2010).

Em mercados de Tanzânia e República do Congo, em 38 amostras de mandioca colectadas já apresentaram resultados positivos para *aflatoxinas totais* com níveis de contaminação variados de zero (0) - 33,8 µg/kg (TANIWAKI, 2014). Ono, (2020) ao avaliar a microbiota e determinação de *aflatoxinas* na mandioca, já evidenciou níveis de *AFLAT* entre 0,8 µg/kg - 9 µg/kg e 3 µg/kg - 8 µg/kg.

Alimentos cultivados em regiões tropicais e semitropicais, onde as temperaturas ultrapassam 35°C, o crescimento fúngico micotoxigénicas e índices de contaminação por *micotoxinas* tendem a ser são altos (ARRUDA, 2019; EUGÉNIO; 2015). Por outro lado, os fungos de tipo *Aspergillus flavus* crescem com o mínimo de 10 °C, máximas 43 °C, e são favoráveis para produção de micotoxinas entre 13-37°C (ARRUDA, 2019; EUGÉNIO; 2015). Além disso, valores de *HR* que atingem a faixa de 80-85%, *aw* superiores a 0,78 e *T°* de 33 °C são considerados microbiologicamente instáveis, ou condições ideais de produção de aflatoxinas (ARRUDA, 2019; EUGÉNIO; 2015).

Comummente, Autores como Arruda, (2019) e Eugénio (2015) afirmam que a maioria dos fungos filamentosos de produção de *micotoxinas* se multiplica com um mínimo de total de actividade de água entre 0,60 - 0,90 e as bactérias e leveduras se multiplicam com o mínimo de 0,90aw e, 0,80aw.

Mesmo valores de *aw* reduzida (<0,85), espécies fúngicas do tipo *xerofilicos* e gêneros *Aspergillus*, *Penicillium*, são capazes de se multiplicar e produzir *micotoxinas* (ARRUDA, 2019; EUGÉNIO; 2015).

Sendo assim, o conteúdo de água livre no alimento pode ser influenciado pela humidade relativa do ar a uma determinada temperatura elevada do ambiente, ficando assim à disposição para as reações físicas, químicas e biológicas bem como na actuação como meio de dispersão de nutrientes para o crescimento de microrganismos e reações químico-enzimáticas (ARRUDA, 2019; EUGÉNIO; 2015). O estudo não identifica os tipos de microrganismos produtores de *AFLAT* quantificados nos tipos de mandioca e técnicas de secagem.

A aderência das mandiocas com poeiras, pedras e dificuldade de controlo variação de temperaturas, humidade relativa do ar, ventos e tipos de precipitação, podem de certa forma favorecido para concentração variada de *AFLAT* nos tipos de mandioca seca.

Várias têm sido as normas legais que definem os limites de regulamentação de teores de *micotoxinas* aceites nos alimentos em vigor nos diferentes países do mundo (LEGISLAÇÃO DE OUTROS PAÍSES, *sd*; BEATRIZI, IDJANE SO, MARTA, 2010). A FAO e OMS já estabeleceram limites de conteúdos de diferentes tipos de *micotoxinas* nos alimentos de consumo humano não superiores a 20µg/kg (SANTOS e SANTOS, 2021; PRESTES, 2019). Moçambique é parte integrante dos 15 países africanos em que os limites de regulamentação e conteúdo específico para *micotoxinas* nos alimentos não devem ser superior a 10µg/kg (SANTOS e SANTOS, 2021; PRESTES, 2019; SINEQUE, ANJOS, e MACUAMULE, 2019).

Neste contexto, os valores *aflatoxinas totais* achados nos tipos de mandioca, na sua forma de apresentação (fresca e seca), assim como nos tipos ou técnicas artesanais de secagem ao sol, podem servir de dados de comparação e enquadramento legal e seus usos dentro das normas e limites de conteúdos dessas toxinas aceites nos alimentos de consumo humano.

Outros países como Austrália e Suécia aceitam limites de conteúdos do tipo de micotoxinas nos alimentos até 5µg/kg, Alemanha (4µg/kg), Japão e África do Sul (10µg/kg), Estados Unidos (20µg/kg) e Índia (30µg/kg) (LEGISLAÇÃO DE OUTROS PAÍSES, *sd*; BEATRIZI, IDJANE SO, MARTA, 2010).

A região de Singapura regulamenta limites de conteúdo de *micotoxinas* de 0,0 µg/kg, Suécia 0,05µg/kg, (LEGISLAÇÃO DE OUTROS PAÍSES, *sd*; BEATRIZI, IDJANE SO, MARTA, 2010), sendo que a Indonésia admite valores iguais a 200µg/kg de *AFLAT* na mandioca e outros tipos de alimentos (TANIWAKI, IAMANAKA, SILVA N, 2014; ARRUDA, 2019; EUGÉNIO; 2015), que podem ser enquadradas com níveis de *AFLAT* achados na *TASCB₄* (38µg/kg) e *TASC₂* (110µg/kg), do presente estudo.

Portanto, mesmo que os níveis de micotoxinas sejam tão baixos quanto razoavelmente possível, sua ingestão frequente na dieta, por um tempo prolongado, pode causar danos à saúde dos seres vivos e gerar prejuízos económicos a médio e longo prazo, relacionados com o controlo de toda a cadeia produtiva dos alimentos e com os custos de atendimento hospitalar e desintoxicação (ARRUDA, 2019; EUGÉNIO, 2015; CAMBAZA, 2018).

Os sintomas iniciais de toxicidade aguda de *micotoxina*, dependendo do sexo, idade, raça, factores ambientais, condições nutricionais e interacção com substâncias químicas, inclui a alta temperatura corporal, vômitos e dor abdominal, seguidos de restrição alimentar, depressão, diarreia e alergia ao sol (CAMILA, 2012; UNIVERSIDADE et.al, 2021; ARRUDA, 2019).

Em animais, o consumo de ração contendo *micotoxinas*, causam prejuízos na reprodução, produtividade, perda de peso e redução de produção de leite (EUGÉNIO, 20215). Segundo Universidades et.al (2021) e Calori, (2022), em diferentes países como Moçambique, Uganda, Tailândia, Quênia e Swazilandia enfrentam sérios problemas de saúde ligada ao consumo de alimentos contaminados por *micotoxinas*, como câncer primário afectando o fígado.

Alguns alimentos com elevados níveis de exposição e riscos de contaminação por essas substâncias tóxicas de *micotoxina* incluem também amendoim, castanha, milho, ovos e carnes (DIAS, 2018).

Portanto, apesar da pouca clarificação dos limites admissíveis nos principais grupos e tipos de *micotoxinas* (*aflatoxinas*, *fumosininas*, *tricotecenos*, *zearalenona*) que não oferecem riscos significativos para o desenvolvimento de patologias e tendo em conta após contaminar os alimentos, difíceis é sua remoção nos alimentos e na desintoxicação na saúde dos seres vivos associados a custos elevados de intervenções médicas. (ARRUDA, 2019; EUGÉNIO, 20215).

Assim sendo, Moçambique como outros países, precisam de olhar o problema destas substâncias em toda cadeia produtiva dos alimentos, como atacam problemas climáticos e poluentes ambientais, de modo a minimizar seus efeitos tóxicos sobre os alimentos e consumidores finais. (ARRUDA, 2019).

4. Conclusões

Os dados do presente estudo sobre eficiência dos secadores artesanais ao sol nos níveis de concentração de *aflatoxinas* totais (*AFLAT*) na mandioca (*Manihot esculenta crantz*), são os seguintes:

-Raízes de mandioca doce (VD1197) e mandioca amarga (VA129) antes de secagem apresentaram conteúdos de *AFLAT* iguais a 4, 0 $\mu\text{g/kg}$ contra 3,5 $\mu\text{g/kg}$.

-Depois de secagem, os níveis de *AFLAT* nos tipos de mandioca e respectivas técnicas de secagem ou tipos de secadores artesanais ao sol mostraram-se diferenciados, nomeadamente: VD1179 (raízes de mandioca doce) – os níveis de concentração de *AFLAT* variaram de 2,4 $\mu\text{g/kg}$ (*SASSS*₁) - 5,6 $\mu\text{g/kg}$ (*SASC*₂); e nas raízes de mandioca amarga (VA129), as altas concentrações foram observados na *SASC*₂ (110 $\mu\text{g/kg}$), seguida da *SASCB*₄ (38 $\mu\text{g/kg}$). A técnica de secagem cinco ou *SASCBdLPB*₅ obteve menor valores de *AFLAT* (4,6 $\mu\text{g/kg}$) neste tipo de mandioca.

- Neste contexto, as tecnologias de secagem do presente estudo podem servir de elementos de comparação e controlo dos limites de conteúdos destas toxinas nos alimentos ao fim do processo de secagem, pois, foram capazes de apresentar limites deste tipo de toxinas aceites para alimentos como mandioca definidos ou em vigor nas diferentes normas de regulamentação estabelecidos pela FAO, OMS ou mesmo em uso nos diferentes países do mundo, sendoque Moçambique, admite conteúdos deste tipo de *micotoxinas* nos alimentos valores não superiores a10 $\mu\text{g/kg}$.

5. Referências Bibliográficas

AADMPOV- **amostragem para análise e determinação de micotoxinas em produtos de origem vegetal. Segurança alimentar e alimentos seguros.** Lacqsa/Lanagro-MG Outubro – 2009.

ABBAS M, MOSCA J. **PRODUÇÃO E PRODUTIVIDADE AGRÍCOLA.** OMR Destaque Rural nº 138, 13 de Set. de 2021.<https://omrmz.org/wp-content/uploads/DR-138-IAI-Produ%C3%A7%C3%A3o-e-produtividade.pdf>

AOAC. **Association Official Method of Analysis of AOAC internacional.** Thiex, NJW (E.d.) Animal feed. Art 965-16. Sampling of animal feed and food. Art.930.15. 18 ed. Maryland: AOAC international 2005.https://www.researchgate.net/publication/292783651_AOAC_2005

ARRUDA AD. et. al. – **Micotoxinas e seus efeitos á saúde humana: revisão de literatura** – Centro Universitário da Fundação Hermínio Ometto -Araras/SP, 2019.<https://pesquisa.bvsalud.org/porta1/resource/pt/biblio-1103942>

BEATRIZI, IDJANE SO, MARTA HT. **Micotoxinas em alimentos Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica.** Recife, vol. 7, p.138-161, 2010.<https://www.journals.ufrpe.br/index.php/apca/article/view/128>

BRAZ. J. **Fungos e micotoxinas na mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) e seus produtos.**Food Technol. 24 • 2021.

BUSSAB, WILTON DE O. MORETTIN, PEDRO A. **Estatística Básica 6ª** ed. Saraiva. 2010.https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/8199037/mod_resource/content/0/Bussab%20e%20Morettin%20%282010%29%20A%20estat%C3%ADstica%20b%C3%A1sica_Cap6e7.pdf

CALORI. M A. **Micotoxinas em grãos e alimentos LAN 0440 - Qualidade e processamento de alimentos.** Mar.2022.

CAMBAZA, E, KOSEKI, S, KAWAMURA S. **Aflatoxins in Mozambique Etiology Epidemiology and Control. Agriculture.** 2018; 8 (87): 1-4. doi:10.3390/agriculture8070087.

<https://ideas.repec.org/a/gam/jagris/v8y2018i7p87-d153609.html>

CAMILA GCP. **Identificação de fungos contaminantes em farinhas de mandioca.** João Pessoa -PB, 2012.<http://dspace.bc.uepb.edu.br/jspui/bitstream/123456789/2826/1/PDF%20-%20Camila%20Grisi%20Correia%20Pontes%20Parte%201%20%282%29.pdf>

CARGNELUTTI A, LÚCIO AD, LOPES S J. **Experimentação agrícola e florestal.** Santa Maria, RS. 2009.

CEIL. **Centro de Estudos Interdisciplinar Lúrio.** Laboratório de Qualidade de Segurança Alimentar – LQSA. 2024.<https://www.unilurio.ac.mz/unilurio/pt/noticias/731-o-ceil-e-um-centro-de-pesquisa-de-excelencia-eng-chabite>

CHISTÉ RC, COHEN KO, MATHIAS EA, RAMOS JÚNIOR AGA. **Qualidade da farinha de mandioca do grupo seca.** Ciência e Tecnologia de Alimentos. 26 (4): 861-864, 2006.<https://www.scielo.br/j/cta/a/wr9FGVymVGQMMRsSKnGPxnh/abstract/?lang=pt>

CLIMA E CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS MÉDIAS EM NAMPULA NO ANO TODO MOÇAMBIQUE.2023.

CLIMA EM NAMPULA (Moçambique), 2023.

CONSERVAÇÃO DOS ALIMENTOS PELO CONTROLO DA HUMIDADE. TÓPICOS DA TECNOLOGIA DOS ALIMENTOS.*sd*.

CUAMBE C E, AVIJALA M F. **Desenvolvimento de variedades de mandioca com alto teor de proteínas, ricas em vitamina A e com menores índices de cianetos adaptadas a região norte de Moçambique.** Número do Projecto: 228, IIAM, Nampula, 30 Out. 2018. <https://fni.gov.mz/wp-content/uploads/2019/04/Eng-Matoso-Vijala.pdf>

DIAS AS. **Micotoxinas em produtos de origem animal** – Revista Científica de Medicina Veterinária Ano X Nº 30, 2018.

EUGÉNIO CQC. **Micotoxinas e alimentos: implicações na saúde humana e animal.** 2015. <https://periodicos.uff.br/rbcv/article/view/7331>

IIAM- Instituto de Investigação Agronómica de Moçambique. CZnd. Cidade de Nampula, Nov-Dez. 2023. https://web.facebook.com/iiamcznd/photos?locale=pt_BR

JORNAL EKWELI. **IIAM vai libertar variedade de mandioca com capacidade de produção de perto de 30 tonelada por hectare.** Mai, 2024.

JOSÉ C B & WALTER M J. **Experimentação agrônômica & AgroEstat – sistema para análises estatísticas de ensaios agronômicos.** ISBN: 978-85-68020-01-2, 2015. <https://livraria.funep.org.br/product/experimentacao-agronomica-agroestat-sistema-para-analises-estatisticas-de-ensaios-agronomicos/>

JUAREZ S.; SILVA, ADRIANO DLA.; SÉRGIO. MLD. **Secagem e secadores. Secagem e armazenamento dos produtos agrícolas.** 2018.

JÚNIOR M S, ALVES N B. **Cultura de Mandioca – Aspectos socioeconômicos, melhoramento genético, sistemas de cultivo, manejo de pragas e doenças e agroindústria.** Embrapa, Brasília, DF, 2016.

<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/150261/1/LV-Mandioca-cap14.pdf>

KELLY SC. **DETERMINAÇÃO DA MATÉRIA SECA DE ALIMENTOS VOLUMOSOS ÚMIDOS EM ESTUFA E EM MICRO-ONDAS.** UBERLÂNDIA - MG 2022.

LAÍS.TO. **Mandioca (*Manihot esculenta* Crantz): Avaliação da micobiota e determinação de aflatoxinas.** Campinas, 2020.

LEITE GLD, ALVESIMART SM. **Pragas de Mandioca.** 2017. https://halley.adm-serv.ufmg.br/ica/wp-content/uploads/2017/06/Pragas_da_mandioca.pdf

MANDIOCA: CONHEÇA AS VARIEDADES E CURIOSIDADES. Maio, 2023. <https://idec.org.br/dicas-e-direitos/mandioca-aipim-macaxeira>

MOSCA J, ABBAS MI. **Vendas e perdas pós-colheita.** Destaque Rural nº 139. Set.2021. https://omrmz.org/destaque_rural/dr-139-iai-2020-vendas-e-perdas-pos-colheita/

MUKAKA, M.M. **A guide to appropriate use of correlation coefficient in medical research.** Malawi medical journal, 24(3), 69-71.

2012. <https://analisemacro.com.br/econometria-e-machine-learning/analise-de-correlacao-em-estatistica/>

ONO LT. **MANDIOCA (Manihot esculenta Crantz): AVALIAÇÃO DA MICROBIOTA E DETERMINAÇÃO DE AFLATOXINAS**. CAMPINAS, 2020.

PAZ RBO, COSTA CHM, VIEIRA EA, COELHO MV, CRUZ SCS, MACHADO LB. **Desempenho agrônomico de cultivares de mandioca de mesa em ambiente do cerrado**. Colloquium Agrariae, v. 16, n.3, 2020, p.37-47.

PERUCH LAM, JÚNIOR MFB. **Doenças de mandioca e seu controle**. Chapter · December 2018. <file:///C:/Users/castro%20Muhamale/Downloads/manejodoencas.pdf>

POLA A.C, MORETO A.L. E NUNES, E. DA C. **Matéria seca em raízes de mandioca determinada pelos métodos da balança hidrostática e de secagem em estufa**. P-56-60, Mai., 2020. <https://publicacoes.epagri.sc.gov.br/rac/article/view/533>

POLA AC, MORETO AL, NUNES EC, PERUCH LAM, NEUBERT EO. **Variações na produtividade e matéria seca de raízes de mandioca em função da época de colheita**. Agropecuária Cartaginense, Florianópolis, v.30, n.3, p.79-83, 2017.

PRESTES ID. **Principais fungos e micotoxinas em grãos de milho e suas consequências**. ScientiaAgropecuáriaReview – Facultad de Ciencias AgropecuáriasUniversidad Nacional de Trujillo, 2019. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2077-99172019000400013&script=sci_arttext

SANTOS H.A, SANTOS LB. **Classificação da Doença da Folha da Mandioca utilizando Redes Neurais Convolucionais**. Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada, Recife, v.6, n. 5, Nove, p. 47-55, 2021. <http://revistas.poli.br/index.php/repa/article/view/1754/800>

SEBASTIÃO. AUV. **Estudo do comportamento da radiação solar em mocambique e seu aproveitamento**. Maputo, Set, 2022.

SINEQUE AR, ANJOS FRD, MACUAMULE CL. **Aflatoxin Contamination of Foods in Mozambique: Occurrence, Public Health Implications and Challenges**. J Cancer Treatment Diagn, 3(4):21-29. 2019. DOI:10.29245/2578-2967/2019/4.1139.

SOUZA, JM L, NEGREIROS JR.S, ÁLVARES VS, LEITE FMN, SOUZA M, REIS FS, FELISBERTO FAV. **Variabilidade físico-química da farinha de mandioca.** *Ciência e Tecnologia Alimentos*. Campinas, v.28,n.4,p.907-912,dez.2008.

TANIWAKI M H, IAMANAKA B T, SILVA N. **Fungos Deterioradores de Alimentos: Ocorrência e Detecção.** Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas, 2014.

UNIVERSIDADE T,; UNIVERSIDADE L, ANSA, INSTITUTO N.S,;HOSPITAL C.N, INSTITUTO N.E. **Avaliação da Relação entre a Exposição à Aflatoxina e a Desnutrição Crónica em crianças dos 6 aos 59 meses em 10 Distritos na Província de Nampula, Moçambique.** Relatório do Estudo para a USAID. 2021.
<https://nutritioninnovationlab.org/sites/default/files/inlinefiles/Mozambique%20Por%20Aflatoxin%20Summary.pdf>

VIDIGAL FPS, ORTIZ AHT, PEQUENO M G, BORÉM A. **Do plantio a colheita. Mandioca.** São Paulo: Oficial de Textos, 2022.
https://s3-sa-east-1.amazonaws.com/ofitexto.arquivos/degustacao/mandioca-plantio-colheita_deg.pdf

EFFICIENCY OF ARTISANAL SUN DRYERS ON TOTAL AFLATOXIN CONCENTRATION LEVELS IN SWEET AND BITTER CASSAVA (*Manihot esculenta* Crantz)

Summary

The objective of this study is to measure the efficiency of artisanal sun dryers on total aflatoxin (AFLAT) concentration levels in sweet and bitter cassava (*Manihot esculenta* Crantz). The experiment was conducted at the Northeast Zonal Center Agronomic Post (PAN/IIAM-CZNordeste), Nampula city, in 2023. During the study, two cassava varieties were identified, one sweet (VD1179) and the other bitter (VA129), both 11 months old. 5.6 kg of roots (VD1179) and 6.4 kg of roots (VA129) were harvested, and before peeling for drying, the roots were analyzed for total aflatoxin content (AFLAT/ $\mu\text{g/kg}$). The remaining cassava root samples were peeled and homogeneously distributed among the five types and techniques of artisanal sun dryers, in a completely randomized design (CRD) with four replications, namely: artisanal sun dryers at the base of the soil surface, grass, black plastic sheeting, bamboo canopy, and bamboo canopy inside a transparent white plastic tent. Dry samples of sweet and bitter cassava

were analyzed for AFLAT concentration levels respecting the methodological standards of AOAC991:31, and their data were submitted to Tukey's multiple comparison test of means (ANOVA) considering alpha at the 5% level in the AgroEstat Software program. Before drying, sweet and bitter cassava roots showed AFLAT concentration contents of 4.0 µg/kg versus 3.5 µg/kg. After drying, AFLAT concentration levels differed between cassava types and types of techniques or artisanal sun dryers, namely: VD1179 - 2.4 µg/kg (TASSS1) - 5.6 µg/kg (TASC2) - versus 4.6 µg/kg (SASCBdLPB5) - 110 µg/k (SASC2) - VA129. This study, in addition to allowing the assessment of AFLAT concentration levels in cassava types in their fresh and dried forms, demonstrates the effectiveness of artisanal sun dryers in reducing AFLAT concentration levels. It provides a basis for comparison with acceptable limits for this type of mycotoxin in food products such as cassava, as standardized by the FAO and WHO and in force in various countries worldwide. In Mozambique, standards accept AFLAT content levels (µg/kg) up to 10 µg/kg.

Keywords: *Artisanal sun dryers; Sweet and bitter cassava; Total aflatoxin concentration.*

6. APÊNDICE

6.1. Seecadores artesanais ao de secagem de mandioca doce e amargas no PAC-IIAM-ZndN, 2023.



Foto A- Secagem artesanal ao sol na base directa do solo (SASS);



Foto B- Secagem artesanal ao sol na base de capim (*SASC*);



Foto C- Secagem artesanal ao sol na base de lona plástico de cor preta (*SASLP*);



Foto D- Secagem artesanal ao sol na base de copa sobre de uma copa feita de bambus (*SASCB*);



Foto E- Secagem artesanal ao sol na base de copa de bambus dentro duma tenda plástica transparente/branco- (*SASCBdLPB*).

7. ANEXOS

7.1. Parecer do Comité Institucional de Bioética para Saúde da Universidade Lúrio



UNIVERSIDADE LÚRIO
Comité Institucional de Bioética para Saúde da Universidade Lúrio – CIBSUL

AO:

INVESTIGADOR PRINCIPAL

Castro Pedro Muhamale

Refº: 32/Abril/CBISUL/24

Data: 30 de Abril de 2024

Assunto: Parecer sobre o protocolo intitulado: **“Concentração de micotoxinas na mandioca (Manihot esculenta crantz) submetida à técnicas artesanais de secagem ao sol , no Distrito de Nampula”**

Reunidos no dia 25 de Abril de 2024, no seu encontro ordinário, o Comité institucional de Bioética para Saúde da Universidade Lúrio (CIBSUL), analisou o projecto intitulado: **“Concentração de micotoxinas na mandioca (Manihot esculenta crantz) submetida à técnicas artesanais de secagem ao sol , no Distrito de Nampula”**, verificada a descrição das normas Éticas e Científicas da revisão efectuada e não havendo nenhum inconveniente para a realização do estudo, o CIBSUL informa ao investigador que o protocolo foi eticamente **aprovado**.

A presente aprovação tem uma duração de um ano a partir da data da assinatura e o pedido da sua renovação faz-se três meses antes do término da validade. A aprovação ética não substitui aprovação administrativa.

Todavia, o CIBSUL exige ao investigador que o mantenha informado sobre o decurso da pesquisa mediante a entrega do relatório final da investigação.

Sem mais do momento, queiram aceitar as nossas mais cordiais saudações.

Por uma investigação de qualidade, eficiência e responsabilidade,

Presidente do CIBSUL

João Rassul Muchito

(Assistente Universitário)

Endereço: Universidade Lúrio; Telefone: +258 26 21 8365; Cell: + 258 845770070. C.P: 364
+258 26 21 82 83 Bairro Marrere. Rua 4.250, Km 2,3, Cidade de Nampula, Moçambique

CIBSUL-2024

Fonte: Fonte: FCS- UniLúrio, (2024).