

## **Formulação de uma dieta alternativa à base de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) e feijão nhemba (*Vigna unguiculata* L.) para galinha indígena no sector familiar de Moçambique**

**Formulation of an alternative diet based on Cassava (*Manihot esculenta* Crantz) and Cowpea (*Vigna unguiculata* L.) for indigenous chicken in the family sector of Mozambique**

**Formulación de una dieta alternativa a base de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) y Caupí (*Vigna unguiculata* L.) para pollo indígena en el sector familiar de Mozambique**

Recebido: 13/11/2022 | Revisado: 29/11/2022 | Aceitado: 06/10/2023 | Publicado: 10/10/2023

### **Delfino Isac Belarmino Afo**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7469-3389>  
Universidade Federal da Paraíba, Brasil  
Universidade Save, Moçambique  
E-mail: [delfinoisac.afo@gmail.com](mailto:delfinoisac.afo@gmail.com)

### **Filomena dos Anjos**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4400-7381>  
Universidade Eduardo Mondlane, Moçambique  
E-mail: [anjomena@gmail.com](mailto:anjomena@gmail.com)

### **Lucas Daniel Tivana**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0905-8829>  
Universidade Eduardo Mondlane, Moçambique  
E-mail: [lucastivana@yahoo.co.uk](mailto:lucastivana@yahoo.co.uk)

### **Nelson Hilário Mubai**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4243-6190>  
Universidade Federal de Pelotas, Brasil  
Universidade Save, Moçambique  
E-mail: [nhmubay@live.com](mailto:nhmubay@live.com)

### **Resumo**

Com objetivo de produzir uma dieta para galinha indígena à base de produtos localmente disponíveis e uso de técnicas simples nas zonas rurais de Moçambique, foram produzidas 3 misturas de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) (24.7, 15.5 e 7.8 %) e feijão nhemba (*Vigna unguiculata* L.) (75.3, 84.5 e 92.2 %), com diferentes níveis de proteína bruta - PB (17.7, 19.8 e 21.7%), designadas como T1, T2 e T3, respetivamente. Os dois ingredientes foram obtidos em lotes únicos de produção de produtores locais, foram pré-processados e misturados. A agregação foi feita usando a tecnologia de torrefação com agitação manual à temperaturas entre 80 e 90°C. Após a agregação realizou-se a caracterização das dietas através das análises físico-químicas, pela determinação da Atividade de água (Aw), Índice de absorção de água (IAA), Teor de humidade, Teores de cinzas, proteínas, lipídios, carboidratos e pH. Para análise dos resultados fez-se a análise de variância (ANOVA) seguido pelo teste de Tukey, utilizando o software estatístico SAS. As dietas T1, T2 e T3 apresentaram diferentes granulometrias e colorações, tendo resultado em dietas com partículas maiores, médios e menores com coloração clara, menos clara e escura, respectivamente, com a crescente inclusão de farinha de feijão e diminuição de farinha de mandioca. O uso de mandioca e feijão nhemba para a formulação de dietas para galinha indígena e a agregação manual das partículas permitiu obter uma tecnologia adequada aos pequenos criadores pois as dietas experimentais apresentam características físicas e químicas ideais para a sua estabilidade e alimentação das galinhas.

**Palavras-chave:** Dieta; Mandioca; Feijão nhemba; Agregação; Galinha indígena.

### **Abstrat**

With the aim of producing a diet for indigenous chicken based on locally available products and using simple techniques in rural areas of Mozambique, 3 mixtures of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) (24.7, 15.5 and 7.8 %) and cowpea (*Vigna unguiculata* L.) (75.3, 84.5 and 92.2%), with different levels of crude protein - CP (17.7, 19.8 and 21.7%) designated as T1, T2 and T3, respectively. The two ingredients were obtained in single production batches from local producers, were pre-processed and mixed. Aggregation was performed using roasting technology with manual stirring at temperatures between 80 and 90°C. After the aggregation, the characterization of the diets was carried out through physical-chemical analysis, by determining the water activity (Aw), water absorption index (IAA), moisture content, ash content, protein content, lipids, carbohydrate content and pH. Data was submitted to analysis of

variance (ANOVA) followed by Tukey test using the SAS software. The diets T1, T2 and T3 presented different granulometries and colors, resulting in diets with larger, medium and smaller particles with light, less light and dark color, respectively with the increasing inclusion of cowpea flour and decreasing cassava flour. The use of cassava and cowpea for the formulation of diets for hens and the manual aggregation of the particles allowed to obtain an adequate technology for small breeders, since the experimental diets present ideal physical and chemical characteristics for their stability and feeding the hens.

**Keywords:** Diet; Cassava; Cowpea; Aggregation; Indigenous chicken.

### Resumen

Con el objetivo de producir una dieta para pollo indígena basada en productos disponibles localmente y usando técnicas simples en áreas rurales de Mozambique, 3 mezclas de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) (24,7, 15,5 y 7,8%) y caupí (*Vigna unguiculata* L.) (75,3, 84,5 y 92,2%), con diferentes niveles de proteína bruta - PB (17,7, 19,8 y 21,7%), designados como T1, T2 y T3, respetivamente. Los dos ingredientes se obtuvieron en lotes de producción únicos de productores locales, se pre-procesaron y se mezclaron. La agregación se realizó mediante tecnología de tostado con agitación manual a temperaturas entre 80 y 90°C. Luego de la agregación, se realizó la caracterización de las dietas mediante análisis fisicoquímicos, mediante la determinación de la actividad de agua (Aw), índice de absorción de agua (IAA), contenido de humedad, contenido de cenizas, contenido de proteína, lípidos, contenido de carbohidratos y pH. Para analizar los resultados se realizó análisis de varianza (ANOVA) utilizando el software estadístico SAS. Las dietas T1, T2 y T3 presentaron granulometrías y colores diferentes, resultando dietas con gránulos más grandes, medianos y pequeños con coloración clara, menos clara y oscura, respectivamente con la inclusión creciente de harina de caupí y reducción de harina de yuca. El uso de yuca y caupí para la formulación de dietas para gallinas y la agregación manual de las partículas permitió obtener una tecnología adecuada para los pequeños criadores, ya que las dietas experimentales presentan características físicas y químicas ideales para su estabilidad y alimentación de las gallinas.

**Palabras clave:** Dieta; Mandioca; Caupí; Agregación; Pollo indígena.

## 1. Introdução

Avicultura é a atividade pecuária que ocupa o segundo lugar no mundo, com cerca de 71 milhões de toneladas ao ano no ranking de produção mundial de carnes (Sarcinelli *et al.*, 2007; EMBRAPA, 2021).

Moçambique é um país essencialmente agrícola, onde a prática da atividade pecuária é considerada complementar, de sobrevivência, principalmente em regiões onde a agricultura é menos segura. Das atividades pecuárias desenvolvidas no país, a avicultura é a de maior contribuição à nutrição de famílias com baixa renda (Nicolau *et al.*, 2011). Neste país, a galinha no sector familiar desempenha um grande papel na segurança alimentar das pessoas mais desfavorecidas, mulheres e crianças, e é criada em todo o país (Alders & Spradbrow 2001). Também constitui a espécie animal mais utilizada em cerimónias tradicionais nas comunidades bem como a função 'recicladora' pois transformam recursos alimentares não usados pelos humanos e restos de alimentos em valiosa proteína na forma de carne e ovos (Garcês & Dos Anjos, 2014).

De acordo com Mata *et al.* (2000), cerca de 80% da população rural moçambicana possui galinhas (de raças não definidas – raça *indígena ou landim*), sendo esta a espécie mais difundida. Estas galinhas são criadas em sistema extensivo (Dos Anjos *et al.*, 2001), sem um alimento (dieta) específico. Ademais, estas aves procuram os seus alimentos esgravatando ao redor das casas e machambas das famílias.

A alimentação das galinhas é um fator de grande importância e chega a representar entre 70 - 80% dos custos de criação mesmo no sistema extensivo (Novelini, 2011; Antunes *et al.*, 2012; Santos & Grangeiro, 2012). Com o aumento dos efetivos, reduz-se o espaço para as galinhas esgravatarem e aumenta a competição para alimentação, que já é escassa.

A dieta convencional torna a produção da galinha indígena no sector familiar mais onerosa devido ao seu alto custo para a sua aquisição pelos produtores deste sector. Por outro lado, a produção destas rações usa-se principalmente o milho e soja como fontes energética e proteica, respectivamente. A baixa produção de soja e a competição do milho para alimentação humana e animal torna inviável o uso destes produtos para a alimentação de galinha indígena neste sector, pelo que urge a necessidade do aproveitamento de produtos localmente disponíveis para a sua alimentação, produzindo dietas alternativas, usando tecnologias baratas e acessíveis para os criadores das zonas rurais.

As famílias rurais em Moçambique produzem alguns produtos que podem servir de alternativas para a formulação de dietas tais como a mandioca e feijão nhemba que podem servir como fontes de carboidratos e de proteínas, respectivamente. No entanto, a mandioca não se usa normalmente *in natura* na alimentação das galinhas, devido ao seu estado fresco e presença (em grande parte de espécies) de cianetos e o feijão, apesar de ser usado normalmente de forma isolado, precisa de se agregar a outros produtos para complementar as exigências nutricionais das galinhas. Neste contexto, há que se encontrar uma forma de agregação destes dois produtos.

Na indústria, a agregação de partículas é feita através da técnica de peletização, contudo, nas zonas rurais de Moçambique ainda existe a dificuldade do uso desta tecnologia ao nível do sector familiar, podendo se recorrer ao uso da tecnologia do rale (similar a peletização) usado normalmente nestas regiões-zonas.

A Tecnologia do Rale é uma técnica muito utilizada nas zonas rurais em Moçambique, que leva à redução do potencial da toxicidade da mandioca (Tivana *et al.*, 2010; Tivana, 2012), permitindo a obtenção de um produto final granulado, não pulverulento para a alimentação humana. Durante este processo, a gelatinização do amido pode resultar em agregação de outras partículas e formação de pellets durante a retrogradação.

Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a formulação de uma dieta contendo mandioca e feijão nhemba, produzida através da Tecnologia do Rale para a alimentação da galinha indígina no sector familiar de Moçambique.

## 2. Metodologia

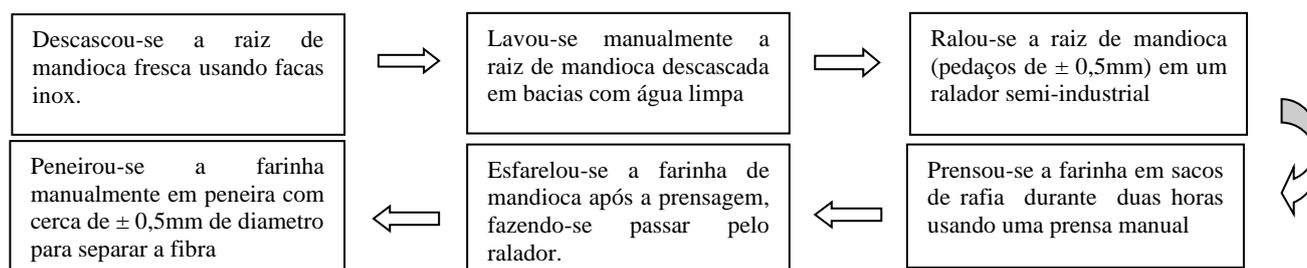
O feijão nhemba e a mandioca utilizados na formulação das dietas experimentais foram obtidos em lotes únicos de produção de produtores locais do sector familiar.

### Processamento dos ingredientes da ração (mandioca e feijão nhemba)

#### • Preparação da farinha de mandioca

A farinha de mandioca foi preparada de acordo com o diagrama da Figura 1 abaixo.

Figura 1 - Fluxograma da preparação da farinha de mandioca.



Fonte: Autores.

O diagrama da Figura 1 mostra a sequência dos processos unitários (descasque, lavagem, moagem da raiz da mandioca, prensagem, esfarelamento e peneiração da farinha de mandioca) na preparação da farinha de mandioca. No fim deste procedimento a farinha de mandioca apresentava cerca de 45% de humidade.

#### • Preparação da farinha de feijão nhemba

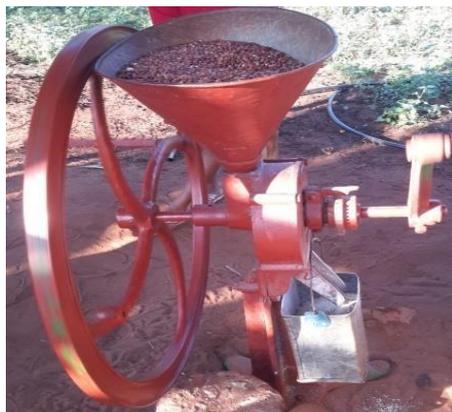
A farinha de feijão foi preparada através da moagem do feijão inteiro em um moinho manual caseiro, em partículas de  $1 \pm 0,5$ mm.

**Figura 2** - Feijão nhemba inteiro.



Fonte: Autores.

**Figura 3** - Moagem do feijão.



Fonte: Autores.

**Figura 4** - Farinha de feijão moído.



Fonte: Autores.

A Figura 2 representa o feijão nhemba inteiro, a Figura 3 o moinho manual caseiro (ETNA Nº 2, Maputo-Moçambique) usado para a moagem do feijão e a Figura 4 a farinha de feijão.

Depois preparação da farinha de mandioca e da moagem do feijão, determinou-se o nível proteico de cada uma das farinhas através do método de Kjeldahl, tendo se usado o fator 6.25 para conversão do nitrogénio detectado em proteína bruta.

### Formulação das dietas experimentais

A formulação das dietas experimentais com três níveis da proteína (18, 20 e 24%) predeterminados foi feita através da inclusão de diferentes percentagens dos dois ingredientes usados, calculadas pelo método do Quadrado de Pearson (Sakomura & Rostagno, 2007). Através deste método estabeleceu-se as proporções entre as farinhas de feijão nhemba e mandioca onde o valor obtido para a proteína foi intermediário ao teor de proteína dos dois ingredientes misturados. Em seguida, com o uso de uma balança de precisão pesou-se as quantidades correspondentes da farinha do feijão e da farinha de mandioca para cada tratamento. Misturou-se os ingredientes fazendo passar novamente do ralador da mandioca para se obter uma massa homogenia de cada mistura.

No final, torrou-se a massa obtida de cada tratamento numa frigideira em fogo brando, em forno de terra a carvão à temperaturas entre 80 – 90°C. Durante o tempo de torração mexeu-se a massa de forma cuidadosa, com um prato metálico, até dar a forma final granulada ou peletizada às dietas formuladas com aparência similar ao do rale comercial. Durante o processo de torrefação registrou-se através de um cronómetro o tempo decorrido até cada mistura atingir a estrutura final da dieta (similar à do rale comercial) na faixa da temperatura estabelecida.

### Caracterização das dietas experimentais (análise físico-química)

A caracterização das dietas experimentais foi feita através das análises físico-químicas das mesmas. As análises foram realizadas em triplicado de acordo com as recomendações de Park e António (2006), Nielsen (2010a) e de Amorim et al. (2012)

citados por Maholela (2016). As pesagens foram feitas em balança analítica (precisão 0,0001g) e determinou-se os seguintes parâmetros:

- **Atividade de água (Aw)**

Foi determinada por leitura em medidor de atividade de água (AQUA LAB, series 3 TE da Decagon Devices).

- **Índice de absorção de água (IAA)**

Pesou-se 1,25g da amostra e colocou-se no tubo de centrifugação contendo 10ml de água destilada. Em seguida completou-se o recipiente até a margem de 15ml de água destilada. O tubo foi levado à centrífuga por 30 minutos à 3000rpm. Após a abertura da centrífuga foi retirado o sobrenadante e feita a pesagem do tubo. A relação entre o peso da amostra hidratada e o seu peso inicial foi considerada como “água absorvida” (metodologia descrita por Sena & Nunes, 2006; Silva, 2013).

- **Teor de humidade**

Foram pesados 3g da amostra em cadinhos previamente tarados e colocados em estufa com circulação de ar à 105°C durante 6 horas segundo AOAC (1995) citado por Feniman (2004).

- **Teor de cinzas**

Foi determinado após incineração das amostras usadas na determinação de humidade, em mufla à 550°C durante 6 horas segundo AOAC (1995) citado por Feniman (2004) e Park e António (2006).

- **Teor de proteínas**

Foi determinado pelo método de Kjeldahl, onde a determinação de nitrogénio foi compreendida de 3 etapas: digestão da amostra em ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), liberação da amónia (NH<sub>4</sub>) por adição de hidróxido de sódio (NaOH) e titulação da amónia com ácido clorídrico (HCl). O fator 6.25 foi empregado para conversão do nitrogénio detectado em proteína bruta (AOAC, 2005; Park & António, 2006).

- **Teor de lipídios**

Foi obtido por extração em Soxhlet durante 8 horas e posterior evaporação do solvente (AOAC, 2005; Nielsen, 2010a).

- **Teor de carboidratos**

Foi determinado por diferença. Calculou-se a percentagem de humidade, de proteínas, de lipídios e cinzas e o restante foi considerado carboidrato segundo AOAC (1997) citado por Boen *et al.* (2007).

- **pH**

Para a determinação do potencial de hidrogénio por meio de pH metro, foram pesadas amostras de 10g e adicionados a estas 100ml de água destilada. Em seguida agitou-se manualmente o conteúdo por cerca de 3 minutos e efetuou-se a leitura do pH (Park & António, 2006; Amorim *et al.*, 2012).

- **Energia Metabolizável (EM)**

A energia metabolizável foi determinada através do método descrito por Gibney *et al.*, (2009), através da equação: EM (KJ/g) = (Proteínas\*17) + (Lipídios\*38) + (Carboidratos\*17), sendo 1Kcal = 4,2KJ.

### Análise estatística

Fez se análise de variância (ANOVA), utilizando o software estatístico SAS. A análise de variância (ANOVA) foi usada para testar o efeito significativo entre os tratamentos (rações formuladas) e usou-se o teste de Tukey a 5% de significância, para comparações múltiplas das médias dos tratamentos. O modelo estatístico usado para a ANOVA foi:

$$Y_{ij} = \mu + G_i + B_j + \varepsilon_{ij}$$

Onde:  $Y_{ij}$  é valor observado no bloco  $j$  que recebeu tratamentos  $i$ ,  $\mu$  é a média geral,  $G_i$  é o efeito dos tratamentos  $i$ ,  $B_j$  é o efeito do bloco  $j$  e  $\varepsilon_{ij}$  é erro experimental dos tratamentos  $i$  no bloco  $j$ .

## 3. Resultados e Discussão

### Caracterização dos ingredientes usados

**Tabela 1** - Composição proteica dos ingredientes usados na formulação das dietas.

Ingredientes	% de Nitrogênio	% de proteína
Farinha de feijão nhemba	3.744	23.4
Farinha de mandioca	0.24	1.5

Fonte: Autores.

A Tabela 1 mostra os resultados da porcentagem de nitrogênio determinado em cada um dos ingredientes e da porcentagem correspondente à proteína bruta determinada através da multiplicação da porcentagem do nitrogênio pelo fator de conversão (6.25).

A composição proteica (1.5% PB) da farinha de mandioca usada na produção das dietas experimentais esteve dentro dos parâmetros encontrados por El-Dash e Germani (1994), citado por Chisté e Cohen (2006) onde analisando a composição química de três variedades de mandioca, a sua composição proteica variou de 1,12 a 5.0%. E a composição proteica de feijão nhemba (23.4% PB) esteve dentro dos parâmetros encontrados por Maldonado e Sammám (2000), Bordim, *et al.* (2003) e Karoline *et al.* (2005) que varia de 20.4 a 32,2%, dependendo da variedade.

**Tabela 2** - Composição das dietas experimentais.

Ingredientes	T1 (17.7% PB)	T2 (19.8%PB)	T3 (21.7%PB)
Feijão (%)	75.3	84.5	92.2
Mandioca (%)	24.7	15.5	7.8

Fonte: Autores.

Na Tabela 2 estão representadas as quantidades dos ingredientes em porcentagem de cada tratamento da ração experimental para perfazer os níveis proteicos pretendidos (18, 20 e 24% PB) de acordo com o método do Quadrado de Pearson. No entanto, com estas quantidades foram produzidos três tipos de rações com níveis crescentes de proteína (17.7%, 19.8% e 21.7%).

A medição das concentrações das proteínas após a produção das rações foi feita para verificar se estas teriam os níveis proteicos pretendidos para cada tratamento. Os níveis de proteínas das rações experimentais não alcançaram os níveis pretendidos pelos cálculos feitos através do Quadrado de Pearson e Sistemas de equações, provavelmente pelas perdas que terão ocorrido no tratamento térmico das dietas e ao facto de não ter se usado nenhum premix para a correção das perdas, tal como o aconselhado por Rostagno *et al.* (2011).

### Processo da agregação das partículas pela tecnologia de produção do rale

A agregação das partículas constitui um processo importante na indústria alimentar. Ela permite a formação de agregados de diferentes ingredientes ou constituintes de um determinado produto ou mistura melhorando assim a sua apresentação e /ou utilização. Na produção de rações para animais melhora o aproveitamento dos nutrientes dado que reduz a escolha seletiva dos ingredientes por parte dos animais. Dentre vários processos usados na indústria alimentícia, destaca-se o uso de calor (altas temperaturas) para o efeito, como o demonstrado na Tabela 3 abaixo.

**Tabela 3** - Tempo e temperatura da torração das dietas experimentais.

Tratamento	Temperatura (°C)	Tempo (minutos)	Comportamento da dieta
<b>T1 (17.7% PB)</b>	80 – 90	Até 20	Secou e adquiriu a estrutura do rale comercial ou o formato da ração comercial, com uma coloração mais clara e formação de partículas maiores.
<b>T2 (19.6% PB)</b>	80 – 90	Até 15	Secou e adquiriu a estrutura do rale comercial ou da ração comercial, com uma coloração relativamente escura e formação de partículas relativamente menores.
<b>T3 (21.7% PB)</b>	80 – 90	Até 10	Secou e adquiriu a estrutura do rale comercial ou da ração comercial e apresentou uma coloração mais escura que as duas anteriores sem formação de agregados maiores.

Fonte: Autores.

Na Tabela 3 estão apresentadas as temperaturas, os diferentes tempos decorridos e o comportamento observado nas dietas experimentais durante o processo de torração nos diferentes tratamentos.

A formação de um produto com partículas maiores no T1 deveu-se provavelmente ao facto de este possuir maior quantidade de farinha de mandioca onde durante o tratamento térmico ocorreu a gelatinização do amido, tornado-se mais adesivo com maior facilidade em agregar outras partículas, o que é sustentado por Denardin e Silva (2013), Ascheri *et al.* (2010) e Oliveira (2011) afirmando que o amido quando aquecido em água os grânulos incham devido a gelatinização. Brumano e Gattás (2004), Benice (2008) citado por Oliveira (2011), salientam que no processo de cozimento à alta pressão, humidade e temperatura em curto espaço de tempo, as características do amido contribuem na expansão e formação do produto final. No entanto, a torração permitiu a produção de um produto gelatinizado com capacidade de inchaço devido a absorção de água (Oliveira, 2011; Tivana, 2012).

Nos tratamentos 2 e 3 a formação de partículas menores deveu-se provavelmente ao facto destes tratamentos possuírem relativamente, menores quantidades de farinha de mandioca (menor quantidade de amido e de água livre) e maiores quantidades de farinha de feijão (menor quantidade de água), respectivamente, o que provavelmente permitiu menor quantidade de amido a gelatinizar e a agregação de outras partículas com a consequente formação de partículas menores.

A coloração mais clara no T1 deveu-se provavelmente ao facto de este possuir maior quantidade de farinha de mandioca e a colorações mais intensas nos tratamentos 2 e 3 podem estar associados à ocorrência da reação de Maillard, favorecida pelo maior teor proteico que disponibilizam aminoácidos e maior quantidade de lipídeos para o efeito. Bastos *et al.*, 2011 e Hellwig *et al.*, 2015 afirmam que alimentos ricos em lipídeos e que são submetidos a calor seco apresentam maiores teores de produtos da reação de Maillard. Ainda nos tratamentos 2 e 3, a diminuição do tempo necessário para a torrefação deveu-se provavelmente ao facto destes tratamentos possuírem relativamente, menores quantidades de farinha de mandioca (menor quantidade de água livre) e maiores quantidades de farinha de feijão (menor quantidade de água), respectivamente, o que terá permitido uma rápida retrogradação.

### Caracterização físico-químicas das dietas experimentais

A Tabela 4 abaixo mostra os resultados das análises físico-químicas das diferentes dietas experimentais com as respectivas análises de significância nas mudanças observadas.

**Tabela 4** - Composição físico-químicas das dietas experimentais produzidas.

Análises	Tratamentos			Media Geral	Valor p	CV (%)
	T1	T2	T3			
AW	0.439 c	0.468 b	0.471 a	0.459	<0,0001	0.21
IAA (g/g)	2.93a	2.16b	1.89c	2.33	<0,0001	3.28
Teor de Umidade (%)	12.9 a	10.7b	14.4a	12.68	0,0046	0.49
Teor de Cinzas (%)	2.1c	2.4b	2.5a	2.32	0.0002	2.49
Teor de Proteínas (%)	17.7 c	19.8 b	21.7a	19.70	<.0001	2.11
Teor de Lipídeos (%)	2.37b	3.64a	3.7a	2.79	0.0369	18.78
Teor de Carboidrato (%)	64.98a	63.46a	56.37b	61.61	0.0002	1.79
pH	5.87a	5.97a	5.79a	5.88	0.2932	2.12
EM (Kcal/kg)	1495.62a	1553.74a	1467.79b	1505.71	0.0014	1.05

Medias seguidas pela mesma letra na linha não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. AW – Atividade de água, IAA – Índice de Absorção de Água, pH – potencial de hidrogênio, EM – energia metabolizável, Kcal – quilocaloria, CV – coeficiente de variação. Fonte: Autores.

#### I. Atividade de água (Aw) e humidade

A Aw das dietas experimentais (T1, T2 e T3) apresentou diferenças significativas, porém num intervalo considerado microbiologicamente estáveis. Segundo o Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia - ibcit (2004) os limites mínimos nas rações de aves para o crescimento fúngico seriam de 0.78 de Aw e para a produção de aflatoxinas de 0.86 de Aw. Os resultados mostraram que a atividade de água do produto apresenta-se dentro do intervalo, onde a velocidade de crescimento de microrganismos reduz-se, em especial os microrganismos patogênicos, podendo até sofrer paralisação completa dentro desse intervalo (Fellows, 2000; Park & António, 2006; Adams & Moss, 2008; Melo Filho & Vasconcelos, 2011).

Em relação à umidade (Tabela 4), todas as dietas experimentais podem ser consideradas estáveis, isto é, não deterioráveis, pois, de acordo com Park & António (2006), Benevenuto Júnior (2013) e Lima (2013) os produtos são considerados deterioráveis se apresentarem teor de água que varia entre 15 - 30%.

#### II. Índice de absorção de água (IAA)

As dietas experimentais apresentaram IAA cujo aumento em peso da amostra por grama variou entre 1.5 – 2.3 vezes. Este valor foi inferior ao encontrado por Maholela (2016) num estudo feito em ração para frangos de corte com a utilização parcial ou total da mandioca em substituição do milho que variou entre 3 - 5 vezes. E também inferior ao da dieta comercial, com a qual fez a comparação, que variou entre 2 - 3 vezes. O menor IAA verificado nestas rações pode-se atribuir às quantidades e processamento do amido nestas dietas, dado que este pode ser usado como agente ligante de água ou aglutinador, sendo essa capacidade adquirida após a sua gelatinização (Collares, 2011; Oliveira, 2011).

Entre as dietas experimentais, as diferenças significativas entre os IAA demonstrando uma correlação positiva com o nível de inclusão da farinha de mandioca em cada tratamento, acompanhado por diminuição progressiva do nível de carboidratos pode se atribuir à diferenças no nível de amido em cada tratamento, o que estaria de acordo com Brumano & Gattás (2004), Silva (2013) e Oliveira Neto *et al.* (2013) ao afirmarem que o amido ao sofrer a gelatinização, torna-se solúvel e absorve grandes quantidades de água. E segundo os mesmos autores em termos da digestibilidade, o T1 seria o melhor pois a

maior solubilidade e consequente absorção de grandes quantidades de água resultaria em melhor digestão enzimática devido à maior facilidade para ação das enzimas.

### III. Teor de cinzas

Os resultados sobre a determinação de cinzas nas dietas experimentais demonstraram diferenças significativas entre os três tratamentos, sendo crescente com o aumento da porcentagem do feijão e diminuição da mandioca. Estas diferenças estariam relacionadas com maiores percentagens de cinzas no feijão em relação à mandioca. Também estaria relacionado com a proteína em cada tratamento o que estaria relacionado com o NO<sub>2</sub> resultante da queima do nitrogênio proteico correspondente (Chisté & Cohen, 2006 e Karoline *et al* 2005)

Dados sobre a determinação de teores de cinzas em dietas de galinha indígena não foram encontrados na literatura, não obstante, Maholela (2016) num estudo feito em ração para frangos de corte, encontrou valores superiores aos reportados neste estudo que oscilaram entre 4.79 e 6.06 % em rações com níveis de proteína de 14.7 a 20.6 %. Os teores de cinzas obtidos por Maholela (2016) tiveram na sua maior contribuição o concentrado proteico utilizado na formulação das dietas (entre 6 - 8% PB) onde contrariamente a este estudo não se usou nenhum concentrado proteico. Isto está de acordo com Souza *et al.* (2008), Pereira *et al.* (2009) e Geraldi *et al.* (2012) segundo os quais a quantidade de cinzas da mandioca e feijão é muito reduzida, e não excede 2%.

### IV. Teor de proteínas, lipídeos e carboidratos

#### Teor de proteínas

Com o aumento da incorporação da farinha de mandioca nas dietas experimentais verificou-se a redução do teor de proteína, devido ao facto de o teor da proteína na farinha de mandioca ser inferior ao de farinha de feijão e em consequência disso, houve diluição da proteína da farinha do feijão pela farinha de mandioca. Isto estaria de acordo com o trabalho realizado por Maholela (2016), Chisté e Cohen (2006), Oliveira (2011) e Lobo *et al.* (2011), em programas de formulação de rações usando ingredientes com diferentes níveis de proteína.

Finalmente, para a formulação de dietas para aves, em especial da galinha indígena, o conteúdo em proteína bruta deve oscilar entre 16 – 21.4 % (Embrapa, 2003; Rostagno *et al.*, 2015). Neste contexto, todas as dietas experimentais apresentaram níveis de proteína dentro dos parâmetros recomendados pelo Rostagno *et al.* (2000), tendo faltado a de 16% para reprodutores, cabendo as que tiverem melhor desempenho ser aconselhados para os produtores familiares. No entanto, olhando para as necessidades das aves, de acordo com as tabelas de Rostagno *et al.* (2000) em termos dos níveis proteicos os T1, T2 e T3 seriam aconselháveis para a engorda, recria e cria, respectivamente. Não obstante, Rostagno *et al.* (2005) e Brugalli *et al.* (1999) citados por Ferreira (2010) afirmam que as aves podem adaptar-se a regimes alimentares diversos sem que, necessariamente, o seu peso final seja afetado, o que possibilita definirem-se programas de alimentação mais económicos.

#### Teor de lipídios

A redução do teor de lipídios com o aumento da incorporação da mandioca pode ser justificada pelo facto de o conteúdo lipídico do feijão (2.18 – 2.22%) ser superior ao da mandioca (0,41 - 0,50%) (Karoline *et al.* 2005; Chisté & Cohen, 2006; Lobo *et al.*, 2011). Apesar desse aumento, com diferenças significativas entre o tratamento 1 com os tratamentos 2 e 3, qualquer uma das dietas pode ser recomendada para as galinhas indígenas pois os valores estão dentro dos parâmetros recomendados pelas tabelas de exigências nutricionais (Rostagno *et al.*, 2000).

### **Teores de carboidratos**

O teor de carboidratos em cada ração experimental aumentou com o incremento da incorporação da farinha de mandioca. Os teores de carboidratos obtidos nos T1 e T2 foram maiores e não mostraram diferenças entre eles, tendo apenas mostrado diferenças com o T3. Essa diferença pode se atribuir ao facto de ter se incorporado menor quantidade de farinha de mandioca em relação aos tratamentos anteriores para poder-se alcançar o nível proteico desejado. O incremento de níveis de carboidratos nas rações experimentais com o aumento de farinha de mandioca deveu-se ao facto de os tubérculos (mandioca) possuírem grandes quantidades de carboidratos (65 - 85%) (Souza & Filho, 2003; Brumano & Gattás, 2004; Avancini, 2007; Denardin & Silva, 2008; Pereira *et al.*, 2009; 2011; Geraldi *et al.*, 2012), tendo como principal carboidrato o amido, em relação ao feijão nhemba com (50.8 - 52,3%) (Karoline *et al.*, 2005).

### **Teores de Energia Metabolizável**

O teor de EM em cada ração aumentou com o incremento da incorporação da farinha de mandioca. O teor de EM obtido nos tratamentos 1 e 2 foram as maiores em relação ao T3 que por sua vez mostrou menores níveis. Essa diferença deveu-se ao facto de os tratamentos 1 e 2 possuírem maior quantidade de carboidratos. Os nutrientes que participam na determinação de EM são as proteínas, lipídios e carboidratos, sendo os lipídios os que contribuem com mais calorias por grama (Gibney *et al.*, 2009).

### **V. Valores de pH**

O pH médio em todas as dietas experimentais foi de 5.88, neste caso, pH ácido, sem diferenças entre elas e segundo Bellaver e Scheuermann (2004), Gonçalves *et al.* (2005) e Faria *et al.* (2009) dentro do intervalo aceitável para o consumo pelas aves, incluindo galinhas indígenas pois analisando o pH em dietas de aves, especialmente para frangos de corte, Gonçalves *et al.* (2005) obtiveram os valores 6,60, 6,10 e 5,60.

## **4. Conclusão**

- Com o presente estudo foi possível a formulação de uma dieta no sector familiar na base de ingredientes localmente disponíveis através de uma tecnologia rural e manual de aglomeração de partículas finas de mandioca e feijão nhemba, com características físicas e químicas ideais para a sua estabilidade e alimentação das galinhas indígenas.
- Sugere-se a realização de mais estudos similares nas condições reais de campo, de forma a proporcionar resultados conclusivos de seu efeito sobre as galinhas indígena e a realização de outros estudos usando a combinação de outros produtos usados de forma isolada pelos criadores familiares na alimentação de galinhas indígena.

### **Agradecimentos**

- Aos produtores familiares que forneceram as matérias-primas (mandioca e feijão nhemba) para a produção das dietas,
- Ao Departamento de Química da Faculdade de Engenharia da Universidade Eduardo Mondlane (UEM)-Moçambique, aos técnicos dos laboratórios deste, da pós-colheita e de solos da Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal da UEM pela colaboração na realização de análises químicas dos ingredientes usados e das dietas produzidas nesta pesquisa.

## Referências

- Adams, M. R., & Moss, M. O. (2008). *Food microbiology*. 3rd edition. Royal Society of Chemistry, UK, 20-45.
- Alders, R. G., & Spradbrow, P. (2001). Controlling newcastle Disease in Village Chickens, *A Field Manual, Australian Center for International Agricultural Research*, Cambera, Australia; ACIAR Monograph No 82, pp 112.
- Amorim, A. G., Sousa, T. de A., & De Souza, A. O. (2012). Determinação do pH e acidez titulável da farinha de semente de abóbora (*Cucurbita maxima*), 1-6. *Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação (VII CONNEPI)* <https://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/viewFile/1159/2840>
- Antunes, M. M., Bueno, J. P. R., Silva, M. C. A., Soares, D. B., Dos Santos, I. L., Carvalho, C. M. C., Oliveira, M. V., & Fernandes, E. de A. (2012). Rendimento da carcaça e cortes em frangos de corte fêmeas de duas linhagens submetidas a diferentes níveis nutricionais. *Brasil, Vet. Not., Uberlândia*, v.18, n. 2 (supl.), p. 100-104. *IX Mostra da Pós-Graduação em Ciências Veterinárias e Apresentação de Trabalhos Científicos da FAMEV UFU* <https://seer.ufu.br/index.php/vetnot/article/download/22883/12397>
- Antunes, P. L., Bilhalva, A. B., Elias, M., & Soares, G. J. D. (1995). Valor nutricional de Feijão (*Phaseolus Vulgaris*, L.), cultivares Rico 23, Carioca, Piratã-1 e Rosinha-G2. *Revista Brasileira de Agrociência*. 1(1).
- Ascheri, D. P. R., Moura, W. de S., Ascheri, J. L. R., & De Carvalho, C. W. P. (2010). Caracterização física e físico-química de rizomas e amido do Lírio-do-Brejo (*Hechychion coronarium*). *Pesquisa Agropecuária Tropical, Brasil, Goiânia*, 40, 2, 159-166.
- Avancini, S. R. P. (2007). Caracterização química, microbiológica e toxicológica da água da fermentação do amido de mandioca. *Brasil, Florianópolis*, 13-26. *Tese de Doutorado em Ciência dos Alimentos*. <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/90302/241560.pdf?sequence=1>
- Bastos, D. H. M. et al. (2011) Produtos da reação de Maillard em alimentos industrializados. *Nutrire*, 36(3), 63-78.
- Benevenuto Júnior, A. A. (2013). Características físico-químicas e microbiológicas de mistura de milho moído e farelo de soja ozonizado utilizado na alimentação de frangos de corte. *Tese de Doutorado em Engenharia Agrícola*. Brasil, Minas Gerais, 1-15. <https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/751/1/texto%20completo.pdf>
- Boen, T. R., Soeiro, B. T., Pereira Filho, E. R., & Lima-Pallone, J. A. (2007). Avaliação do teor de ferro e zinco e composição centesimal de farinhas de trigo e milho enriquecidas. *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas*, 43, 4, [www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516...script=sci](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516...script=sci).
- Bordim, L.; Farinelli, R.; Penariol, F. G.; & Fornasier filho, D. (2003). Sucessão de cultivos de feijão-arroz com dose de adubação nitrogenada após adubação verde, em semeadura direta. *Bragantia*, 62(3), 417-428.
- Brumano, G. & Gattás, G. (2004). Soja integral extrusada na alimentação de aves e suínos. *Revista Electrónica Nutritiva*, 1, 13, 134-145.
- Chisté, R. C. & Cohen, K. de O. (2006). Efeito do processo de fabricação de farinha de mandioca. *Embrapa Amazônia Oriental*, Brasil, Belém, 11 – 34.
- Collares, R. M. (2011). Otimização do processo de hidrólise da mandioca “in natura” com o uso de enzimas amilolíticas e pectinolítica. *Dissertação de Mestrado em Engenharia de Processos* Brasil, Santa Maria, 13-20. <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/7949/COLLARES%2C%20RENATA%20MONTEIRO.pdf?sequence=1&isAllowed=1>
- Denardin, C. C. & Silva, L. P. (2008). Estrutura dos grânulos de amido e sua relação com propriedades físico-químicas. *Ciência rural*, 1-10.
- Dos Anjos, F., Fumo, A., Lobo, Q., Alders, R. G., Young, M. P., & Bagnol, B. (2001). Galinhas, Genero e Controle de “Newcastle”, *Revista “Extensão Rural-Moçambique”*; Ano 2, No 4 Abril de 2001, Ministério da Agricultura e Desenvolvimento Rural, 2125.
- EMBRAPA (2021). Tendências em avicultura e suinocultura: <https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/cias/tendencias>
- Faria, D. E., Henrique, A. P. F., Franzolin Neto, R., Medeiros, A., Junqueira, O. M., & Faria Filho, D. E. (2009) Alternativas ao uso de antibióticos como promotores de crescimento para frangos de corte: 2. *Ácidos orgânicos e probióticos*. *Ciencia Animal Brasileira*, 10, 1, 29-39.
- Fellows, P. (2000). Food processing technology, *Principles and practice*, 2nd edition. Woodhead publishing limited, 44-341.
- Feniman, C. M. (2004). Caracterização de raízes de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) do cultivar IAC 576-70 quanto a cocção, composição química e propriedades do amido em duas épocas de colheita, 1-9. *Dissertação de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos*. <https://www.semanticscholar.org/paper/CARACTERIZA%C3%87%C3%83O-DE-RA%C3%8DZES-DE-MANDIOCA-%28Manihot-DO-%C3%80-Feniman/3f86b5dc744cfed10716ba7a4470037499e1a878>
- Ferreira, A. H. (2010). Raspa integral de raiz de mandioca para frangos de corte. *Brasil, Piauí. Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 11(1), 131-139,
- Garcês, A. & Anjos, F. (2014). A produção familiar de galinhas nas zonas rurais de África: características e limitações *rev.cient. uem: sér. ciênc. agron. flores. vet.* 1(1), 82-99. Universidade Eduardo Mondlane- Moçambique.
- Geraldi, C. A. Q., Pereira, N. C., Frare, L. M., & Klassen, T. (2012). Análise econômico-financeira de um novo processo de produção de derivados de milho. *Engvista*, Brasil, 14(2), 185-195.
- Gibney, M. J., Lanham-New, S. A., Vorsten, H. H., & Cassidy, A. (2009). Introduction to human nutrition, 2nd edition. *The Nutrition Society Text book Series*, Wiley Black well, 31-33.

- Gonçalves, J. C., Sartori, J. R., Pezzato, A. C., Costa, C., Martinez, K. L. A., Da Cruz, V. C., Madeira, L. A., & Oliveira, H. N. (2005). Silagem de grãos úmidos de milho em substituição ao milho seco de ração de frangos de corte criados em dois sistemas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 40, 10, 1021-1028.
- Hellwig, M. et al. (2016) Stability of individual maillard reaction products in the presence of the human colonic microbiota. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 63, 6723-6730.
- Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (ibict). (2004). Análise de atividade de água em alimentos armazenados no interior de granjas de integração avícola. [http://bdt.ibict.br/vufind/Record/URGS\\_3e7a2d44a454b581473b8299df953e8b](http://bdt.ibict.br/vufind/Record/URGS_3e7a2d44a454b581473b8299df953e8b)
- Lima, D. C. (2013). Estágio em processamento de rações extrusadas: Estabilidade de alimentos extrusados para cães armazenados em embalagens abertas e fechadas. Universidade Federal do Paraná, Brasil, 1 – 19.
- Lobo, C. F., Aguiar, J. L. P., & De Sousa, T. C. R. (2011). Mandioca no cerrado. *Empresa Brasileira de pesquisa Agropecuária (Embrapa)*, Cerrados, Brasil, Fortaleza, 13-25.
- Maholela, M. F. R. (2016). Utilização parcial ou total da mandioca e agregação manual das partículas no processamento de dieta para frangos de corte. *Dissertação de mestrado em tecnologia de alimentos*, UEM, Maringá.
- Maldonado, S.; Sammám, N. (2000). Composición química y contenido de minerales de leguminosas y cereales producidos en el noroeste argentino. *Archivos Latino Americanos de Nutrición*, 50(2), 195-199.
- Melo Filho, A. B., & Vasconcelos, M. A. (2011). Produção de alimentos – *Química de alimentos*, Brasil, 15-22.
- Nicolau, Q. da C., Borges, A. C. G., & Souza, J. G. (2011). Cadeia produtiva avícola de corte de Moçambique: caracterização e competitividade. *Revista de Ciências Agrárias*, 34, 1, [www.scielo.mec.pt/scielo.php?018X201100010001](http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?018X201100010001).
- Nielsen, S. S. (2010). *Food analysis*, (4th ed.), Pardue University, Springer, USA, 88-250.
- Nielsen, S. S. (2010a). *Food analysis laboratory manual*, (2nd ed.). Pardue University, Springer, USA, 19-100.
- Novelini, L. (2011). Milho: Produção, armazenamento e sua utilização na elaboração de ração para Aves. Universidade Federal de Pelotas, Faculdade de Agronomia, Brasil, Pelotas, p.10 – 20.
- Oliveira Neto, F. B., Costa Neto, J., & Martins, R. M. (2013). Fabrica de rações: processo de dosagem, mistura e peletização. *Nutrition for tomorrow Alliance*, [www.nftalliance.com.br/.../fabrica-de-raes-processo-d](http://www.nftalliance.com.br/.../fabrica-de-raes-processo-d).
- Oliveira, A. A., Gomes, C. V. A., Oliveira, R. G., Lima, F. M., Amorim, E. G., Agostinho, P. S. T., Sousa, D. F., & Lima, R. A. C. (2011). Desempenho e características da carcaça de frangos de corte alimentados com rações de diferentes formas físicas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40, 2450-2455.
- Park, K. J. & Antônio, G. C. (2006). *Análises de materiais biológicos*. Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola, pp2-17.
- Pereira, F. M., Queiroz, V. A. V., & Mendes, S. M. (2009). Teores de água, matéria seca, cinzas, fibras FDN e lipídios em milho armazenado em paióis da região central de Minas Gerais. Brasil. [ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/.../1/Teores-agua.pdf](http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/.../1/Teores-agua.pdf).
- Rostagno, H. S. et al. (2000). *Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais*. UFV, 141 p.
- Sakomura, N. K. & Rostagno, H. S. (2007). *Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos*. FUNEP, 11 – 16 p.
- Santos, J. L. & Grangeiro, J. I. T. (2012). Desempenho de aves caipiras de corte alimentadas com mandioca e palma de forrageiros enriquecidos de levedura. *Tecnologia e Ciência Agro-pecuária*, Brasil, João Pessoa. 6(12), 49–54.
- Sarcinelli, M. F., Venturini, K. S., & Silva, L. C. (2007). *Produção de frango de corte*. Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil, 1-8 p.
- Sena, R. F. & Nunes, M. L. (2006). Utilização de resíduos agroindustriais no processamento de ração para carcinicultura. *Revista Brasileira Saúde Produtiva*, Brasil, 7(2), 94-102.
- Silva Júnior, P.A. (2013). Rama da mandioca: uma alternativa para alimentação de codornas. 39 f. *Dissertação (Mestrado em Zootecnia)* – Universidade Federal de Alagoas, Centro de Ciências Agrárias. Rio Largo,
- Souza, A.S. et al. (2010). Utilização da raspa da mandioca na alimentação animal. *PUBVET*, Londrina, 4(14), Ed. 119, Art. 805.
- Souza, L. S. & Fialho, J. F. (2003). Cultivo de mandioca para a região do cerrado – Mandioca na alimentação animal: Raspas de raízes de mandioca, [sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/.../Mandioca/m](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/.../Mandioca/m).
- Tivana, L. D. (2012). *Cassava processing: Safety and protein fortification*. Universidade de Lund, Suíça, 1–26.
- Tivana, L. D., Dejmeck, P., & Bergenstahl, B. (2010). Characterization of the agglomeration of roasted shredded cassava (*Manihot esculenta crantz* roots). *WileyVCH Verlag GmbH & Co. KGaA Weinheim*, 637-646.