

AValiação DA PRODUTIVIDADE DE RAÍZES DE MANDIOCA AMARGA E DOCE (*Manihot esculenta crantz*) SUBMETIDAS À TÉCNICAS ARTESANAIS DE SECAGEM AO SOL, NO DISTRITO DE NAMPULA

Castro Pedro Muhamale¹

Resumo

A inadequada gestão dos produtos em períodos de pós colheita, resulta em contaminações físicas, químicas, microbiológicas, perda de qualidade e baixa rentabilidade dos produtos colhidos ao nível dos agregados familiares do meio rural e com renda baixa. O objectivo do estudo, visa avaliar a produtividade de raízes de mandioca (*Manihot esculenta crantz*) amarga e doce, submetidas à técnicas artesanais de secagem ao sol, no distrito de Nampula. O experimento de tipo Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), foi conduzido no Instituto de Investigação Agronómica de Moçambique, Centro Zonal Nordeste da Cidade de Nampula, envolvendo cinco técnicas artesanais de secagem ao sol casualizado com quatro repetições. Ao todo, foram estabelecidos dois DICs, cada com respectivos tipos de técnicas de secagem e tipo de mandioca (doce e amarga). Para colheita de amostras de mandioca, foram identificadas variedades de mandioca com 11 meses de idade. A colheita obedeceu etapa de poda de manivas e arranque as raízes, seguida de descascaque, distribuição homogénea das raízes em cada técnica artesanal e secagem na unidade experimental. Cerca de 3, 897kg mandioca doce foram distribuídos por técnica de secagem e repetições do devido DIC, cerca de 0,778kg e 0,195kg, contra 4,404kg de raízes mandioca amarga entre 0,88kg e 0,22kg de raízes, respectivamente. Fins do periodo de secagem, os resultados apurados das variáveis de estudo foram submetidos a análise estatística e Teste Tukey ao nível de 5 % de significância pelo *Software* Estatístico *AgroEstat*. O periodo de secagem de amostras de raízes de mandioca doce e amarga variou de 7 a 13 dias. As técnicas artesanais de secagem ao sol resultaram em uma produtividade de materia seca de raízes de mandioca diferenciados entre os tipos de técnicas de secagem considerados altas ou seja, de 0,0425kg *c* (TASS₄) a 0, 0775kg *a* (TASS₅) para amostras de raiz-doce, e 0,0700 kg *b* (TASS₂) a 0,0975 *c* (TASS₅) com raiz-amarga. Em termos percentuais (%), a produtividades nas técnicas de secagem corresponderam a 21,78 % (TASS₄) a 39,73% (TASS₁) para mandioca doce e 31,9% (TASS₁) a 44,38% (TASS₅).

Palavras - Chave: *Manihot esculenta crantz*; *Secagem artesanal ao sol*; *Produtividade*.

¹ Estudante de Mestrado em Nutrição e Segurança Alimentar, Ramo Tecnologia de Alimentos, Universidade Lúrio, Faculdade de Ciências de Saúde, Campos de Marrere, Cidade de Nampula (Moçambique); Pós-graduado no curso de Especialização em Segurança Alimentar e Nutricional, Área de conhecimento em Ciências Alimentares – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, no Instituto de Biociências do Câmpus de Botucatu (Brasil); Graduação em Agropecuária, Especialidade Produção Vegetal, Universidade Zambeze, Faculdade de Ciências Agrárias, Ulónguè/Angónia -Tete (Moçambique). muhamale1986@gmail.com

1. Introdução

A mandioca (*Manihot esculenta crantz*) é um alimento importante na segurança alimentar e nutricional, e que proporciona rendimentos suplementares e oportunidades de emprego da maioria da população dos diferentes países do mundo e principalmente de baixa renda (Centro Técnico de Cooperação Agrícola e Rural, 2000; DOSEA, 2010).

Em Moçambique, para além do milho, a mandioca constitui um dos principais alimentos básicos e cultivada pelas famílias. Dentre as províncias do país mais destacadas na produção desta raiz, em primeiro destaca-se a província de Nampula, seguida da Zambézia, Cabo Delgado e na quarta posição a província de Inhambane (MCEWEN *et al*, 2006; INQUÉRITO AGRÁRIO INTEGRADO, 2020).

As formas de utilidade da mandioca, são variáveis em diferentes Nações do mundo tendo em conta os hábitos e costumes de cada família, aspectos sócio cultural e económicas, tecnologias empregadas ao produto, objectivo da produção e parte da planta (SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM. AGRO-INDÚSTRIA, 2018; ELETROBRAS, 2014).

Em Moçambique a planta tem várias utilidades, começando pelo aproveitamento das folhas como molho de caril, sua raiz consumida de forma fresca, assada, cozida, pó de farinha (xima) e tapiocas, seus caules são meios de propagação durante e cultivo e aproveitamento em combustível lenhoso (manivas secas e sem utilidade para cultivo) e como planta medicinal (SENAR, 2018; IAI, 2020; MOSCA, 2021).

Com a crescente demanda no interesse da mandioca ao longo dos anos, servindo como reserva alimentar nas famílias rurais nos períodos de escassez, a raiz esta sendo relacionada aos progressos do desenvolvimento tecnológico que permite sua transformação em diversos produtos derivados, desde tapioca, **massa de tapioca**, farinhas, fábula e como fontes de carboidratos, fibras, alto teor de amido e minerais de potássio, cálcio, fósforo, sódio e ferro (SENAR, 2018; PLANO OPERACIONAL DA COMERCIALIZAÇÃO AGRÍCOLA, 2020)

No entanto, estas tecnologias de produção e de transformação da mandioca em diversos derivados ao nível dos agregados familiares dos países em via de desenvolvimento como Moçambique (DOSEA, 2010), na sua maioria são praticadas de forma tradicional, através de baixo acesso as tecnologias agrícolas de produção como uso de variedades não melhoradas, manejo inadequado das culturas, má gestão de colheitas e pós colheita (MCEWEN *et.al*, 2006). Também os rendimentos de colheita são baixos e sujeitas a contaminação físicas, química e microbiológicas, com efeitos na qualidade e inseguro para consumo (MCEWEN *et.al*, 2006). Para permitir a viabilidade dos processos de produção, fabricação artesanal e seguimentos das

etapas de pós colheita da mandioca, garantia da segurança alimentar e tornar alimento seguro, é importante dar seguimento seguro em todas as etapas de produção, desde a obtenção de variedade, produção primária, processamento, distribuição e consumo (MCEWEN *et al.*, 2006). Além disso, os processos produtivos ao nível dos agregados familiares, quanto mais deficitárias se caracterizarem, maior será a deterioração e perda da qualidade do produto, restringindo assim o ciclo de vida do produto na prateleira (HUMAN DEVELOPMENT REPORT, 2019). A implementação de tecnologias de pós colheita, exige ajustamento das características sócio democráticas, económicas e socioculturais das famílias do território, de modo a si tornarem viáveis e sustentáveis ao nível das famílias.

Dentre as diferentes formas de secagem, a secagem natural tem sido uma tecnologia muito apropriada para pequenas e médias agroindustrias, pois para além de demandar pouco investimento, aumenta a vida útil dos produtos secados com menor riscos de contaminações enzimáticas, microbiológicas e custos reduzidos de transporte e armazenamento (CELESTINO, 2010). Em regiões com temperaturas médias de 35 °C a 40 °C, humidade relativa do ar e índice de poluição baixa, as condições são favoráveis para uso de tecnologias de secagem natural.

O potencial de capacidade de produtividade máximo de mandioca estimado em condições óptimas, através de modelos matemáticos de crescimento e bom genótipo, chega a produzir até 90 ton/ha de raízes ou 30 ton/ha/ de matéria seca. Em pequenas parcelas e condições de más práticas de descasque das raízes, os valores atingem 28 ton/ha de matéria seca/ano (CARRERA *et.al.*, 2013). Os teores de matéria seca das raízes de mandioca são altamente correlacionados aos teores de amido na raiz, dependendo também do tipo de variedade, ambiente de cultivo, idade e época de colheita e tecnologias de secagem (CARRERA *et.al.*, 2013).

Existem uma serie de superfícies de secagem associadas à fonte de secagem com base na energia solar ou natural, caracterizadas pelo seu baixo custo e que permitem proteger dos produtos alimentares aos efeitos de deterioração e mínimas perdas de produtividade de secagem. Considerando estes aspectos, o presente estudo tem por objectivo avaliar a produtividade de raízes de mandioca amarga e doce (*Manihot esculenta crantz*) submetidas à técnicas artesanais de secagem ao sol, no distrito de Nampula, Moçambique.

2. Material e Métodos

Foi conduzido um experimento do tipo Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) (CARGNELUTTI FILHO, 2009), com abordagem quantitativa, numa pesquisa experimental de campo. O experimento foi conduzido na cidade de Nampula, no Instituto de Investigação

Agronómica de Moçambique (IIAM) centro nordeste de Nampula, no período de 30 de Novembro a 12 de Dezembro ano de 2023 (IIAM-CZnd, 2023).

O experimento foi constituído duas casualizações (dois DICs) envolvendo duas variedades de mandioca (cada DIC, era constituída de uma única variedade de mandioca), nomeadamente, variedade doce (VD1197) e variedade amarga (VA129) e cinco técnicas artesanais de secagem ao sol. As variedades de mandioca foram identificadas e seleccionadas nos campos de demonstração de resultados do IIAM-CZnd, cidade de Nampula (IIAM-CZnd, 2023).

De acordo com CARGNELUTTI FILHO, (2009), cada casualização do DIC envolvendo mandioca doce e amarga, foi constituída de cinco técnicas artesanais de secagem ao sol com quatro repetições nomeadamente, técnica artesanal de secagem ao sol na base de capim (TASSC₁), técnica artesanal de secagem ao sol na base do solo (TASSS₂), técnica artesanal de secagem ao sol na base de lona plástica de cor preto (TASSLPCP₃), técnica artesanal de secagem ao sol na base de capa de bambus (TASSCB₄) e técnica artesanal de secagem ao sol na base da copa de bambu em tenda plástica de cor branco (TASSTPCB₅), como ilustradas no apêndice 6.1.

O experimento foi estabelecido em um lugar aberto, longe do alcance de árvores ou outros obstáculos (IIAM-CZnd, 2023) que eventualmente poderiam interferir o processo de secagem. A distribuição e alocação das técnicas artesanais de secagem ao sol na unidade experimental foi ao acaso mediante um sorteio dos números que eram atribuídos os tratamentos e as parcelas (CARGNELUTTI FILHO, 2009).

Durante o estudo, a técnica artesanal de secagem ao sol na base de capim foi considerado como testemunho (controlo), por se considerar mais comum nas comunidades da cidade e província de Nampula e de uso para secagem dos produtos agrícolas e pescados desde os tempos remotos (IIAM-CZnd, 2023; REVELAR, 2016; CELESTINO, 2010).

As amostras de mandioca usadas durante o estudo, foram colhidas em 30 de Novembro de 2023, com cerca de 11 meses de idade (Janeiro de 2023, data de plantio). O sistema de cultivo foi em monocultivo, a sequeiro, no compasso de 1mx1m (IIAM-CZnd, 2023).

Variedades de mandioca com ciclo de vida curto, as colheitas iniciam entre 8 a 12 meses de vida (PAZ, 2020) e nesta fase tem sido característico as plantas encontrarem-se em estado de repouso vegetativo (FIALHO *et al.*, 2017). Para colheita de amostras de mandioca foram consideradas duas etapas, a primeira através da poda das manivas de mandioca, 30cm acima do nível da base ou do solo, seguida do arranque com auxílio duma enxada, isto na segunda etapa, como ilustrado apêndice 6.2

Variedade de mandioca doce (VD1197) foi colhida 4, 667kg de raízes, contra 5,334kg de mandioca amarga (VA129), cerca de 10 kg de mandioca fresca no seu todo. De seguida as raízes foram descascadas com auxílio de uma faca inoxidável e obteve-se 3, 897kg de raízes de mandioca (VD1197) ou 0,77kg de peso de cascas, contra 4,404kg de raízes de mandioca amarga (VA129) e 0,93kg de cascas.

A distribuição das raízes de mandioca para cada técnica artesanal de secagem ao sol na respectiva unidade experimental (UE) para efeitos de análise de produtividade de secagem, obedeceu a seguinte distribuição: VD1197, cada técnica de secagem e respectivas repetições eram alocadas cerca de 0, 779kg e 0,195kg e 0,880kg e 0,22kg para VA129, respectivamente.

O processo de secagem teve seu início logo ao fim do período de descasque horas de pois do dia de colheita, em 30 de Novembro de 2023 (IIAM-CZnd, 2023). Durante o período de secagem, as raízes eram revirados três vezes por dia, para garantir a homogeneidade da secagem das mandiocas e ao entardecer e registar-se céu nublado ou ocorrência de chuvas, as raízes de mandioca eram juntadas e protegidas com material similar de secagem usada ou retiradas para lugar seguro. Aquelas amostras de raízes de mandioca que se encontravam dentro da tenda plástica não eram necessárias serem removidas (IIAM-CZnd, 2023; CELESTINO, 2010).

Aliado a isso, nos dias um (01) e dois (02) de Dezembro de 2023, registou-se chuvas, sendo a do primeiro dia, afectou as raízes na unidade experimental. Os dados de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), precipitação (mm), pressão atmosférica (%) média registrada no período de estudo foi de $37,5^{\circ}\text{C}$, 45,05 mm e 68,9% respectivamente (IIAM-CZnd, 2023)

Em relação a velocidade horizontal do vento diário (km/h) variou de 7,0 km/h no sentido norte, 6,75 km/h no sentido sul, 6,0 km/h e 6,3, km/h para sentido leste a oeste (Apêndice 6.3). Também foram observadas e registradas modificações ou alterações decorrentes nas raízes, durante a secagem, como ataque de pragas, aderência de areias ou poeiras.

Durante a condução do experimento foram privilegiados raízes de mandioca colhidas nos campos do IIAM, centro zonal de Nampula, com cede na cidade de Nampula e que já tinham completado ciclo ideal de colheita (8meses ou mais).

A produtividade de secagem da mandioca foi determinada tendo em conta o período de secagem (PSAM) depois de atingido o ponto de equilíbrio de secagem das amostras de mandioca (PESAM), que culminava com determinação do índice de eficiência de secagem de amostras de mandioca ou produtividade de amostras de mandioca por técnica de secagem (IESAM/PSAM) de acordo com CELESTINO, (2010).

Para determinar a produtividade de secagem de amostras de mandioca e caracterizar cada técnica artesanal de secagem ao sol de estudo, os parâmetros de estudo medidos no período de secagem, são apresentados na tabela 1.

Tabela 1. Variáveis de estudo e formas de medição e caracterização.

Parâmetros/variável de estudo	Forma de determinação ou medição
Ponto de equilíbrio de secagem de amostras de mandioca (PESAM) em quilograma (kg) na técnica de secagem	Pesagem da amostra de mandioca na respectiva unidade experimental a cada dois dias. Depois de pesar e os resultados de pelo menos três repetições das quatro da técnica de secagem apresentar pesos idênticos, significava ser atingido o PESAM na respectiva técnica de secagem (REVELAR, 2016; CELESTINO, 2010; SILVA, <i>et.al</i> , sd)
Período de secagem de amostras de mandioca (PSAM) em dias (Ds) na técnica de secagem	A partir de momento em que as amostras de mandioca atingir o PESAM, eram contados os dias pelos quais as amostras atingiram esse parâmetro (REVELAR, 2016; SILVA <i>et.al</i> , sd)
Produtividade de amostras de mandioca por técnica de secagem ou índice de eficiência de secagem de amostras de mandioca ou (PSAM/ IESAM) em kg e percentagem (%)	O peso das amostras de mandioca obtido alcançado depois de as amostras atingir o PESAM, eram comparados os valores de produtividade estimados e possíveis de alcançar ao fim de um período de secagem de mandioca nas. Em 1000kg de raízes frescas, são previstos 300kg a 400kg ou cerca de 30% a 40% de matéria seca de raízes. Também a produtividade de massa seca de mandioca varia de 17 a 47%, mas com maior frequência obter 20 a 40% (POLA <i>et al.</i> , 2017; POLA <i>et al.</i> , 2020);
Caracterização de cada tipo de técnica artesanal de secagem ao sol de estudo	Cada tipo de técnica artesanal de secagem ao sol foi caracterizado tendo em conta o tipo de material ou superfície de secagem empregue na técnica, o período e produtividade de secagem de amostras de mandioca. As modificações e factores limitantes e benefícios observados com secagem de amostras de mandioca nos tipos de técnicas de secagem também foram descritos (REVELAR, 2016; SILVA <i>et.al.</i> , sd; POLA <i>et al.</i> , 2020)

Como apresentado na Tabela 1, o período de secagem das raízes de mandioca por técnica artesanal de secagem ao sol, foi determinado mediante dois principais indicadores, nomeadamente, ponto de equilíbrio de secagem de amostras de mandiocas e dias de secagem, denominado período de secagem (CELESTINO, 2010),

Quanto aos dias de secagem, foi registrado desde início até o dia em que era alcançado o ponto de equilíbrio de secagem das raízes, por cada técnica artesanal (CELESTINO, 2010). O que se espera é até ao momento que as amostras de mandiocas atingem o PESAM, apresentem teores de humidade não superior a 13%, ideais para ambientes de conservação.

Estima-se em média da composição percentagem de humidade inicial (H_i) das raízes de mandioca fresca em torno de 68,2%, e a humidade final desejável (H_f) do processo de secagem não deve ser superior a 13% (VIDIGAL FILHO, *et.al*, 2022; CELESTINO, 2010).

Pola *et al.*, (2020), também já descreveram sobre a necessidade de aferir os índices de eficiência ou produtividade de matéria seca das raízes de mandioca ao fim do processo de secagem, tendo em conta os valores do ponto de equilíbrio de secagem das raízes controlado de dois a três dias, e posteriormente os valores são comparados com valores estimáveis em quantidade de mandioca fresca e secas de diferentes tipos de variedades de mandioca ao fim de secagem (CELESTINO, 2010).

Os dados das variáveis categóricas quantitativas achados, foram calculados, organizados e agrupados em tabelas, sendo que, as análises estatísticas foram feitas pelo programa pelo *Software* Estatístico denominado *AgroEstat - Sistema para Análises Estatísticas de Ensaios Agronómicos*, tendo em conta o delineamento inteiramente casualizado (DIC), cujo factor foi mandioca (doce e amarga) e cinco superfícies de secagem de mandioca ao sol (secagem ao sol na base de capim, no solo, na lona plástica de cor preto, na copa de bambu, e na base de copa em tenda plástica de cor branca).

A presente pesquisa, é resultado de desenvolvimento de Dissertação de culminação de curso de mestrado em Nutrição e Segurança Alimentar, Ramo Tecnologia de Alimentos do como resultado de um protocolo de pesquisa elaborado, apresentado em plenária e aprovado pelo Comité Institucional de Bioética para Saúde da Universidade Lúrio – CIBSUL (CIBSUL, 2024-Ref. 09/Abril/CIBSUL/18). O parecer de aprovação do protocolo pela CIBSUL consta no anexo 7.1.

O protocolo de pesquisa para dissertação é intitulado: Concentração de *micotoxina* na mandioca (*Manihot esculenta crantz*) submetida à técnicas artesanais de secagem ao sol, no distrito de Nampula, Moçambique. A pesquisa, seguiu todas as orientações da comissão científica de Pós graduação da universidade, desde a condução do experimento no IIAM-CZnd de Nampula em Moçambique, mediante apresentação da credencial emitida pela instituição formadora do pesquisador (UniLúrio -FCS) e sua autenticidade de aceitação pelas autoridades do local de condução do experimento (IIAM-CZnd).

3. Resultados e Discussão

Os resultados apresentam as análises de produtividades de duas variedades de mandioca, doce (VD1197) e amargo (VA129), submetidas a técnicas artesanais de secagem ao sol, conduzido no IIAM, centro zonal nordeste na cidade de Nampula - Moçambique entre 30 de Novembro a 12 de Dezembro de 2023.

3.1. Período de secagem de amostras de mandioca doce e amarga (VD1197 e VA129)

O período de secagem de amostras de mandioca doce e amargo (VD1197 e VA129) evidenciado ao fim do período de estudo (30/11 a 12/12/2024) nas técnicas artesanais de secagem ao sol, são apresentados na Tabela 2 abaixo.

Tabela 2. Período de secagem de amostras de mandioca doce e amarga (VD1197 e VA129), 30 de Novembro a 12 de Dezembro de 2023.

TASS	VD1179		VA129	
	PESAM (kg)	PSAM (Ds)	PESAM (kg)	PSAM (Ds)
TASS ₁	0,0775 a	11 b	0,0875 ab	9 c
TASS ₂	0,0650 ab	7 d	0,0700 b	7,0 d
TASS ₃	0,0625 b	9 c	0,0725 b	11 b
TASS ₄	0,0425 c	11 b	0,0775 ab	9,0 c
TASS ₅	0,0750 ab	13 a	0,0975 a	13 a
Média	0,0645	10	0,0810	10
Máximo	0,0775	13	0,0975	13
Mínimo	0,0425	7	0,0700	7
Desvio Padrão (σ)	0,0064	0,51	0,0100	0,38

Fonte: (Adaptado pelo Autor, 2024).

Médias seguidas de mesmas letras não diferem entre si ou entre tratamentos, de acordo com o teste Tukey ($p < 0,05$).

TASS - Técnicas de secagem de mandioca ao sol; PESAM- Ponto de equilíbrio de secagem de amostras de mandioca;

PSAM- Período de secagem de amostras de mandioca; Ds - Dias; TASS₁ - Técnica artesanal de secagem ao sol na base de capim;

TASS₂ - Técnica artesanal de secagem ao sol na base de solo;

TASS₃ - Técnica artesanal de secagem ao sol na base de lona plástico de cor preto;

TASS₄ - Técnica artesanal de secagem ao sol na base de copa de bambus;

TASS₅ - Técnica artesanal de secagem ao sol na base de copa de bambu em tenda plástica de cor branca.

Nesta tabela 2, é possível evidenciar antes que o PESAM da mandioca doce (VD1179) entre as técnicas de secagem variou de 0,0425kg (TASS₄) de mínimo a 0,0775kg (TASS₁) de máximo. Na mandioca amarga valores de PESAM da variaram de 0,0700 kg (TASS₂ - técnica de secagem ao sol na base de solo) a 0,0950kg (TASS₅ - técnica de secagem ao sol na base de copa de bambu em tenda plástica de cor branco).

No que diz respeito ao PSAM, em ambos os tipos de mandioca doce e amarga, a TASS₂ comportou-se com dias ou períodos de secagem menores (TASS₂=7Ds), quando comparado com outras técnicas de secagem ou seja, TASS₅ que comportou com dias de secagem longos (TASS₅=13Ds), como ilustrado na tabela 3.

Factores ligados ao clima registados no ambiente de secagem (humidade relativa do ar, velocidade horizontal de ventos, precipitação) e variação de energia solar, tipos de mandioca usada e sua composição (teor de humidade e actividade de água), tipo de superfície de secagem de estudo, época (meses de secagem), formas, tamanho e quantidade de carga de mandioca na alocada na superfície de secagem, contribuiram para variação dos valores de PESAM e PSAM.

A incidência de ondas curtas da energia solar na superfície de secagem depende das variações sazonais *moderadas*, época ou período de ano, sua duração, elevação do sol acima do horizonte e na absorção de nuvens ao longo do dia ou ano (VARIAÇÃO DE RADIAÇÃO SOLAR, NA CIDADE DE NAMPULA, 2024).

Porém, as variações sazonais e período mais radiante de energia solar no distrito de Nampula dura 2,2 meses (de 20 de Setembro a 27 de Novembro). Este período mais radiante terminou poucos dias ou fora de início do período estudo (30/11 a 12/12/2023). Porém a velocidade média do vento alcançado no período de estudo variou de 5,4km/h Norte, 2km/h Sul, 3km/h Leste e 1, 6km/h que pode ser considerado abaixo do desejável ou alcançável na região (12,4 quilômetros por hora) entre os dias 10 de Agosto a 3 de Dezembro DADOS MUNDIAIS, 2024; WEATHER SPARK, 2024).

No caso em que verificou-se ocorrência de precipitação durante a secagem das amostras de mandioca (01-02/12/2023) cerca de 6,9mm, tendo afectado as TASS_{1,2,3,e,4}, acredita-se deste factor ser influenciador para variação do período de secagem das amostras.

Ademais, lonas com cores mais claras (lonas plásticas de cor branca) diminuem a temperatura e conseguem longos dias de secagem do alimento (13 dias naTASS₅) enquanto com cores mais escuras (lonas plásticas de cor preta) são quentes e concentra mais luz. (CELESTINO, 2010).

3.2. Produtividade de secagem de amostras de mandioca doce e amarga mandioca (VD1197 e VA129)

A tabela 3, expressa resultados de produtividade de secagem de amostras de mandioca doce e amarga depois de submetidas ao Teste de Tukey ($p < 0,05$).

Tabela 3. Produtividade de secagem de amostras de mandioca doce e amarga (VD1197 e VA129), 30 de Novembro a 12 de Dezembro de 2023.

TASS	VD1197		VD129	
	PSAM (kg)	PSAM (%)	PSAM (kg)	PSAM (%)
TASS ₁	0,0775 a	39,73 a	0,0875 ab	39,78 ab
TASS ₂	0,0650 ab	33,33 ab	0,0700 b	31,85 b
TASS ₃	0,0625 b	32,08 b	0,0725 b	32,95 b
TASS ₄	0,0425 c	21,78 c	0,0775 ab	35,25 ab
TASS ₅	0,0750 ab	38,45 ab	0,0975 a	44,38 a
Média	0,0645	33,07	0,0810	36,84
Máximo	0,0775	39,73	0,0975	44,38
Mínimo	0,0425	21,78	0,0700	31,85
Desvio Padrão (σ)	0,0064	3,30	0,0100	4,55

Fonte: (Adaptado pelo Autor, 2024).

Médias seguidas de mesmas letras não diferem entre si ou entre tratamentos, de acordo com o teste Tukey ($p < 0,05$).

TASS - Técnicas de secagem de mandioca ao sol;

PSAM- Produtividade de secagem de amostras de mandioca;

TASS₁ – Técnica artesanal de secagem ao sol na base de capim;

TASS₂ – Técnica artesanal de secagem ao sol na base de solo;

TASS₃ – Técnica artesanal de secagem ao sol na base de lona plástica de cor preto;

TASS₄ – Técnica artesanal de secagem ao sol na base de copa de bambus;

TASS₅ – Técnica artesanal de secagem ao sol na base de copa de bambu em tenda plástica de cor branca.

A produtividade de secagem de amostras de mandioca doce e amarga ilustrada na tabela 3, diferiu entre as técnicas artesanais de secagem ao sol. Em amostras de mandioca doce, a produtividade foi superior na TASS₁ (0,0775kg ou 39,73%) em relação a outras TASS, sendo o menor índice de produtividade deste tipo de amostras de mandioca verificou-se na TASS₄ (0,0425kg ou 21,78 %).

Para amostras de mandioca amarga, na mesma tabela é possível verificar valores médios de produtividade de secagem de amostras de mandioca entre as técnicas de secagem, sendo o mínimo registado na TASS₁ (0,0700kg ou 31,9%) e o máximo na TASS₅ (0,0975kg ou 44,38%). A média geral de produtividade de secagem de amostras de mandioca amarga é de 0,0810kg ou 36,84%.

Valores de produtividades de massa seca alcançados em amostras de mandioca envolvidas na pesquisa, podem ser considerada satisfatórios, pois seus valores estão dentro dos parâmetros de produtividade estimados de 17 a 47% ou frequentemente alcançáveis entre 20 a 40%. Em 1000kg de raízes frescas de mandioca também são alcanços índices de eficiência de secagem ou produtividade de massa seca entre 30 a 40% ou 300 a 400kg, dependendo do tipo de variedade e tecnologia de secagem empregada (POLA *et al.*, 2017; POLA *et al.*, 2020).

A cultura da mandioca mesmo que apresente produtividade de secagem de matéria seca frequentes entre 20% a 40% de matéria seca nas raízes, já foram encontrado na espécie *Manihot esculenta* até 45% de matéria seca, muita das vezes altamente correlacionados com os teores de amido ou fécula, dependendo da variedade do local onde de cultiva, idade e época de colheita (CARRERA, *et.al*, 2013; MCEWEN *et.al*, 2006).

A produtividade de secagem da mandioca (índice de eficiência de secagem de mandioca) é um parâmetro que avalia a produtividade de massa seca das raízes de mandioca ao fim do processo de secagem (REVELAR, 2016; POLA *et al.*, 2020).

3.3. Caracterização das técnicas artesanais de secagem ao sol analisadas

A tabela 4, caracteriza cada tipo de técnica artesanal de secagem ao sol analisada sobre produtividade de matéria seca de raízes de mandioca. Cada técnica de secagem se caracteriza

pelo uso específico de material de secagem, períodos e produtividades de secagem diferenciados entre as técnicas de secagem (REVELAR, 2016; POLA *et al.*, 2020).

Um dos benefícios com o uso dessas técnicas é pelo facto de permitirem fácil acesso dos materiais e superfícies de secagem, com menos custos de aquisição e uso de fonte natural para obtenção de energia ou sol. São inconveniências observadas pelo uso de técnicas artesanais de secagem ao sol, durante a secagem os produtos se aderem a efeitos de poeiras, pedras e ataque de alguns insectos, além de que, dificulta o controlo dos factores do clima como temperatura ambiente e fluxo de ar ou ventos nas superfícies de secagem (POLA *et al.*, 2020).

Tabela 4. Características das técnicas artesanais de secagem ao sol analisadas para secagem de amostras de mandioca doce e amargas – 3011/- 12/12/2023.

<i>Técnicas artesanais de secagem ao sol</i>	<i>Caracterização</i>
<i>Secagem artesanal ao sol na base de capim</i>	A superfície de secagem ao sol é capim, de preferência seco. Verifica-se riscos de ocorrência de fenómenos enzimáticos e microbiológico em raízes de mandioca quando distribuídas de forma não homogénea e sobrepostas na superfície de secagem. O PSAM foi completado em 11Ds (VD1179) e 9 Ds (VA129). A produtividade de secagem das raízes nesta técnica atingiu 0,0775kg, contra 0,0875kg em mandioca amarga
<i>Secagem artesanal ao sol na base do solo</i>	O solo constitui um meio de superfície de secagem dos alimentos, embora a aderência de poeiras, areia, pedras, ataque ratos, formigas e outras contaminantes bióticos e abióticos constituir um problema de qualidade do alimento. Ambas amostras de mandioca quando secadas nesta superfície manifestaram-se com PSAM iguais (7Ds). A PSAM oscilou de 0,0625kg a 0,0875kg nos tipos de amostras de mandioca usada
<i>Secagem artesanal ao sol na base de lona plástica de cor preto</i>	O material de secagem é de fácil aquisição nos mercados locais e adaptabilidade para utilização. Minimiza aderência das raízes com areia ou partículas sólidas devido a sua impermeabilização com os produtos postos a secar. Criação de humidade devido a maior absorção de calor pode favorecer o escurecimento das raízes (POLA <i>et al.</i> , 2020). O período de secagem da mandioca doce atingiu-se ao fim de 9Ds contra 11Ds em mandioca amarga. A produtividade de matéria seca de amostras de foi de 0,0625kg VD1179 e 0,0725kg VA129
<i>Secagem artesanal ao sol na base de copa de bambus</i>	A secagem ao sol na base de copa ou prateleira pode ser construída de bambus, paus e outro material local ou com baixo custo de aquisição. A altura da copa deve permitir manuseio das raízes durante a secagem. Assemelha-se com outras técnicas de secagem por estar exposto ao ar livre sujeitas a variações de factores ambientais, mas com menos riscos com ataque de microrganismos do solo. (REVELAR, 2016; POLA <i>et al.</i> , 2020). O período de secagem das amostras variou de 11 e 9 dias para mandioca doce e amarga, e produtividade de raízes secas de tipo doces de 0,0425kg, contra 0,0775kg mandioca amarga.
<i>Secagem artesanal ao sol na base de copa em tenda plástica de cor branco</i>	Nesta tecnologia de secagem há dificuldades de controlo da temperatura e fluxo do ar no interior da tenda, fácil de criar mofo ao alimento e sua estrutura é frágil quando faz vento. Por outro lado, sua estrutura é simples de fazer, utilizar e armazenar. Os produtos estão protegidos de aderir com poeiras, pedras ou aderência com areia e menos trabalhosa para movimentar ou recolher os alimentos em caso de ocorrência de chuvas. O ataque por pragas é minimizado (REVELAR, 2016; CELESTINO, 2010). O período de secagem foi igual em ambas variedades de mandioca (13Ds), porém na variedade doce obteve índice de produtividade de secagem de 0,0750kg em VD1179 e 0,0975kg na mandioca doce.

Fonte: (Adaptado pelo Autor, 2024).

4. Considerações Finais

A secagem natural dos alimentos tem sido uma das formas de pré processamento muito apropriada para pequenas e medias agroindustrias, pois requer pouco investimento. Durante a secagem dos alimentos são usados diferentes superfícies e materiais de secagem, desde tradicionais ou locais como nas próprias superfícies do solo, capim, bambus e de fabrico industrial (lonas plásticas de cor preto e brancas), adquiridos nos mercados locais com custos baixos. A produtividade de secagem de matéria seca de mandioca (doce e amargas) alcançada através de uso destes tipos de superfícies de secagem artificiais ao sol ao fim do periodo de secagem (30/11 a 12/12/2023), foi diferente entre os tipos de técnicas de secagem. Os valores de produtividade de secagem achados nas técnicas variaram de 0,0425kg *c* (TASS₄) a 0,0775kg *a* (TASS₅) para mandioca doce, e 0,0700 kg *b* (TASS₂) a 0,0975 *c* (TASS₅) para mandioca amarga. A percentagem (%) de produtividades nas técnicas de secagem correspondeu a 21,78 % (TASS₄) a 39,73% (TASS₁) para mandioca doce e 31,9% (TASS₁) a 44,38% (TASS₅). Estes resultados comprovaram a eficácia dos tipos de técnicas de secagem avaliadas nos tipos de mandioca, pois, estão dentro e superaram os parâmetros de produtividades de matéria seca de mandioca a ser alcançada a cada 1000kg de mandioca fresca na ordem de 300kg a 400kg (30 a 40%) e com maior frequentemente entre 20 a 40%. No entanto, durante o uso desse tipo de técnicas de secagem, difícil é o controlo de factores abióticos como temperatura, circulação do ar e ventos nas superfícies de secagem e ataque do produto com insectos. Em certo momento, o levantamento das poeiras provocadas pela ocorrência de ventos, permite aderência do produto com poeiras e pedras, reduzindo significativamente a qualidade do mesmo.

5. Referências

BARBOSA, J. C.; MALDONADO JÚNIOR, W. Experimentação agronômica & AgroEstat: sistema para análises estatísticas de ensaios agronômicos. Jaboticabal: Funep, 2015. 396 p.

CARRERA, A. G. P.; LORENZO, N. D.; ARAÚJO, F. C. B.; CUNHA, R. L.; CUNHA, E. F. M.; ROSÁRIO, F. S.; ARAÚJO, M. P. S. Avaliação do rendimento de raízes de diferente genótipo de mandioca brava (*Manihot esculenta*, Crantz). In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 17.; SEMINÁRIO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA EMBRAPA AMAZÓNIA ORIENTAL, 1., 2013, Belém. **Anais [...]**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2013.

CARGNELUTTI FILHO, A.; LÚCIO, A. D. C.; LOPES, S. J. **Experimentação agrícola e florestal.** Santa Maria: UFSM, 2009. 206 p.

CELESTINO, S. M. C. **Princípios de secagem dos alimentos.** Planaltina: Embrapa Cerrados, 2010. 49 p. (Documentos, 276).

CENTRO TÉCNICO DE COOPERAÇÃO AGRÍCOLA E RURAL. **Como fazer farinha de mandioca de boa qualidade.** Wageningen: CTA, 2000. (Coleção Guias práticas do CTA, 5).

- DADOS MUNDIAIS. **Clima em Nampula (Moçambique)**. [S. l.]: Dados Mundiais, 2024. Disponível em: <https://www.dadosmundiais.com/afrika/mocambique/clima-nampula.php>. Acesso em: 16 out. 2024.
- DÓSEA, R.; MARCELLINI, P. S.; SANTOS, A.; RAMOS, A. L. D.; LIMA, A. S. Qualidade microbiológica na obtenção de farinha e fécula de mandioca em unidades tradicionais e modelo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 2, p. 441-446, 2010.
- ELETROBRAS. **Processamento de farinha e fécula de mandioca**: uso produtivo e eficiente da energia elétrica. Rio de Janeiro: Centrais Elétricas Brasileiras SA, 2014. 81 p. (Centros Comunitários de Produção).
- FIALHO, J. F.; VIEIRA, E. A.; CARVALHO, J. E. B. Tratos cultural. In: FIALHO, J. F.; VIEIRA, E. A.; BORGES, A. L. **Cultivo da mandioca para região do cerrado**. Brasília: Embrapa Cerrados, 2017. p. 34-36.
- HUMAN DEVELOPMENT REPORT. **Programa de desenvolvimento das Nações Unidas**. Nova York: UNDP, 2019.
- IAI. **Inquérito Agrário Integrado**. 2020.
- IIAM. **Instituto de Investigação Agronómica de Moçambique**. Maputo: IIAM, 2023.
- JESUS, R. M. P. **A variação da radiação solar**. San Francisco: Scribd, 2024. Disponível em: <https://pt.scribd.com/doc/22732613/A-Variacao-da-Radiacao-Solar>. Acesso em: 10 mar. 2024.
- MCSEWEN, S.; WALKER, T. S.; SALEGUA, V. A.; PITORO, R. **O Impacto económico de variedades de mandioca tolerantes à doença da podridão radicular sobre a segurança alimentar no litoral de Moçambique**. Maputo: IIAM, 2006. 38 p. (Relatório de Pesquisa, 1).
- MOSCA, J.; ABBAS, M. **IAI 2020**: vendas e perdas pós-colheita. Maputo: Observatório do Meio Rural, 2021. 12 p. (Destaque Rural, 139).
- PAZ, R. B. O.; COSTA, C. H. M.; VIEIRA, E. A.; COELHO, M. V.; CRUZ, S. C. S.; MACHADO, L. B. Desempenho agronómico de cultivares de mandioca de mesa em ambiente do cerrado. **Colloquium Agrariae**, Presidente Prudente, v. 16, n. 3, p. 37-47, 2020.
- POCA. **Plano operacional da comercialização agrícola**. Maputo: Comercialização Agrícola, 2020. 123 p.
- POLA, A. C.; MORETO, A. L.; NUNES, E. C.; PERUCH, L. A. M.; NEUBERT, E. O. 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.
- POLA, A. C.; MORETO, A. L.; NUNES, E. C. Matéria seca em raízes de mandioca determinada pelos métodos da balança hidrostática e de secagem em estufa. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 33, n. 1, p. 56-60, 2020.
- REVELAR. **Processamento e conservação dos produtos frescos**: C2 revelar as boas práticas. Ferramentas para apoiar a transformação das comunidades. v. 1. Teddington: Tearfund, 2016.
- SENAR. **Agro-indústria**: produção de derivados da mandioca. Brasília, DF: Serviço Nacional de Aprendizagem Rural, 2018. 72 p. (Coleção SENAR, 214).
- SILVA, J. S.; AFONSO, A. D. L.; DONZELLES, S. M. L. Secagem e secadores. In: SILVA, J. S.; AFONSO, A. D. L.; DONZELLES, S. M. L. **Secagem e armazenamento dos produtos agrícolas**. Cap. 5, p. 107-113.
- VIDIGAL FILHO, P. S.; ORTIZ, A. H. T.; PEQUENO, M. G.; BORÉM, A. (org.). **Do plantio à colheita**: Mandioca. São Paulo: Oficina de Textos, 2022.

WEATHER SPARK. **Clima e condições meteorológicas médias em Nampula no ano todo Moçambique**. Excelsior: Weatherspark, 2024. Disponível em: <https://pt.weatherspark.com/y/101091/Clima-caracteristicoco-em-Nampula-Moçambique-durante-o-ano>. Acesso em: 15 mar. 2024.

EVALUATION OF THE PRODUCTIVITY OF BITTER AND SWEET CASSAVA ROOTS (*Manihot esculenta crantz*) SUBJECTED TO ARTISAN SUN DRYING TECHNIQUES, IN THE DISTRICT OF NAMPULA

Summary

Inadequate product management in post-harvest periods results in physical, chemical and microbiological contamination, loss of quality and low profitability of harvested products for rural and low-income households. The objective of the study is to evaluate the productivity of bitter and sweet cassava (*Manihot esculenta crantz*) roots, subjected to artisanal sun-drying techniques, in the district of Nampula. The Completely Randomized Design (DIC) experiment was conducted at the Institute of Agricultural Research of Mozambique, Northeast Zonal Center of the City of Nampula, from 11/30 to 12/12/2023, involving five artisanal randomized sun drying techniques. with four repetitions. In total, two DICs were established, each with respective types of drying techniques and type of cassava (sweet and bitter). To collect cassava samples, cassava varieties that were 11 months old were identified. The harvest followed the stage of pruning the stems and pulling out the roots, followed by peeling, homogeneous distribution of the roots in each artisanal technique and drying in the experimental unit. About 3,897kg sweet cassavas were distributed by drying technique and repetitions of due DIC, about 0.778kg and 0.195kg, against 4.404kg of bitter cassava roots between 0.88kg and 0.22kg of roots, respectively. At the end of the drying period, the results obtained from the study variables were subjected to statistical analysis and Tukey Test at a level of 5% significance by the AgroEstat Statistical Software. The drying period for samples of sweet and bitter cassava roots varied from 7 to 13 days. The artisanal sun drying techniques resulted in a productivity of dry matter of cassava roots that differed between the types of drying techniques considered high, i.e., from 0.0425kg c (TASS4) to 0.0775kg a (TASS5) for samples of sweet root, and 0.0700 kg b (TASS2) to 0.0975 c (TASS5) with bitter root. In percentage terms (%), productivity in drying techniques corresponded to 21.78% (TASS4) to 39.73% (TASS1) for sweet cassava and 31.9% (TASS1) to 44.38% (TASS5).

Keywords: *Manihot esculenta crantz; Artisanal drying in the sun; Productivity.*

Agradecimentos

Meus supervisores da UniLúrio, Professor Almeida Machamba e Mestre Artur dos Santos, pelo apoio incondicionado para desenvolvimento deste manuscrito como parte da elaboração da Dissertação. Ao Instituto de Investigação Agronómica de Moçambique, Centro Zonal Nordeste de Nampula, em nome do Eng. Matusso do Sector de Raízes e Tubérculos e Eng. Aldo do Departamento de Processamento de Alimento, pela acomodação, apoio material, disponibilidade do espaço e supervisão durante a condução do experimento que resultou esta pesquisa.

6. APÊNDICE

6.1. Casualização do experimento, distribuição e secagem das amostras de mandioca nas respectivas técnicas artesanais de secagem ao sol, no período de 30/11 a 12/12/2023.



Fonte: Autor, (2023).

TASS₁-Técnica artesanal de secagem ao sol na base de capim;

TASS₂ -Técnica artesanal de secagem ao sol na base do solo;

TASS₃ - Técnica artesanal de secagem ao sol na base de lona plástica de cor preto;

TASS₄ - Técnica artesanal de secagem ao sol na base de capa de bambu;

TASS₅ -Técnica artesanal de secagem ao sol na base da copa de bambu em tenda plástica de cor branco.

6.2. Etapas de colheita da mandioca no campo de IIAM-CZnd de Nampula, 30 de Novembro de 2023.



A esquerda, etapa de poda da maniva e a directa etapa de arranque da raiz. **Fonte:** IIAM, 20


6.3. Factores do clima registados no local de condução do experimento (30 de Novembro - 12 de Dezembro, 2023).

Data	Factores de clima registados no local de experimento						
	Temperatura (°C)	Precipitação (mm)	Pressão atmosférica (%)	Velocidade horizontal de vento (km/h)			
				N	S	L	OE
30/11/23	32	0,0	68,5	8	-	-	-
01/12/23	35	88,3	64	6	6	-	-
02/12/23	35	1,8	81	10	-	-	-
03/12/23	36,1	0,0	75,5	-	4	-	2
04/12/23	35	0,0	62	-	-	-	8
05/12/23	35,6	0,0	65	8	-	6	-
06/12/23	35,6	0,0	65	8	-	6	-
07/12/23	34,6	0,0	72,5	8	8	-	-
08/12/23	35	0,0	69,5	-	9	-	9
09/12/23	35	0,0	75	8	-	8	-
10/12/23	35	0,0	64	4	-	6	-
11/12/23	37,2	0,0	69	8	-	6	-
12/12/23	32	0,0	65	2	-	6	-
Total	37,5	45,05	68,9	7,0	6,75	6,3	6,3

Fonte: IIAM, (2023). N - Norte; S – Sul; L – Leste; O - Oeste

7. ANEXO

Comité Institucional de Bioética para Saúde da Universidade Lúrio – CIBSUL


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

AO:

INVESTIGADOR PRINCIPAL

Castro Pedro Muhamale

Ref^o: 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 secage 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 secage 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**.

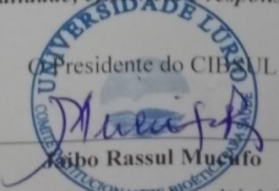
A presente aprovação tem uma duração de um ano a partir da data da assinatura e o pedido da sua renovação faz-se três meses antes do término da validade. A aprovação ética não substitui aprovação administrativa.

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 Mucifo
(Assistente Universitário)

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

CIBSUL-2021