

**UNIVERSIDADE BRASIL  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM PRODUÇÃO ANIMAL  
CAMPUS DESCALVADO/SP**

**WANESSA DARÓZ MATTE**

**META-ANÁLISE DOS EFEITOS DA INCLUSÃO DE FONTES DE  
MANDIOCA NA ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE SOBRE O  
DESEMPENHO**

**META-ANALYSIS OF THE EFFECTS OF CASSAVA SOURCES FEED INCLUSION  
ON THE PERFORMANCE OF CHICKEN**

Descalvado – SP

2021

**WANESSA DARÓZ MATTE**

**META-ANÁLISE DOS EFEITOS DA INCLUSÃO DE FONTES DE  
MANDIOCA NA ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE SOBRE O  
DESEMPENHO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Animal da Universidade Brasil, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Mestre em Produção Animal

Profa. Dra. **Cynthia Pieri Zeferino**  
**Orientadora**

Descalvado – SP  
2021

Matte, Wanessa Daróz  
M387m Meta-análise dos efeitos da inclusão de fontes de mandioca na alimentação de frangos de corte sobre o desempenho / Wanessa Daróz Matte. – Descalvado: Universidade Brasil, 2021.  
62 f. : il. ; 29,5cm.

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Animal da Universidade Brasil, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Mestre em Produção Animal.  
Orientadora: Cynthia Pieri Zeferino

1. Alimento alternativo. 2. Avicultura. 3. Resíduos industriais.  
4. Subprodutos da mandioca. I. Título.

CDD 636.5



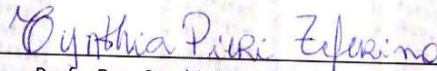
UNIVERSIDADE  
BRASIL

## CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**Wanessa Daróz Matte**

**“Meta-análise dos efeitos da inclusão de fontes de mandioca na alimentação de frangos de corte sobre o desempenho”**

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Produção Animal da Universidade Brasil, pela seguinte banca examinadora:



Profa. Dra. Cynthia Pieri Zeferino

(Orientador)

Programa de Pós-Graduação em Produção Animal



Profa. Dra. Sarah Sgavioli

Programa de Pós-Graduação em Produção Animal



Profa. Dra. Andréia Fróes Galuci Oliveira de Sousa  
Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul

Descalvado, 24 de agosto de 2021

**Profa. Dra. Cynthia Pieri Zeferino**

Presidente da Banca

Houve alteração do Título: sim ( ) não

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



UNIVERSIDADE  
BRASIL

### Termo de Autorização

#### Para Publicação de Dissertações e Teses no Formato Eletrônico na Página WWW do Respeetivo Programa da Universidade Brasil e no Banco de Teses da CAPES

Na qualidade de titular(es) dos direitos de autor da publicação, e de acordo com a Portaria CAPES no. 13, de 15 de fevereiro de 2006, autorizo(amos) a Universidade Brasil a disponibilizar através do site <http://universidadebrasil.edu.br/portal/cursos/ppgpa/>, na página do respectivo Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu*, bem como no Banco de Dissertações e Teses da CAPES, através do site <http://bancodeteses.capes.gov.br>, a versão digital do texto integral da Dissertação/Tese abaixo citada, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira.

A utilização do conteúdo deste texto, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, fica condicionada à citação da fonte.

Título do Trabalho: **“Meta-análise dos efeitos da inclusão de fontes de mandioca na alimentação de frangos de corte sobre o desempenho”**

Houve alteração do Título: sim ( ) não

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Autor(es):

Discente: Wanessa Daróz Matte

Assinatura: Wanessa Daróz Matte

Orientador: Profa. Dra. Cynthia Pieri Zeferino

Assinatura: Cynthia Pieri Zeferino

Data: 24 de agosto de 2021.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, por guiar meus caminhos. Aos meus pais, que sempre me apoiaram e me ajudaram financeiramente para conseguir completar meus estudos.

Agradeço ao meu noivo, Henrique Melo da Silva, pelo apoio e ajuda em todas etapas desse mestrado.

A minha orientadora, Profa. Dra. Cynthia Pieri Zeferino, por sua dedicação e competência em orientar, sendo fundamental para a conclusão deste trabalho.

Aos professores participantes das bancas, Dra. Andréia Fróes Galuci Oliveira de Souza, Dra. Sarah Sgavioli e Dra. Cássia Maria Barroso Orlandi, pelas sugestões de melhorias desta dissertação.

E aos meus colegas do curso de Mestrado Profissional em Produção Animal da Universidade Brasil, em especial à Mariane Zabotto Evangelista, por compartilharem seus conhecimentos.

## RESUMO

Os custos de produção dos frangos de corte aumentaram nos últimos anos. Tendo em vista que este custo está atrelado, principalmente, à alimentação, pesquisas sobre ingredientes alternativos em substituição ao milho e ao farelo de soja tornam-se fundamentais. A mandioca (*Manihot esculenta crantz*) destaca-se por ser uma planta presente na alimentação humana e que durante o processamento industrial gera subprodutos com alto potencial para composição de rações de aves. Estudos sobre diversas fontes de subprodutos da mandioca na alimentação de frangos de corte encontram-se disponíveis na literatura, todavia, há falta de informação quanto à padronização dos subprodutos, bem como, o nível de substituição da mandioca em relação à fonte energética da dieta e seus efeitos sobre o desempenho. Objetivou-se, por abordagem meta analítica, avaliar o efeito da substituição do milho da dieta por subprodutos da mandioca (bagaço, farinha e polpa) sobre o desempenho de frangos de corte confinado e caipira. Foram analisados 18 artigos dos quais 14 com frangos confinado e quatro com frangos caipira, totalizando 117 médias de tratamento. Os efeitos foram avaliados pela diferença de média bruta (DMB), com valor de  $P < 0,05$ . De acordo com os resultados de desempenho para frangos confinado, a inclusão das fontes de subprodutos da mandioca na alimentação reduziu o ganho de peso corporal. Para o consumo de ração não houve efeito, no entanto, houve piora na conversão alimentar. Estes dados apresentaram valor de heterogeneidade alta, ou seja, maior que 50%, o que indica interferência em suas respostas não somente da inclusão da mandioca, mas sim de outros fatores, como a fonte de subproduto da mandioca, além do nível e do período de inclusão. Assim, para explorar a heterogeneidade cada fonte foi separada por níveis. Houve redução no ganho de peso dos frangos confinado para todas as fontes. Quanto ao consumo de ração, houve redução pelas aves alimentadas com a fonte de bagaço de mandioca. Em relação à conversão alimentar, a farinha de mandioca resultou em piora. Ao avaliar a inclusão de mandioca por período, acima de 21 dias de idade não houve diferença estatística para o desempenho das aves confinadas. Quanto aos resultados de desempenho para frangos de corte caipira, a inclusão dos subprodutos da mandioca, de forma geral, aumentou o consumo de ração e piorou a conversão alimentar. Entretanto, apesar da heterogeneidade alta, não foi possível a avaliação das fontes, além dos níveis e dos períodos de inclusão destes subprodutos, separadamente, em função do número reduzido de artigos disponíveis na literatura. Em conclusão, recomenda-se a polpa de mandioca em até 15% na dieta de frangos de corte confinado, acima de 21 dias de idade, sem afetar o desempenho. Além disto, destaca-se a importância da realização de estudos com relação ao custo vs. benefício do uso dos subprodutos da mandioca.

**Palavras-chave:** alimento alternativo, avicultura, resíduos industriais, subprodutos da mandioca

## ABSTRACT

Broiler production costs have increased in recent years. Given that this cost is mainly linked to food, research on alternative ingredients to replace corn and soybean meal becomes fundamental. Cassava (*Manihot esculenta crantz*) stands out for being a plant present in human consumption and that during industrial processing it generates by-products with high potential for the composition of poultry feed. Studies on various sources of cassava by-products in the feed of broiler chickens are available in the literature, however, there is a lack of information on the standardization of by-products, as well as the level of replacement of cassava in relation to the energy source of the diet and its effects on performance. By meta-analytic approach, the objective was to evaluate the effect of replacing corn in the diet with cassava by-products (bagasse, flour and pulp) on the performance of confined and free-range broilers. Eighteen studies were analyzed, 14 about confined chickens and four about free-range chickens, totaling 117 treatment means. The effects were evaluated by the raw mean difference (RMD), with a p-value < 0.05. According to the performance results of confined broilers, the inclusion of cassava by-product sources in the feed reduced body weight gain. For feed intake there was no effect, however, there was a worsening of feed conversion. These data showed a high heterogeneity value (greater than 50%), which indicates interference in their responses not only from the inclusion of cassava, but from other factors, such as the source of cassava by-product, in addition to the level and period of inclusion. Thus, to explore heterogeneity, each source was classified according to levels. There was a reduction in the weight gain of confined chickens for all sources. As for the consumption of feed, there was a reduction in birds fed with the cassava bagasse source. Cassava flour resulted in worsening of feed conversion. When evaluating the inclusion of cassava by period, above 21 days of age, there was no statistical difference for the performance of the confined birds. According to the performance results for free-range broilers, the inclusion of cassava by-products, in general, increased feed intake and worsened feed conversion. However, despite the high heterogeneity, it was not possible to evaluate the sources, in addition to the levels and periods of inclusion of these by-products, separately, due to the small number of studies available in the literature. In conclusion, it is recommended the cassava pulp up to 15% in the diet of confined broilers, above 21 days of age, without affecting performance. In addition, it is important to develop studies about the cost-benefit analysis of cassava by-products as poultry feed.

**Keyword:** alternative food, poultry, industrial residues, cassava by-products

## **DIVULGAÇÃO E TRANSFERÊNCIA DE CONHECIMENTO**

Na análise geral de desempenho das aves em relação às fontes (bagaço, farinha e polpa) de subprodutos da mandioca, o ganho de peso foi menor quando comparado à dieta base, o consumo não diferiu entre as dietas, porém a conversão alimentar foi pior. Estes resultados mostraram alta heterogeneidade (maior que 50%), o que indica interferência em suas respostas não somente da fonte da mandioca, mas sim de outros fatores. Assim, cada fonte foi separada por níveis e períodos de inclusão na dieta. Segundo a análise das fontes de subprodutos, separadamente, houve redução no ganho de peso das aves em todas as fontes. Para o consumo de ração, não houve efeito para a farinha e a polpa de mandioca e para a conversão alimentar, não houve efeito para a polpa e o bagaço de mandioca. Entretanto, após avaliar os níveis dentro das fontes, apenas a polpa de mandioca até 15% de inclusão não alterou o desempenho dos frangos confinados. Quando avaliada a inclusão de fontes de subprodutos da mandioca por período, apenas o período 2 (acima de 21 dias de idade) não apresentou diferença significativa para o desempenho das aves confinadas.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma de obtenção de subprodutos da mandioca .....	20
Figura 2–Fluxograma em forma de prisma de seleção dos artigos científicos para a realização do estudo de meta-análise sobre a inclusão de mandioca na alimentação de frangos de corte .....	33
Figura 3–Porcentagem dos estudos nacionais e internacionais.....	36
Figura 4– Números de trabalhos encontrados para cada sistema de produção .....	37
Figura 5–Porcentagem das fontes de subprodutos da mandioca na alimentação de frangos de corte confinado e caipira .....	37
Figura 6- Gráfico de barras que mostra os efeitos dos níveis de inclusão do bagaço de mandioca na alimentação sobre o desempenho (A - ganho de peso (g), B- consumo de ração (g) e C- conversão alimentar) de frangos de corte confinados. A linha horizontal indica a estimativa da diferença média bruta (DMB) e a linha vertical mostra o erro padrão correspondente. DMB (Mandioca-Controle) e 95% IC = Diferença média bruta entre as médias dos tratamentos com bagaço de mandioca e controle, com intervalo de confiança (IC) de 95%.....	43
Figura 7- Gráfico de barras que mostra os efeitos dos níveis de inclusão da farinha de mandioca na alimentação sobre o desempenho (A - ganho de peso (g), B- consumo de ração (g) e C- conversão alimentar) de frangos de corte confinados. A linha horizontal indica a estimativa da diferença média bruta (DMB) e a linha vertical mostra o erro padrão correspondente. DMB (Mandioca-Controle) e 95% IC = Diferença média bruta entre as médias dos tratamentos com bagaço de mandioca e controle, com intervalo de confiança (IC) de 95%.....	45
Figura 8 - Gráfico de barras que mostra os efeitos dos níveis de inclusão da polpa de mandioca na alimentação sobre o desempenho (A - ganho de peso (g), B- consumo de ração (g) e C- conversão alimentar) de frangos de corte confinados. A linha horizontal indica a estimativa da diferença média bruta (DMB) e a linha vertical mostra o erro padrão correspondente. DMB (Mandioca-Controle) e 95% IC = Diferença média bruta entre as médias dos tratamentos com bagaço de mandioca e controle, com intervalo de confiança (IC) de 95%.....	47
Figura 9- Gráfico de barras que mostra os efeitos dos períodos de inclusão de subprodutos da mandioca na alimentação sobre o desempenho (A - ganho de peso (g), B- consumo de ração (g) e C- conversão alimentar) de frangos de corte confinados. A linha horizontal indica a estimativa da diferença média bruta (DMB) e a linha vertical mostra o erro padrão correspondente. DMB (Mandioca-Controle) e 95% IC = Diferença média bruta entre as médias dos tratamentos com bagaço de mandioca e controle, com intervalo de confiança (IC) de 95%.....	50

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Composição química de três variedades distintas de mandioca .....	18
Tabela 2 –Composição bromatológica dos principais subprodutos e ou/resíduos industriais da mandioca.....	22
Tabela 3 – Níveis de inclusão das fontes de subprodutos da mandioca.....	31
Tabela 4 – Períodos de inclusão das fontes de subprodutos da mandioca .....	31
Tabela 5 – Trabalhos utilizados na meta-análise, de acordo com o autor, ano de publicação, periódico, número de aves (n), período (dias), sistema de criação (confinado e caipira) e desempenho (ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar) .....	35
Tabela 6– Local de realização dos estudos utilizados na meta-análise .....	36
Tabela 7–Efeito da inclusão de fontes de subprodutos da mandioca na alimentação sobre o desempenho de frangos de corte confinado .....	38
Tabela 8–Efeito da inclusão de fontes de subprodutos da mandioca (bagaço, farinha e polpa) na alimentação sobre o desempenho de frangos de corte confinado .....	40
Tabela 9–Efeito da inclusão de fontes de subprodutos da mandioca na alimentação sobre o desempenho de frangos de corte caipira .....	51

**LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS**

CA	Conversão alimentar
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CR	Consumo de ração
DMB	Diferenças médias brutas
FDA	Fibra em detergente ácido
FDN	Fibra em detergente neutro
GP	Ganho de peso
HCN	Cianeto de hidrogênio ou ácido cianídrico
$I^2$	Proporção da variação total das estimativas de efeito de tamanho
IC	Índice de Custo
IEE	Índice de Eficiência Econômica
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
N	Número de comparações de tratamentos com e sem fonte de mandioca

## Sumário

1. INTRODUÇÃO .....	13
2.OBJETIVOS .....	14
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
3 REVISÃO DA LITERATURA .....	15
3.1 FRANGOS DE CORTE CONFINADO E CAIPIRA .....	15
3.2 MANDIOCA.....	16
3.3 SUBPRODUTOS DA INDÚSTRIA DA MANDIOCA .....	19
3.3.1 Casca de mandioca.....	19
3.3.2 Polpa de mandioca .....	19
3.3.3 Bagaço de mandioca .....	20
3.3.4 Farinha de varredura .....	21
3.3.5 Raspa de Mandioca.....	21
3.4 MANDIOCA COMO SUBSTITUTO DE FONTE ENERGÉTICA NA DIETA DAS AVES.....	22
3.5 EFEITO DAS FONTES DE SUBPRODUTOS DA MANDIOCA, EM DIFERENTES NÍVEIS, SOBRE O DESEMPENHO DOS FRANGOS DE CORTE.....	23
3.6 IMPACTOS AMBIENTAIS DOS RESÍDUOS DE SUBPRODUTOS DA MANDIOCA .....	24
3.7 ANÁLISE ECONÔMICA DO USO DA MANDIOCA NA DIETA DE FRANGOS DE CORTE .....	26
3.8 IMPORTÂNCIA DA META-ANÁLISE DE TRABALHOS COM A MANDIOCA NA DIETA DE FRANGOS DE CORTE .....	27
4 MATERIAL E MÉTODOS .....	29
4.1 BUSCA E SELEÇÃO DAS PUBLICAÇÕES PARA ESTABELECIMENTO DO BANCO DE DADOS.....	29
4.2 COLETA, TABULAÇÃO E CODIFICAÇÃO DOS DADOS .....	30
4.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	31
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	32
5.1 DESCRIÇÃO DO BANCO DE DADOS .....	32
5.2 DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE CONFINADO .....	38
5.3 FONTES DE SUBPRODUTOS DA MANDIOCA PARA FRANGOS DE CORTE CONFINADO .....	39
5.4 NÍVEIS DE INCLUSÃO DENTRO DAS FONTES DE SUBPRODUTOS DA MANDIOCA NA ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE CONFINADO .....	41
5.4.1 Níveis do bagaço de mandioca.....	41
5.4.2 Níveis da farinha de mandioca.....	44
5.4.3 Níveis da polpa de mandioca .....	46
5.5 PERÍODOS DE INCLUSÃO DOS SUBPRODUTOS DA MANDIOCA NA ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE CONFINADO.....	49
5.6 DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE CAIPIRA.....	51
6. CONCLUSÃO .....	52
REFERÊNCIAS.....	53

## 1. INTRODUÇÃO

No panorama mundial da produção de frango de corte, o Brasil se destaca como principal exportador e terceiro país com maior produção de carne de frango. O crescimento na produção avícola brasileira acompanha a elevação do consumo *per capita* anual da carne, com 45,27 kg/ano (ABPA, 2020).

Entretanto, os custos de produção dos frangos de corte aumentaram nos últimos anos. Segundo dados da Embrapa Suínos e Aves, em fevereiro de 2021 houve aumento de 6,89% em relação ao mês anterior, além disto, a ICP Frango registrou recorde em fevereiro de 2021 (378,56 pontos) em relação a dezembro de 2020 (336,88 pontos). Este maior custo de produção está atrelado, principalmente, à alimentação das aves.

Na produção animal, a alimentação representa cerca de 70% dos custos totais, dependendo, principalmente, da disponibilidade das principais matérias-primas utilizadas nas formulações de rações. No caso das aves, o milho e a soja representam 90% da composição da dieta (AVISITE, 2011) e são ingredientes que sofrem variações em função da região e época do ano, gerando grandes oscilações nos preços.

Uma das formas de equilibrar os custos provenientes da alimentação, e conseqüentemente, da produção dos frangos, é a utilização de alimentos alternativos de qualidade e de composição conhecida para formulação de rações de custo mínimo, de forma a possibilitar uma adequação econômica mais conveniente ao produtor (RUFINO et al.,2015). Assim, para a garantia de sucesso na produção avícola brasileira, há a necessidade de maior controle no balanceamento das dietas com diferentes ingredientes encontrados no mercado, porém, a maior parte destas matérias-primas possui alto valor agregado por competirem com a indústria de alimento humano (CRUZ, 2011).

Pesquisas sobre alimentos alternativos em substituição ao milho e ao farelo de soja tornam-se imprescindíveis. Dentre estes alimentos destaca-se a mandioca (*Manihot esculenta crantz*), uma planta nativa da América do Sul, encontrada em praticamente todo o território nacional e considerada como o sexto alimento de maior importância no mundo, em função de sua fonte primária de amido (PAES, 2012). Esta planta possui características importantes como resistência e precocidade e se constitui numa das preferidas pelos pequenos produtores pelo baixo custo de produção (LATIF & MULLER,

2015).

A composição química da mandioca pode variar por diversos fatores que, segundo Cereda (1994), vai desde a variedade da planta até o nível tecnológico da indústria que realiza o processamento. A concentração energética dos subprodutos da raiz da mandioca é afetada pelo nível de umidade. Assim, as raízes ou os subprodutos, quando frescos, contém baixo teor de matéria seca e proporcionam menos de 1500 kcal de energia metabolizável por quilograma. Ao desidratar, a concentração de energia aumenta até 3600 kcal de energia metabolizável por quilograma (BUTIAGRO, 2001). Desta forma, a mandioca pode ser considerada um alimento energético interessante por apresentar valor elevado de amido e concentração baixa de proteína.

Atualmente, estudos sobre diversas fontes de subprodutos da mandioca na alimentação de frangos de corte encontram-se disponíveis na literatura. Todavia, há falta de informação quanto à padronização dos subprodutos, bem como, o nível de substituição da mandioca em relação à fonte energética da dieta e seus efeitos sobre o desempenho. Desta forma, a meta análise torna-se fundamental como ferramenta para unir os trabalhos já realizados e obter número maior de resultados, os quais resultam em dados com maior exatidão.

Além disto, estudos que envolvam a relação custo vs. benefício do uso dos alimentos alternativos, em particular dos subprodutos da mandioca, contribuem para maior conhecimento acerca do assunto.

O presente estudo busca fornecer resultados importantes para as agroindústrias envolvidas com a venda dos resíduos e subprodutos da mandioca, pois estes poderão auxiliar na tomada de decisão, quanto à utilização dos subprodutos da mandioca sem prejuízo no desempenho das aves.

## **2.OBJETIVOS**

Objetivou-se, por abordagem meta analítica, avaliar o efeito da substituição do milho da dieta por subprodutos da mandioca (bagaço, farinha e polpa) sobre o desempenho de frangos de corte confinado e caipira.

## 2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar um levantamento bibliográfico a respeito das fontes de subprodutos da mandioca, além dos níveis e períodos de inclusão, em substituição ao milho da dieta dos frangos de corte;
- Utilizar métodos quantitativos, por meio da meta-análise, para combinar diferentes estudos independentes e, com isto, obter conclusões com maior poder analítico sobre os efeitos da inclusão de subprodutos da mandioca na alimentação de frangos de corte;
- Avaliar os parâmetros de desempenho (ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar) dos frangos de corte alimentados com subprodutos da mandioca vs. milho;
- Avaliar os resultados de desempenho com subprodutos da mandioca em frangos de corte confinado e caipira.

## 3 REVISÃO DA LITERATURA

### 3.1 FRANGOS DE CORTE CONFINADO E CAIPIRA

O setor avícola é considerado, dentre as atividades pecuárias, o mais desenvolvido e tecnificado do mundo. Em 2020, o Brasil produziu 13.845 milhões de toneladas de carne de frango, sendo que destes 31% foram destinados à exportação e 69% permaneceram no mercado interno. Desta forma, o país ocupou o primeiro lugar no *ranking* das exportações e se posicionou como terceiro maior produtor de carne de frango, sendo os Estados Unidos e a China os maiores produtores (20.380 e 14.900 milhões de toneladas, respectivamente) (ABPA, 2021)

A carne de frango é um dos principais alimentos da dieta humana, por ter preço mais baixo em relação à carne bovina, além disto, as aves possuem a capacidade de transformação de grãos em proteína em curto espaço de tempo (ESPÍNDOLA, 2012). Desta forma, a nutrição se constitui em um dos fatores com maior relevância sobre a produção avícola, pois é responsável por promover melhorias na produtividade e no rendimento de carcaça (SOUZA et al., 2008).

A cadeia produtiva de frango de corte confinado apresenta vantagens pelo ciclo

produtivo rápido e pelo uso de sistemas modernos, com incorporação de novas tecnologias que vem resultando em crescimento constante na produção (RECK & SCHULTZ, 2016).

Os tipos de sistema produtivo, caracterizado pelo alto nível tecnológico e pela integração avicultor/agroindústria, torna dinâmica a atividade, o que resulta em maior atratividade quando comparada às demais atividades pecuárias no Brasil. Para os produtores, este sistema garante o escoamento da produção, além de garantir a assistência técnica e a facilidade para a obtenção de insumo de melhor qualidade, além disto, assegura produção ininterrupta, propicia maior facilidade de acesso ao crédito e a incorporação mais rápida de inovações tecnológicas (OLIVEIRA et al., 2015).

Quanto à criação de frango caipira, se constitui numa atividade que vem ganhando espaço, embora a oferta de seu produto ainda seja menor do que a demanda. Sobre a comercialização, esta pode ser efetuada de modo direto (produtor-consumidor), ou com a existência de, no máximo, um intermediário, para que seja um produto atrativo, tanto para quem compra como para quem produz (SAGRILO et al., 2003). De acordo com Silva & Nakano (1998), esse sistema de criação visa o bem-estar do animal e a preservação do ambiente. Nessas condições são produzidas aves com melhor qualidade de carne e ovos, ou seja, alimentos exigidos por um público consumidor mais consciente.

O Ofício Circular No. 007/99 de 19/05/1999, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) reconhece ambas denominações caipira e colonial para frangos de corte. Além disto, define aqueles criados para oferta ao mercado formal, como: frango caipira, frango colonial, frango tipo caipira, frango estilo caipira, frango tipo colonial e frango estilo colonial. Além das denominações citadas no Ofício, ainda existem outras denominações regionais de uso restrito, como é o caso do: frango da roça, frango de capoeira, galinha pé duro e galinha caipira, mas que são utilizados mais frequentemente para criações voltadas ao sustento doméstico dos produtores, e não para o mercado formal (MAPA, 1999).

### 3.2 MANDIOCA

Em 2020, a produção brasileira de raiz de mandioca foi de 18,96 milhões de

toneladas, o que representou uma queda na produtividade de 0,04% em relação ao ano anterior (2019), com reflexo na redução de 2,90% de área plantada e de 1,95% de área colhida (CONAB, 2021). Para o ano de 2021, estima-se que a produção brasileira de raiz de mandioca será de 18,95 milhões de toneladas, colhidas em uma área de 1,3 milhão de hectares (IBGE, 2021).

Apesar da posição de destaque do Brasil em relação ao mercado mundial, o país necessita de investimentos em inovação e tecnologia, especialmente na área de pesquisa, pois a cadeia produtiva da mandioca é muito heterogênea e caracteriza-se desde produtores que cultivam a planta para subsistência própria, até produtores altamente tecnificados, com grandes extensões cultivadas (SBM, 2015).

A mandioca é uma planta originária da América do Sul, principalmente da região Amazônica, sendo um arbusto pertencente à ordem *Malpighiales* e família *Euphorbiaceae*. Em função de sua origem tropical, possui cultivo fácil em temperaturas que variam de 20°C a 27°C (FAO, 2013).

É considerada a espécie cianogênica (isto é, plantas que produzem ácido cianídrico; HCN) de maior importância no Brasil (AMORIM et al., 2006). Desta forma, pode ser classificada em dois tipos: mansa (também denominada doce, de mesa, aipim ou macaxeira), extensamente cultivada e utilizada para o consumo humano por apresentar baixo teor de HCN (abaixo de 180 mg/kg) e brava (também denominada amarga) que não é adequada para o consumo humano e animal, pois apresenta alto teor de HCN (acima de 300 mg/kg), segundo Ngiki et al. (2014) e Sánchez (2004).

As diferentes partes da mandioca apresentam níveis distintos de HCN, os quais dependem de fatores como: região e idade da planta, variedade, fertilização, estado nutricional, condições ambientais e do solo, clima e tratamentos culturais (NAMBISAN, 2011). Estudos relatam maior volume de HCN por quilograma de matéria fresca no córtex da raiz e menor volume na polpa da raiz, quando comparada ao caule e às folhas. Bem como, menor a concentração de HCN em maior idade da planta (OLIVEIRA et al., 2012).

Existem vários métodos para eliminar, parcialmente ou totalmente, o conteúdo de HCN da mandioca. A desidratação natural, por ação dos raios solares, é o sistema mais seguro para a destruição do HCN livre, o qual se volatiliza facilmente com a alta temperatura do sol em conjunto com a ação do vento (SOUZA et al., 2010).

Esta planta possui nutrientes de excelente qualidade para o consumo humano e também na nutrição animal, tanto na forma *in natura*, ou por meio de restos culturais, como folhas, caules e subprodutos (TAKAHASHI, 2005). Quanto à composição de suas partes, a raiz é constituída por alto teor de carboidrato, principalmente o amido, e baixo teor de proteína bruta, variando de 1% a 3% (STUPAK et al., 2006). A raspa de mandioca integral é composta por 73,7% de amido, 4,21% de fibra, 2,64% de proteína e 0,52% de gordura (ROSTAGNO et al., 2017).

Segundo EL-Dash & Germani (1994), a composição da mandioca pode variar consideravelmente, conforme a variedade ou cultivar (Tabela 1), condições de cultivo e o estágio de desenvolvimento da planta.

Tabela 1: Composição química de três variedades distintas de mandioca

Composição (%)	Cultivar		
	A	B	C
Umidade	70,25	60-65	60-75
Amido	21,45	21-33	18-23
Açúcares	5,13	-	-
Proteína	1,12	1-1,5	2-5
Gordura	0,41	0,18-0,24	0,1-0,5
Fibra	1,11	0,70-1,06	1,5-2,5
Cinza	0,54	0,60-0,90	0,5-1,9

Fonte: EL-Dash & Germani (1994)

De acordo com as informações contidas nas Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (ROSTAGNO et al., 2017), os valores sugeridos de energia metabolizável em rações para frangos de corte machos, de desempenho médio superior são: 3.000 Kcal/kg de ração (para a fase de 1 a 7 dias), 3.100 Kcal/kg (fase de 8 a 21 dias), 3.200 Kcal/kg (fase de 22 a 33 dias), 3.250 Kcal/kg (fase de 34 a 42 dias) e 3.300 Kcal/kg (fase de 43 a 46 dias).

O baixo conteúdo de proteína da mandioca é um dos fatores limitantes à nutrição e, por isso, o sucesso de seu uso na dieta das aves como substituto do milho depende

da inclusão de alimentos que sejam boa fonte de proteína, principalmente lisina e metionina, para atender as necessidades de ganho de peso, porém a suplementação desses aminoácidos sintéticos acaba elevando o custo da dieta (OKEREKE, 2012).

### 3.3 SUBPRODUTOS DA INDÚSTRIA DA MANDIOCA

Segundo Souza et al. (2014), as casas de farinha são os locais onde ocorrem o processamento da matéria-prima mandioca para a fabricação das farinhas. Elas estão presentes, principalmente, nas pequenas comunidades e, geralmente, são gerenciadas por pessoas de baixa renda que se utilizam desta produção para o sustento da família.

Durante o beneficiamento da mandioca pelas indústrias farinhas, alguns tipos de resíduos são produzidos, como: farinha integral, bagaço ou massa de fecularia, polpa, farelo da raspa, farinha de raspa residual, farinha de raspa integral e farinha de varredura, os quais são utilizados na alimentação animal (MARTINS et al., 2000).

O processamento industrial da mandioca inicia-se desde a sua colheita, momento em que são retiradas suas raízes, sendo a parte restante processada na indústria para a obtenção da fécula, na fabricação da farinha e a extração do amido. Esse processo resulta em resíduos líquidos e sólidos (PEDROSO et al., 2004). O resíduo líquido resultante da extração da fécula é utilizado como fertilizante, fungicida, inseticida e, ainda, pode ser usado na produção de biogás (ARAGÃO & PONTE, 1995) e os resíduos sólidos, compostos pela parte aérea, casca da raiz, fibras e bagaço, são utilizados na agricultura e na alimentação animal (CEREDA, 1994).

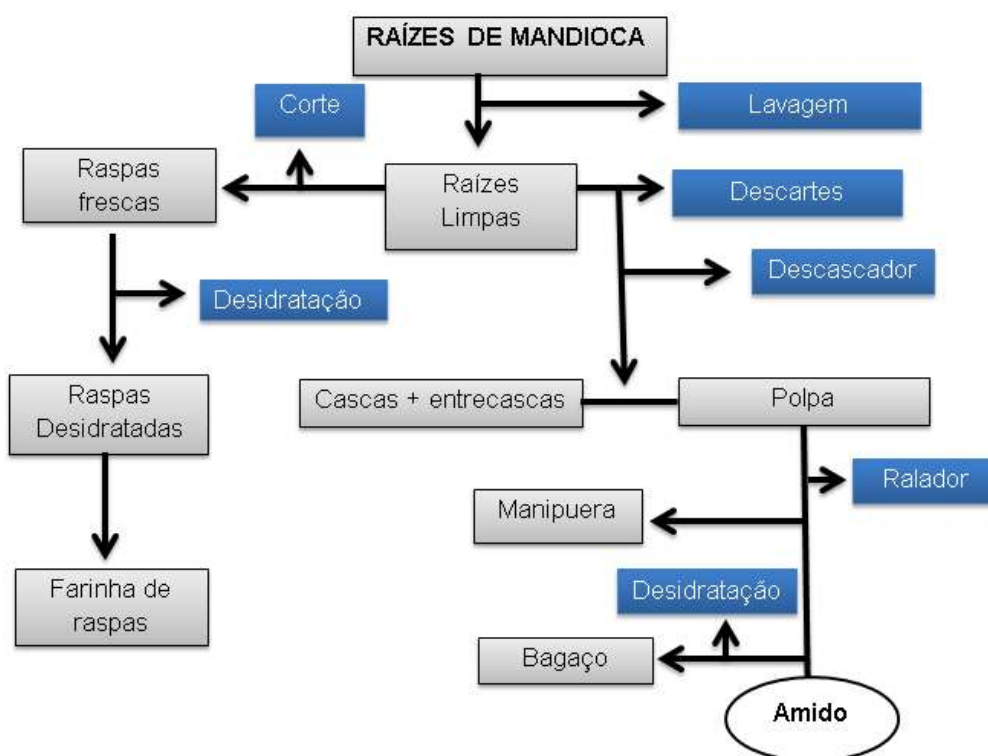
#### 3.3.1 Casca de mandioca

A casca de mandioca é resultante da pré-limpeza da mandioca na indústria. Sua constituição engloba a ponta da raiz, casca e entre casca e é considerada o principal resíduo da industrialização da mandioca para produção de farinha de raspas, pois representa cerca de 5,1% do tubérculo (TAKAHASHI & FAGIOTO, 1990).

#### 3.3.2 Polpa de mandioca

A polpa da mandioca é obtida a partir da retirada desta casca e entrecasca o que sobra é a polpa da mandioca. Esta polpa é um subproduto fibroso do processamento na indústria, é um produto que contém de 50 a 70% de amido, com base no peso seco e 20 a 30% de fibra, que são compostos principalmente por celulose e outros polissacarídeos não amiláceos (RATTANACHOMSRI et al., 2009).

Figura 1 - Fluxograma de obtenção de subprodutos da mandioca



Fonte: Campos Neto e Bem (1995)

### 3.3.3 Bagaço de mandioca

O bagaço ou massa de fecularia é um subproduto da indústria da fécula de mandioca, proveniente da prensagem para extração da fécula ou amido por via úmida (MARQUES & CALDAS NETO, 2002). Compreende entre 10 a 20% do peso das raízes e constitui num subproduto volumoso, o qual contém a parte do amido que não foi extraída durante o processamento (SOUZA et al., 2013).

É considerado um problema para as fecularias, devido ao alto teor de umidade, de

aproximadamente 85%, além disto, possui valor de comercialização baixo e, por isto, costuma ser destinado à alimentação de animais (CEREDA, 1994).

De acordo com Cereda (2001), para utilização do bagaço da mandioca na alimentação animal deve-se antes empregar o processamento de secagem artificial (por meio de estufas), ou natural (por secagem ao sol). Esta etapa de perda de umidade é importante para seu armazenamento (NOGUEIRA JUNIOR, 2007). A composição do bagaço varia quanto ao teor de amido, o qual possui relação direta com a variedade da mandioca e com a eficiência do processo de extração da fécula (LEONEL & CEREDA, 2000).

#### 3.3.4 Farinha de varredura

A farinha de varredura é um resíduo proveniente do processamento da mandioca, resultante do processo de limpeza da indústria farinheira, composta, principalmente, por farinha suja perdida no chão, pó e fibra, onde apresenta altos teores de fécula (80%) e de matéria seca (90%) (CALDAS NETO, 2000). A quantidade desse resíduo pode variar entre as indústrias, devido estar diretamente relacionado ao nível tecnológico da indústria de produção de farinha (MARQUES et al., 2002).

#### 3.3.5 Raspa de Mandioca

A raspa de mandioca é constituída pela raiz da mandioca integral, ou seja, polpa e casca, picada e seca ao sol e, posteriormente, moída (MARQUES, et al., 2000). Este subproduto deve ser exposto ao sol, tanto para aumentar o tempo de conservação em função da redução da umidade, quanto para reduzir sua toxicidade (CARDOSO & GAMEIRO, 2002). Este produto apresenta teores intermediários de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e amido (SILVA, 1983).

Na Tabela 2 estão demonstradas as composições bromatológicas dos principais subprodutos e/ou resíduos da indústria da mandioca, utilizados na alimentação animal.

Tabela 2 –Composição bromatológica dos principais subprodutos e ou/resíduos industriais da mandioca

Subproduto e/ou resíduo	Composição Bromatológica (%)					
	MS	PB	EE	Amido	FDN	FDA
Casca de mandioca <sup>1</sup>	89,20	3,70	2,74	48,00	28,60	20,40
Raspa de mandioca <sup>1</sup>	88,70	3,60	1,15	82,50	8,50	5,70
Farinha de varredura <sup>1</sup>	91,30	1,20	-	84,80	7,30	5,50
Bagaço de mandioca úmida <sup>2</sup>	23,00	1,92	0,29	65,50	30,50	22,60
Bagaço de mandioca seca <sup>3</sup>	89,00	1,59	0,19	75,00	28,80	22,90

Fonte: dados adaptados de <sup>1</sup>Marques et al. (2000); <sup>2</sup>Abrahão et al. (2006); <sup>3</sup>Maggioni et al. (2003).

### 3.4 MANDIOCA COMO SUBSTITUTO DE FONTE ENERGÉTICA NA DIETA DAS AVES

A energia pode ser definida como a capacidade de realizar trabalho (NRC, 1994). Do ponto de vista biológico, durante o processo de oxidação dos constituintes orgânicos dos alimentos ocorre a liberação de energia, desta forma, a composição energética do alimento está diretamente relacionada ao seu valor nutritivo (SAKOMURA et al., 2004).

Apesar da energia não ser considerada um nutriente, ela apresenta importância relevante como componente nutricional, que determina o desempenho produtivo do animal por modular a eficiência alimentar e/ou melhorar a taxa de crescimento. Assim, representa impacto direto sobre o retorno econômico da atividade pecuária (BARRETO et al., 2007).

Para o balanceamento de rações é fundamental o conhecimento acurado dos valores energéticos dos alimentos. Porém, este valor não depende apenas das quantidades dos diversos nutrientes em sua composição, e sim, de quais frações destes nutrientes o animal irá ingerir, digerir e utilizar (MODESTO et al., 2004).

O milho, o óleo de soja, o farelo de soja e as farinhas de origem animal são muito utilizados na nutrição animal, sendo os principais componentes de rações para aves devido ao seu elevado aporte energético e de aminoácidos (RODRIGUES et al., 2010). Do total do milho produzido no Brasil, 60 a 80% são destinados à alimentação animal e destes, cerca de 60% para a produção de aves e suínos. Da soja produzida, 80% gera

farelo, dos quais 53% compõem a dieta dos animais monogástricos (DUARTE et al., 2015). Assim, os dois principais ingredientes das rações para aves são influenciados pelas oscilações do mercado, o que pode comprometer sua produção.

Atualmente, inúmeras pesquisas vêm sendo conduzidas com o objetivo de indicar alimentos alternativos que possam servir de substitutos na dieta das aves, sem comprometimento do desempenho, durante as épocas de preços elevados das matérias-primas (BRITO et al., 2008). Desta forma, os resíduos do processamento da mandioca podem ser adicionados às rações de monogástricos para redução do uso do milho e, com isso, o custo das dietas. Entretanto, existe o entrave do alto teor de fibra e dos fatores antinutricionais nestes subprodutos, o que limita sua inclusão (VALDIVIÉ et al., 2008).

O alto teor de fibra pode ser responsável pelo aumento da viscosidade da digesta no intestino delgado das aves, o que provoca diminuição da digestibilidade e da absorção dos demais nutrientes (HETLAND et al., 2004). Após esse conteúdo alimentar entrar em contato com a água, formam-se gomas que aumentam o tamanho do bolo alimentar e, através da distensão gástrica, ocorre redução do consumo alimentar da ave, em função da sensação de saciedade (OLIVEIRA et al., 2012).

Segundo Jin et al. (1994), alimentos fibrosos presentes na dieta são capazes de alterar a relação de altura de vilosidade com profundidade de cripta intestinais, de forma a reduzir a altura das vilosidades e aumentar a profundidade das criptas, em resultado das ações abrasivas da fibra. No caso da ocorrência de lesão, há necessidade de maior taxa de renovação do epitélio intestinal, e isto requer um aporte energético e proteico, sendo estes desviados prejudicando assim o desempenho das aves (MARKOVIC et al., 2009).

### 3.5 EFEITO DAS FONTES DE SUBPRODUTOS DA MANDIOCA, EM DIFERENTES NÍVEIS, SOBRE O DESEMPENHO DOS FRANGOS DE CORTE

Na literatura científica encontram-se vários estudos sobre o uso de subprodutos da mandioca na alimentação dos frangos de corte confinado e caipira, porém, os resultados variam entre os autores, conforme o tipo de subproduto, e/ou o nível de inclusão.

Brum & Albino (1990) avaliaram a farinha integral de mandioca em três níveis (0; 33,33; 66,66%) e afirmaram que para frangos criados até os 56 dias de idade é possível utilizar até 66,66% da farinha, sem comprometimento do desempenho das aves. Entretanto, Loan (2004) testou a farinha de mandioca nos níveis 0, 10, 20 e 30% nas dietas para frangos de corte de 1 a 42 dias de idade e concluiu que seu uso não deve ultrapassar 10%.

Souza et al. (2011) estudaram quatro níveis de inclusão (0, 20, 40 e 60%) de farelo de raiz integral de mandioca na alimentação de frangos de crescimento lento, nas fases inicial, crescimento e final. Os autores observaram que em todos os níveis de inclusão houve aumento no ganho de peso das aves e, portanto, a inclusão deste subproduto em até 60% não prejudica o desempenho, o rendimento de carcaça e os cortes das aves.

Em estudo realizado por Khempaka et al. (2009) utilizando polpa seca de mandioca em 4, 8, 12 e 16% de inclusão para frangos de corte de 1 a 42 dias de idade, indicou-se a inclusão de até 8% da polpa seca de mandioca como fonte energética da dieta, porém a grande quantidade de fibras da dieta (13,59%) reduziu o ganho de peso, conforme o aumento da inclusão, além de reduzir a gordura abdominal. Segundo os autores esta perda de gordura abdominal pode estar relacionada à inibição da síntese de lipídeos no fígado e no tecido abdominal pelo alto teor de fibra bruta presente na ração.

Em frangos caipira, Arruda et al. (2008) analisaram o desempenho (ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar) das aves *Label Rouge* em um ensaio experimental, no qual o milho foi substituído nos níveis de 0, 10, 25, 50 e 100% pela mandioca integral. Os autores verificaram que não houve diferença estatística para os parâmetros avaliados nos diferentes níveis. Da mesma forma, Carrijo et al. (2002) utilizaram farinha integral de mandioca em quatro níveis (0, 45, 50 e 55%) em substituição ao milho na alimentação de frangos caipira e sugeriram que a inclusão de até 55% nas rações não prejudica o desempenho, desde que incluída a metionina nas rações.

### 3.6 IMPACTOS AMBIENTAIS DOS RESÍDUOS E SUBPRODUTOS DA MANDIOCA

O impacto ambiental é caracterizado como toda e qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e/ou biológicas do meio ambiente, em razão dos efeitos

causados por matéria ou energia associada à atividade humana, conforme estabelece a Resolução 01, do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) 5, de 23.01.86 (SOARES, 2007).

Os resíduos e subprodutos da mandioca têm sido, em parte, responsáveis por problemas graves de contaminação do meio ambiente. O processamento industrial das raízes da mandioca para a produção de farinhas e extração da fécula gera muitos resíduos e subprodutos na forma sólidos (dentre eles, casca marrom, entrecasca, fibra, farelo e varreduras) e líquidos (como a água de lavagem e a manipueira). Dentre estes vários resíduos, o principal poluente consiste na manipueira, por ser constituído por HCN (OLIVEIRA, 2007).

Desta forma, após o processamento industrial da mandioca pelas fecularias, tem-se como resíduos a massa (ou bagaço) e o farelo, os quais somam grande volume e consistem em material fibroso da raiz, que contém parte da fécula não extraída no processamento (LEONEL & CEREDA, 2000).

São poucas as empresas que realizam o tratamento dos resíduos do processamento da mandioca. O custo para o processo de secagem e, conseqüentemente, do transporte do bagaço de mandioca é alto em razão da grande capacidade de retenção de água do material fibroso-amiláceo (JASKO et al., 2011).

A reutilização da manipueira, assim como de qualquer outro resíduo, visa não apenas reduzir o impacto ambiental, mas também proporcionar maior rentabilidade na atividade, de forma a agregar valor (GIONGO, 2011). O acúmulo de grandes volumes de resíduos armazenados em locais inadequados tem representado uma série de problemas envolvendo a contaminação ambiental, tanto do solo, como dos recursos hídricos (PEREIRA et al., 2009).

Na área de cultivo e processamento da mandioca identifica-se forte demanda para a transformação dos resíduos, subprodutos ou coprodutos, à qual é capaz de gerar recursos (por meio da alimentação animal e da produção de energia) e reduzir o impacto ambiental (CEREDA, 2001).

Os resíduos orgânicos são considerados insumos de baixo custo e de alto retorno econômico para a agropecuária, além do retorno direto da atividade (VILELA et al., 2009). No caso da mandioca, tais resíduos, como a casca, a farinha de varredura e a massa de

fecularia, podem ser usados na alimentação de animais monogástricos e ruminantes. A planta aproveitada de forma integral se constitui em excelente forragem, rica em proteínas, carboidratos, vitaminas e minerais, além de ser de alta aceitação pelos animais, devido à palatabilidade (MARQUES & CALDAS NETO, 2002).

### 3.7 ANÁLISE ECONÔMICA DO USO DA MANDIOCA NA DIETA DE FRANGOS DE CORTE

As variações nos preços dos principais ingredientes que compõem a dieta dos frangos de corte induzem ao aumento do número de pesquisas voltadas à inclusão de alimentos alternativos com custos menores para, assim, reduzir os custos da alimentação. Os resíduos industriais têm se destacado como fontes de alimentos que podem substituir o milho, em função de suas composições químicas, além dos preços relativamente mais baratos, desta forma, o resíduo da mandioca tem sido incluído nas rações para monogástricos (FERREIRA et al., 2012).

Embora existam poucos estudos sobre a análise econômica da inclusão de mandioca na alimentação de aves, estes devem avaliar o custo da ração por quilograma de ganho de peso ( $Y_i$ ), segundo Bellaver et al. (1985).

$$Y_i = (P_i * Q_i) / G_i$$

Em que:

$Y_i$ : custo da ração por quilograma de ganho de peso no i-ésimo tratamento

$P_i$ : preço por quilograma da ração utilizada no i-ésimo tratamento

$Q_i$ : quantidade de ração consumida no i-ésimo tratamento

Outras avaliações se referem ao cálculo do Índice de Eficiência Econômica (IEE) e ao Índice de Custo (IC), de acordo com Fialho et al. (1992).

$$IEE = (M_{Ce} / C_{Tei}) * 100$$

$$IC = (C_{Tei} / M_{Ce}) * 100$$

Em que:

M<sub>Ce</sub>: menor custo da ração por quilograma de ganho observado entre os tratamentos

C<sub>Tei</sub>: custo do tratamento *i* considerado

O melhor resultado de IEE é o que apresenta, após o cálculo igualado aos 100%, valores acima de 100%. Já o menor IC é aquele que apresenta, após o cálculo, valores menores de 100%.

Em estudo econômico realizado por Souza et al. (2012) avaliou-se a inclusão de bagaço de mandioca em duas fases (1 a 21 dias e 22 a 40 dias) da produção de frangos de corte. De acordo com os resultados, o menor custo de ração por quilograma de ganho de peso vivo e os melhores IEE e IC foram obtidos com a inclusão de até 5% do bagaço de mandioca, evidenciando maior lucratividade. Níveis acima de 5% de bagaço aumentam o custo da ração, em função da necessidade de adição de aminoácidos para maior balanceamento da dieta.

### 3.8 IMPORTÂNCIA DA META-ANÁLISE DE TRABALHOS COM A MANDIOCA NA DIETA DE FRANGOS DE CORTE

Um dos objetivos da meta-análise é a obtenção de novos resultados, a partir da síntese de *n* observações distintas, porém relacionadas entre si. As etapas necessárias no desenvolvimento de uma meta-análise são: a) definição do objetivo do trabalho, do tema da pesquisa; b) sistematização das informações; c) codificação dos dados; d) filtragem dos dados; e) análise dos dados incluídos na base; f) formação de grupos; g) ponderações e h) escolha do modelo estatístico (LOVATTO et al., 2007).

Embora os estudos considerados envolvam um mesmo assunto, na meta-análise é importante que grupos homogêneos sejam formados e a variabilidade existente entre eles seja modelada e incorporada na análise. No entanto, a formação de grupos homogêneos é uma das maiores dificuldades, podendo ser feita por combinação de níveis de fatores e análises de agrupamento (LOVATTO et al., 2007).

Com a utilização de técnicas meta-analíticas é possível determinar se dentre as variáveis estudadas há algum efeito, se este é positivo ou negativo e, com isto, obter uma

sumarização da estimativa do tamanho do efeito (LEAN et al., 2009).

Os critérios de elegibilidade de estudos são os que definem quais deles serão incluídos ou excluídos da base de dados, sendo esta a principal diferença em relação às revisões de literatura (HIGGINS & GREEN, 2011). Idealmente, uma revisão sistemática deve abranger todos os dados referentes ao assunto a ser pesquisado, visto que a perda de potenciais estudos pode elevar o risco de viés. Para isso, recomenda-se a busca em bases de dados eletrônicas (como por exemplo, *Google Scholar*, *Science Direct* e *Scielo*), busca em bibliotecas e de preferência que abranjam vários idiomas. O uso de dados não publicados (provenientes de empresas, por exemplo) é possível, embora a decisão de incluí-los seja controversa (LEAN et al., 2009).

Os resultados de uma meta-análise dependem criticamente dos estudos ou publicações que são incluídas na base de dados e, para isso, os métodos de decisão devem ser claros e transparentes para reduzir o risco de viés ou conclusões tendenciosas (HIGGINS & GREEN, 2011).

Todos os métodos analíticos devem possibilitar a determinação de pesos para cada estudo, sendo este reflexo do número de animais analisados (para dados dicotomizados) ou da combinação do número de animais e da variância de cada (em caso de dados contínuos). Desta forma, tornam-se mais precisos, em termos de número de repetições e com menor variabilidade de dados (indicado por menor variância) e, portanto, têm maior contribuição com o resultado meta-analítico final em relação aos estudos pequenos, com muita variabilidade (LEAN et al., 2009).

Uma decisão importante é a análise dos dados por modelo de efeito-fixo ou efeito-aleatório. Quando se assume que os dados são heterogêneos, isto é, há outras fontes de variação no estudo do que somente a intervenção em questão, costuma-se usar o método de efeito-aleatório, que engloba a variabilidade entre experimentos para o cálculo de tamanho de efeito geral. Desta forma, o uso das técnicas meta-analíticas permite que toda base de dados distinta, decorrente de estudos independentes e até mesmo com resultados conflitantes, seja agrupada e assim, analisada de forma a obter conclusões sobre o assunto investigado (TREVISOL, 2019).

No caso do presente estudo, em função da grande quantidade de trabalhos científicos sobre o desempenho de frangos alimentados com resíduos e/ou subprodutos

da mandioca, a obtenção de informações adequadas pode ser equivocada. Por isso, o reagrupamento de trabalhos possibilita melhor precisão na análise devido a avaliação estar fundamentada em número expressivo de informações. Para optar-se quanto à fonte (tipo), nível e período, a meta-análise dos estudos já desenvolvidos torna-se fundamental.

A necessidade da utilização dos resíduos industriais juntamente com as inconstâncias no preço do milho no mercado fez com que surgisse um elevado número de publicações científicas sobre a utilização destes subprodutos na alimentação de frangos, tornando-se um problema para a seleção e análise qualificada da literatura. Diante disso, a meta-análise pode se constituir em ferramenta para análise e sistematização das informações, pois se trata de um procedimento que combina resultados de vários estudos. Além disso, a meta-análise permite, em caso de resultados aparentemente discordantes, obter uma visão geral da situação (BOISSEL et al., 1989). E por fim a meta-análise permite produzir informações úteis com custos reduzidos (LAVATTO et al., 2007).

Os subprodutos da mandioca, como o bagaço, a farinha, o farelo e a polpa, são ingredientes passíveis de inclusão na dieta de frangos de corte. Podem ser utilizados como substituto ao milho. Existem inúmeros estudos sobre a utilização destes na alimentação de frangos de corte, porém, além das fontes, ainda é necessário avaliar o nível e o período de inclusão de cada subproduto da mandioca, de forma que não prejudique o desempenho das aves e seja economicamente viável para a produção. Assim, destaca-se a importância de estudos de meta-análise voltados às fontes de subprodutos da mandioca, além dos níveis e períodos de inclusão, em substituição ao milho, sem causar perda no desempenho das aves.

## **4 MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1 BUSCA E SELEÇÃO DAS PUBLICAÇÕES PARA ESTABELECIMENTO DO BANCO DE DADOS**

A busca por artigos completos publicados em periódicos científicos especializados foi realizada no período de maio à junho de 2020, em três bancos de dados digitais, com a utilização das seguintes palavras-chaves:

- *Web of Science* (<https://loing.webofknowledge.com>): “Título: cassava (and), Tópico: Chicken”
- *PubMed* (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov>): “Cassavaandchickens”
- *Google Scholar* (<https://scholar.google.com.br/>): “Inclusão de mandioca na alimentação de frangos de corte”

Essa diversidade de mecanismos de pesquisa para estudos evita possíveis vieses em relação aos artigos encontrados em apenas um banco de dados e amplia os limites da pesquisa.

Os critérios adotados para a seleção dos artigos científicos foram: 1) Experimentos com a inclusão de fontes de mandioca na dieta de frangos de corte (sistema de criação confinado ou caipira) e 2) Experimentos com resultados de desempenho das aves (ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar).

Depois de identificados os artigos científicos, estes foram avaliados criticamente quanto à qualidade e pertinência aos objetivos da meta-análise. Nesta etapa, um conjunto de informações sobre cada um dos artigos selecionados foi analisada, incluindo itens relacionados ao delineamento experimental, tratamentos, respostas avaliadas e análise dos dados. Desta forma, foram excluídos os trabalhos que não apresentaram erro padrão da média, desvio padrão e/ou coeficiente de variação.

#### 4.2 COLETA, TABULAÇÃO E CODIFICAÇÃO DOS DADOS

Após a seleção dos artigos, os dados foram tabulados em planilha eletrônica no Microsoft Excel (versão 2016; Microsoft Corporation, Redmond, Estados Unidos), sendo uma planilha para dados referente a frangos de linhagens comerciais e outra para linhagens caipiras. Cada linha da planilha representava um tratamento e cada coluna representava uma variável de estudo.

As principais informações incluídas nas bases de dados foram: aspectos bibliográficos (autores, ano, periódico, país e instituição de origem), características experimentais (fontes de subprodutos da mandioca, níveis e períodos de inclusão e número de repetições) e resultados de desempenho (ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar). Outros resultados complementares foram tabulados conforme a disponibilidade das informações nos artigos selecionados.

Na literatura científica foi possível observar grande variação das denominações dos subprodutos da mandioca, sendo que muitos apresentaram características semelhantes bromatologicamente e que passaram pelo mesmo processo dentro e fora da indústria. Desta forma, permitiu-se a realização de agrupamentos, com os seguintes subgrupos relacionados às fontes: bagaço, farinha e polpa de mandioca.

Posteriormente, foram estabelecidos subgrupos relacionados aos níveis de inclusão de cada fonte de subproduto da mandioca, conforme descrito na Tabela 3.

Tabela 3 – Níveis de inclusão das fontes de subprodutos da mandioca

Subprodutos da mandioca	Níveis de inclusão (%)*		
	1	2	3
Bagaço	<10	≥10 e <15	≥15
Farinha	≤10	>10 e <20	≥20
Polpa	≤15	>15	-

\*Níveis em substituição ao milho da dieta das aves.

Os dados também foram agrupados por períodos de inclusão das fontes de subprodutos da mandioca em: 1, 2 e 3 (este último contempla as duas fases anteriores, ou seja, ciclo completo, do 0 até o período de abate), conforme descrito na Tabela 4.

Tabela 4 – Períodos de inclusão das fontes de subprodutos da mandioca

Períodos	Idade das aves (dias)
1	1 a 21
2	Acima de 21
3	Ciclo completo

#### 4.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

As análises gráficas e estatísticas foram realizadas utilizando o pacote Metafor, do Software R, versão 3.5.0 (VIECHTBAUER, 2010). As estatísticas dos dados coletados para frangos de corte confinado e caipira foram feitas separadamente.

Os efeitos da utilização das fontes de mandioca na alimentação de frangos de

corde foram avaliados através das diferenças médias brutas (DMB) entre os tratamentos (com inclusão de mandioca) e o controle (sem inclusão de mandioca). Para obtenção dos valores de DMB são necessários dados, como: número de repetições, médias e variância, como erro padrão da média, desvio padrão e coeficiente de variação, sendo transformadas em desvio padrão.

O modelo de efeito aleatório pressupõe que o efeito de interesse não é o mesmo em todos os estudos, porém, mesmo que os efeitos dos estudos não sejam considerados iguais, eles são conectados através de uma distribuição de probabilidades, ou seja, o modelo incorpora uma medida de variabilidade dos efeitos entre os diferentes estudos. Neste modelo vale a relação de que quanto maior o tamanho da amostra, maior é o peso do estudo. E para determinar a variabilidade entre os estudos utiliza-se o método descrito por DerSimonian e Laird (1986).

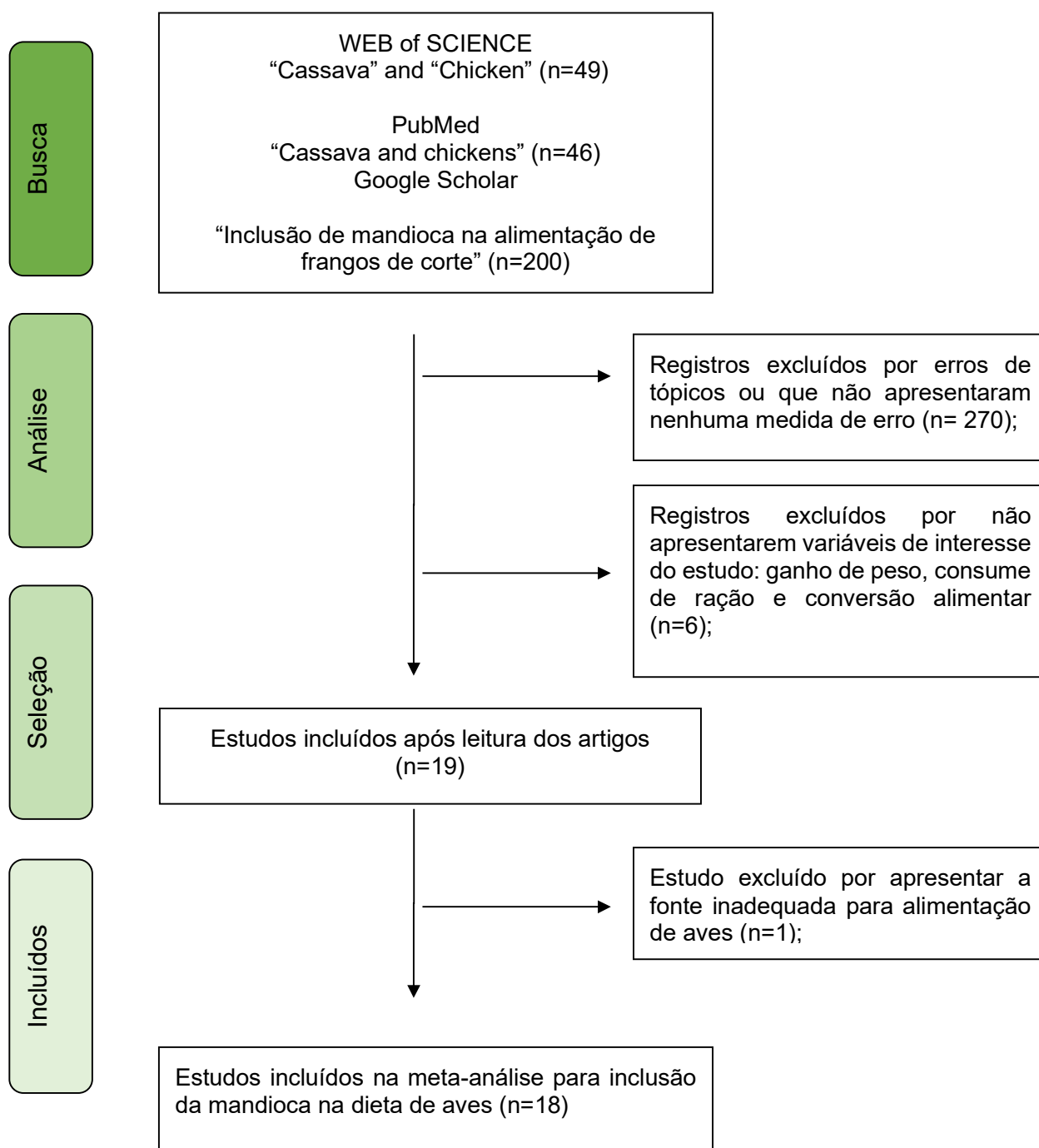
A variabilidade entre estudos, isto é, a heterogeneidade do efeito do tamanho, foi avaliada por meio do teste do quadrado (Q) e da estatística  $I^2$ , que mede a porcentagem de variação devido à heterogeneidade (HIGGINS et al., 2003). Os valores de  $I^2$  menores que 25% indicam heterogeneidade baixa, enquanto valores entre 25 a 50% denotam moderada heterogeneidade e valores acima de 50%, heterogeneidade alta (HIGGINS et al., 2003). A significância foi declarada em  $P \leq 0,05$ , ou seja, um intervalo de confiança (IC) de 95%.

## **5 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **5.1 DESCRIÇÃO DO BANCO DE DADOS**

Após a pesquisa bibliográfica, no total 295 artigos completos publicados em periódicos foram identificados e importados dos bancos de dados digitais, sendo 49 do *Web of Science*, 46 do *PubMed* e 200 do *Google Scholar*, conforme descrito na Figura 2.

Figura 2–Fluxograma em forma de prisma de seleção dos artigos científicos para a realização do estudo de meta-análise sobre a inclusão de mandioca na alimentação de frangos de corte



Fonte: Autoria própria.

Com a leitura e a análise dos dados dos artigos, foram selecionados apenas aqueles que se enquadravam nas características do presente estudo e, portanto, retirados os demais. Desta forma, 276 registros foram removidos: 270 por se tratarem de artigos pertencentes às outras áreas de pesquisa não relacionadas ao tema da meta-análise, além de artigos que abordavam outras espécies de aves, como codornas, perus e patos e 6 artigos por não atenderem ao critério de seleção em relação às variáveis de desempenho analisadas (ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar) (Figura 2).

Após todas as etapas de avaliação (bancos de dados *online* e referências de estudos selecionados), 19 publicações científicas foram retidas. Entretanto, procedeu-se a retirada de mais um artigo (ERUVBETINE et al., 2002), pois, verificou-se, após a análise gráfica, que os dados estariam causando viés negativo, por se tratar de fonte de mandioca com qualidade inferior, composta por um concentrado de folhas e tubérculos (Figura 2).

Por fim, para a realização do presente estudo de meta-análise sobre a inclusão de fontes de mandioca na dieta dos frangos, foram utilizados um total de 18 trabalhos, conforme fluxograma descrito (Figura 2).

Todas as publicações científicas (banco de dados) utilizadas para avaliar o efeito da inclusão de mandioca na dieta sobre o desempenho produtivo de frangos de corte foram tabuladas de acordo com: autores, ano de publicação, periódico, número de aves (n), período (dias), sistema de criação (confinado ou caipira) e desempenho (ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar), conforme descrito na Tabela 5.

Os principais periódicos foram: *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal* (22,22%) e *Tropical Animal Health and Production* (16,16%).

Os estudos foram publicados entre os anos de 2002 e 2019. Para frangos de corte foram utilizados 14 estudos, com 89 médias de tratamentos e para frangos caipiras, 4 estudos, com 28 médias de tratamentos. Em ambos os sistemas de criação foram avaliadas, no total, 7.812 mil frangos (Tabela 5).

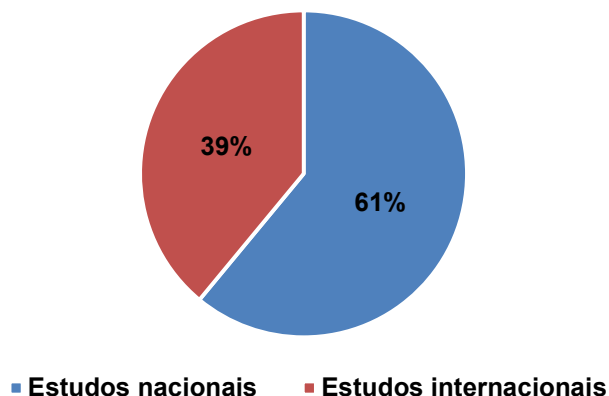
Tabela 5 – Trabalhos utilizados na meta-análise, de acordo com o autor, ano de publicação, periódico, número de aves (n), período (dias), sistema de criação (confinado e caipira) e desempenho (ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar)

Autor	Ano	Periódico	Aves (n)	Período (dias)	S <sup>1</sup>	Desempenho <sup>2</sup>		
						GP	CR	CA
<b>Nwokoro et al.</b>	2002	Tropical Animal Health and Production	156	1-56	CO	S	S	S
<b>Freitas et al.</b>	2008	Acta Scientiarum. Animal Sciences	360	1-42	CO	S	S	S
<b>Khempaka et al.</b>	2009	Poultry Science	240	1-42	CO	S	S	S
<b>Souza</b>	2010	Dissertação (UFT, Depto. Zootecnia)	1600	1-21	CO	S	S	S
<b>Ferreira et al.</b>	2012	Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal	400	1-42	CO	S	S	S
<b>Sousa et al.</b>	2012	Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal	800	1-21	CO	S	S	S
<b>Oso et al.</b>	2014	Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition	480	1-42	CO	S	S	S
<b>Ferreira et al.</b>	2014	Acta Scientiarum. Animal Sciences	400	1-21	CO	S	S	S
<b>Geron et al.</b>	2015	Boletim de Indústria Animal	200	1-42	CO	S	S	S
<b>Holanda et al.</b>	2015	Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal	360	1-84	CO	S	S	S
<b>Sugiharto et al.</b>	2016	Tropical Animal Health and Production	200	8-35	CO	S	-	S
<b>Sugiharto et al.</b>	2019	Tropical Animal Science Journal	200	22-38	CO	S	S	S
<b>Celis et al.</b>	2019	Revista de Investigacione Veterinárias del Perú	96	21-40	CO	S	S	S
<b>Yadav et al.</b>	2019	Poultry Science	180	1-42	CO	S	S	S
<b>Carrijo et al.</b>	2010	Revista Brasileira Saúde Produção Animal	400	1-84	CP	S	S	S
<b>Picoli et al.</b>	2014	Tropical Animal Health and Production	510	21-79	CP	S	S	-
<b>Trautenmüller</b>	2016	Dissertação (Unioeste, Depto. Zootecnia)	980	1-42	CP	S	S	S
<b>Campos</b>	2018	Tese (UFT, Depto. Zootecnia)	250	30-90	CP	S	S	S
<b>*Eruvbetine et al.</b>	2002	Bioresource Technology	-	-	CO	S	S	S

<sup>1</sup>S= sistema de criação: confinado (CO) = frango de corte em sistema intensivo, caipira (CP) = frango de corte em sistema extensivo. <sup>2</sup>Desempenho: GP = ganho de peso, CR = consumo de ração, CA = conversão alimentar, onde S= sim. \*Artigo excluído da meta-análise.

Quanto à nacionalidade dos estudos utilizados na meta-análise, 61% foram com trabalhos nacionais e 39% em trabalhos internacionais, conforme descrito na Figura 3.

Figura 3–Porcentagem dos estudos nacionais e internacionais



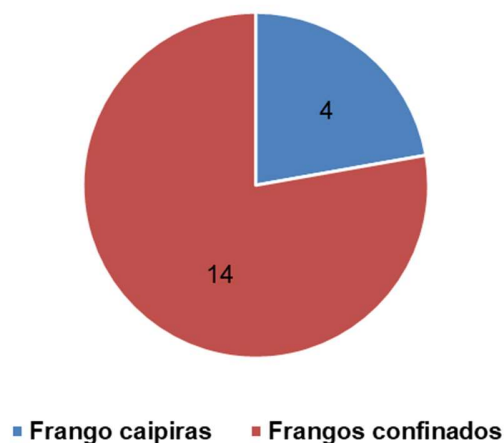
Em relação ao local de realização dos estudos utilizados na meta-análise, 61% se referem ao Brasil, 11,11% foram desenvolvidos na Nigéria, 11,11% na Indonésia, 5,55% na Tailândia, 5,55% no Havaí e 5,55% no Peru, conforme descritos na Tabela 6.

Tabela 6– Local de realização dos estudos utilizados na meta-análise

<b>Autor</b>	<b>Local do Estudo</b>
Campos, C.F.A.	Brasil
Carrijo et al.	Brasil
Celis et al.	Peru
Ferreira et al.	Brasil
Ferreira et al.	Brasil
Freitas et al.	Brasil
Geron et al.	Brasil
Trautenmüller, H.	Brasil
Holanda et al.	Brasil
Souza, J. P. L.	Brasil
Khempaka et al.	Tailândia
Nwokoro et al.	Nigéria
Oso et al.	Nigéria
Picoli et al.	Brasil
Souza et al.	Brasil
Sugiharto et al.	Indonesia
Sugiharto et al.	Indonesia
Yadav et al.	Havaí

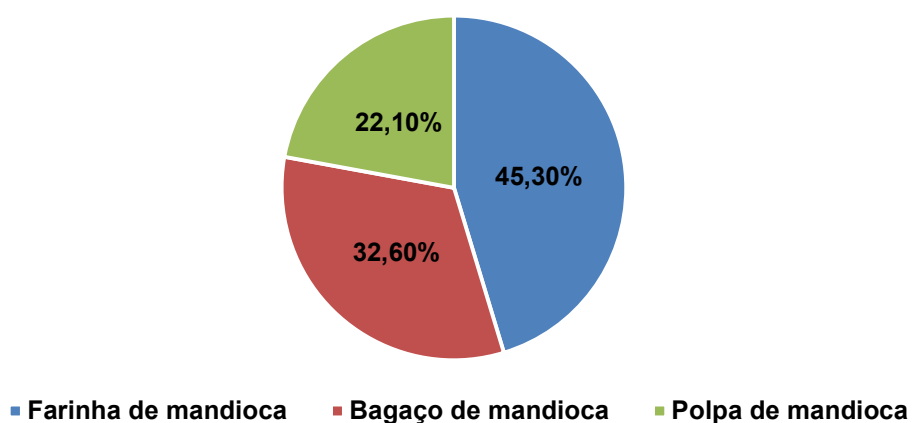
O número de trabalhos encontrados conforme o sistema de criação do frango está ilustrado na Figura 4.

Figura 4– Números de trabalhos encontrados para cada sistema de produção



Quanto aos tipos de fontes de subprodutos da mandioca, destaca-se a farinha, com o maior número (45,3%) de estudos, seguida pelo bagaço (32,6%) e, por fim, a polpa, com o menor número (22,1%), como pode ser observado na Figura 5.

Figura 5–Porcentagem das fontes de subprodutos da mandioca na alimentação de frangos de corte confinado e caipira



## 5.2 DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE CONFINADO

Em geral, a inclusão de fontes de subprodutos da mandioca na alimentação de frangos de corte confinado reduziu o ganho de peso corporal (DMB = -47,86 g;  $P < 0,0001$ ). Para o consumo de ração não houve efeito (DMB = -16,38 g;  $P = 0,08$ ), no entanto, houve piora na conversão alimentar (DMB = 0,05;  $P < 0,0001$ ), conforme descrito na Tabela 7.

Tabela 7—Efeito da inclusão de fontes de subprodutos da mandioca na alimentação sobre o desempenho de frangos de corte confinado

Desempenho	N <sup>1</sup>	DMB (95% IC) <sup>2</sup>		Heterogeneidade <sup>3</sup>	
		Efeito Aleatório	Valor- <i>P</i>	Valor- <i>P</i>	I <sup>2</sup> (%) <sup>4</sup>
Ganho de peso (g)	86	-47,86 (-60,91; -34,80)	<0,0001	<0,0001	87,57
Consumo de ração (g)	83	-16,38 (-34,85; 2,07)	0,08	<0,0001	82,84
Conversão alimentar	86	0,05 (0,02; 0,07)	<0,0001	<0,0001	86,61

<sup>1</sup>N = Número de comparações de tratamentos com e sem fonte de mandioca.

<sup>2</sup>DMB (95% IC) = Diferenças médias brutas, com 95% de intervalo de confiança (IC).

<sup>3</sup>Heterogeneidade= Variabilidade entre os estudos.

<sup>4</sup>I<sup>2</sup> (%) = Proporção da variação total das estimativas de efeito de tamanho, devido à heterogeneidade; Valor-*P* para o teste  $\chi^2$  (Q) de heterogeneidade.

O resultado geral do desempenho de frangos de corte confinado, que apontou redução do ganho de peso, consumo de ração e piora da conversão alimentar, pode estar relacionado com a alta concentração de fibra na polpa. Esta, que é o subproduto de menor número de processamentos e, portanto, menor manipulação de sua composição nutricional, possui de 20 a 30% de fibra, composta de celulose e polissacarídeos não-amiláceos (RATTANACHOMSRI et al., 2009), enquanto a maioria das variedades de milho possui de 2 a 4% de fibra (PAES, 2008). Assim, a maior concentração fibrosa, presente nos derivados de mandioca, faz com que haja grupo de carboidratos de difícil digestão e absorção, o que compromete o ganho de peso e a conversão alimentar, ainda que o consumo se mantenha regular.

As aves possuem baixo aproveitamento dos compostos fibrosos e, isto, está relacionado as características do seu sistema digestivo e as características da fibra, como

a qualidade e quantidade além das interações nutricionais que afetam a digestão dos nutrientes (COSTA et al., 2009). Desse modo, a fibra é um fator limitante da dieta por comprometer a ingestão voluntária e o aproveitamento dos nutrientes dos alimentos. Embora o alto teor de fibra presente nos resíduos de mandioca possa limitar o bom aproveitamento dos nutrientes pelos animais não ruminantes, este ingrediente deve ser avaliado na alimentação das aves por reduzir o uso de milho nas rações, e com isso, o custo das dietas (FERREIRA et al., 2012).

Outra variável relacionada ao menor ganho de peso e piora da conversão alimentar é a concentração de amido. Nos subprodutos da mandioca, o amido varia de 18 a 23%, enquanto no milho, a variação é de 61 a 78% (PAES, 2008). Isto mostra que em média, para igualar-se ao milho no fornecimento de amido, os animais precisariam consumir cerca de 3,4 vezes mais subprodutos, o que não ocorreu nos estudos avaliados.

As variáveis de desempenho (Tabela 7) apresentaram valor de heterogeneidade alta, ou seja, maior que 50%, o que indica que os resultados sofreram interferência em suas respostas não somente da inclusão da mandioca, mas sim de outros fatores, como a fonte de subproduto da mandioca, além do nível e do período de inclusão.

### 5.3 FONTES DE SUBPRODUTOS DA MANDIOCA PARA FRANGOS DE CORTE CONFINADO

De acordo com a análise geral, por fontes de subprodutos da mandioca, houve redução no ganho de peso dos frangos confinados para todas as fontes: bagaço (DMB= -45,51 g;  $P < 0,0001$ ), farinha (DMB= -56,97 g;  $P < 0,0001$ ) e polpa de mandioca (DMB= -50,32 g;  $P = 0,019$ ; Tabela 8).

Apesar da grande heterogeneidade dos estudos, os resultados acerca da fonte dos subprodutos da mandioca no desempenho de frangos de corte mostram que, para farinha, bagaço e polpa, houve redução do ganho de peso. Devido aos subprodutos da mandioca apresentarem grande quantidade de fibra bruta e à medida que se aumenta a inclusão de bagaço de mandioca na ração, a quantidade de carboidratos com ligações glicosídicas ( $\alpha$ -1,6 e  $\beta$ 1,4 e  $\beta$ 1,6) resistentes à hidrólise no trato digestivo se eleva e, isto pode influenciar a digestão de outros alimentos (BRITO et al., 2008) e causar um maior arraste de nutrientes (RAUPP et al., 2002).

Quanto ao consumo de ração, houve redução pelas aves alimentadas com a fonte de bagaço de mandioca (DMB= -40,74 g;  $P<0,0001$ ), enquanto as fontes de farinha (DMB=-5,25 g;  $P=0,835$ ) e polpa de mandioca (DMB= 50,24 g;  $P=0,365$ ) não influenciaram o consumo (Tabela 8).

A redução do consumo das dietas baseadas em bagaço de mandioca pode ter relação com a composição amilácea, já que esta possui relação direta com a variedade da mandioca e com o processo de extração da fécula (LEONEL & CEREDA, 2000). Pelos estudos avaliados, tal relação é mais evidente no bagaço em comparação à farinha e à polpa.

Em relação à conversão alimentar, a farinha de mandioca resultou em piora (DMB= 0,083 kg;  $P=0,0015$ ), enquanto o bagaço de mandioca (DMB= 0,019 kg;  $P=0,139$ ) e a polpa de mandioca (DMB= 0,078 kg;  $P=0,085$ ; Tabela 8) não apresentaram diferença significativa.

A piora da conversão alimentar em dietas baseadas em farinha de mandioca pode ser explicada pelo alto teor de fibra do ingrediente, o que dificulta a digestibilidade, com consequente maior tempo de passagem pela digesta. Tais fatos prejudicam a absorção e deposição de proteína, o que piora a conversão.

As respostas gerais para desempenho (ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar) das aves em relação às fontes de subprodutos da mandioca apresentaram valor de heterogeneidade alta (>75%), conforme Tabela 8. Assim, para análise mais adequada destes dados, foram estabelecidos subgrupos relacionados aos níveis e períodos de inclusão dentro das fontes de subprodutos da mandioca.

Tabela 8–Efeito da inclusão de fontes de subprodutos da mandioca (bagaço, farinha e polpa) na alimentação sobre o desempenho de frangos de corte confinado

Desempenho	N <sup>4</sup>	DMB <sup>5</sup> (95% IC)		Heterogeneidade <sup>6</sup>	
		Efeito Aleatório	Valor- <i>P</i>	Valor- <i>P</i>	I <sup>2</sup> (%) <sup>7</sup>
Ganho de peso (g)	86	-47,86(-60,91; -34,80)	<0,0001	<0,0001	87,57
Bagaço	28	-45,51(-62,57; -28,45)	<0,0001	<0,0001	91,67
Farinha	39	-56,97(-80,2; -33,64)	<0,0001	<0,0001	71,69
Polpa	19	-50,32 (-92,63; -8,00)	0,019	<0,0001	91,44

Consumo de ração (g)	83	-16,38(-34,85; 2,07)	0,081	<0,0001	82,84
Bagaço	28	-40,74(-56,95; -24,53)	<0,0001	<0,0001	80,93
Farinha	39	-5,26 (-54,88; 44,36)	0,835	<0,0001	85,28
Polpa	16	50,24(-58,58; 159,07)	0,365	<0,0001	75,25
Conversão alimentar	86	0,05(0,028; 0,073)	<0,0001	<0,0001	86,61
Bagaço	28	0,019 (-0,006; 0,04)	0,139	<0,0001	89,95
Farinha	39	0,083 (0,032; 0,135)	0,0015	<0,0001	88,57
Polpa	19	0,078 (-0,01; 0,16)	0,085	0,053	37,08

<sup>4</sup>N = Número de comparações de tratamentos com e sem fonte de mandioca

<sup>5</sup>DMB (95% IC) = Diferenças médias brutas, com 95% de intervalo de confiança (IC).

<sup>6</sup>Heterogeneidade= Variabilidade entre os estudos

<sup>7</sup>I<sup>2</sup> (%) = Proporção da variação total das estimativas de tamanho do efeito que é devido a heterogeneidade; Valor de *P* para o teste  $\chi^2$  (Q) de heterogeneidade.

## 5.4 NÍVEIS DE INCLUSÃO DENTRO DAS FONTES DE SUBPRODUTOS DA MANDIOCA NA ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE CONFINADO

### 5.4.1 Níveis do bagaço de mandioca

Houve redução no ganho de peso dos frangos confinados em todos os níveis de inclusão do bagaço de mandioca: nível 1 (DMB= -36,99 g; *P*=0,0010), nível 2 (DMB= -69,55 g; *P*=0,0031) e nível 3 (DMB= -36,99 g; *P*=0,0010; figura 6 A).

Para o consumo de ração, também houve redução significativa em todos os níveis de inclusão do bagaço de mandioca. Entretanto, para os níveis 1 (DMB= -35,00 g; *P*=0,010) e 2 (DMB= -14,15 g; *P*=0,020) não diferiram quanto a redução do consumo, ao passo que para o nível 3 (DMB= -82,51 g; *P*=0,0001) a redução do consumo de ração foi superior, conforme descrito na Figura 6B.

O alto teor de fibras do bagaço de mandioca pode alterar a densidade da ração e aumentar a capacidade de absorção da água. Essas características afetam a ingestão de alimento pelo volume ocupado no trato digestivo (BRAGA et al., 2005), o que pode promover a expansão, causando a sensação de saciedade.

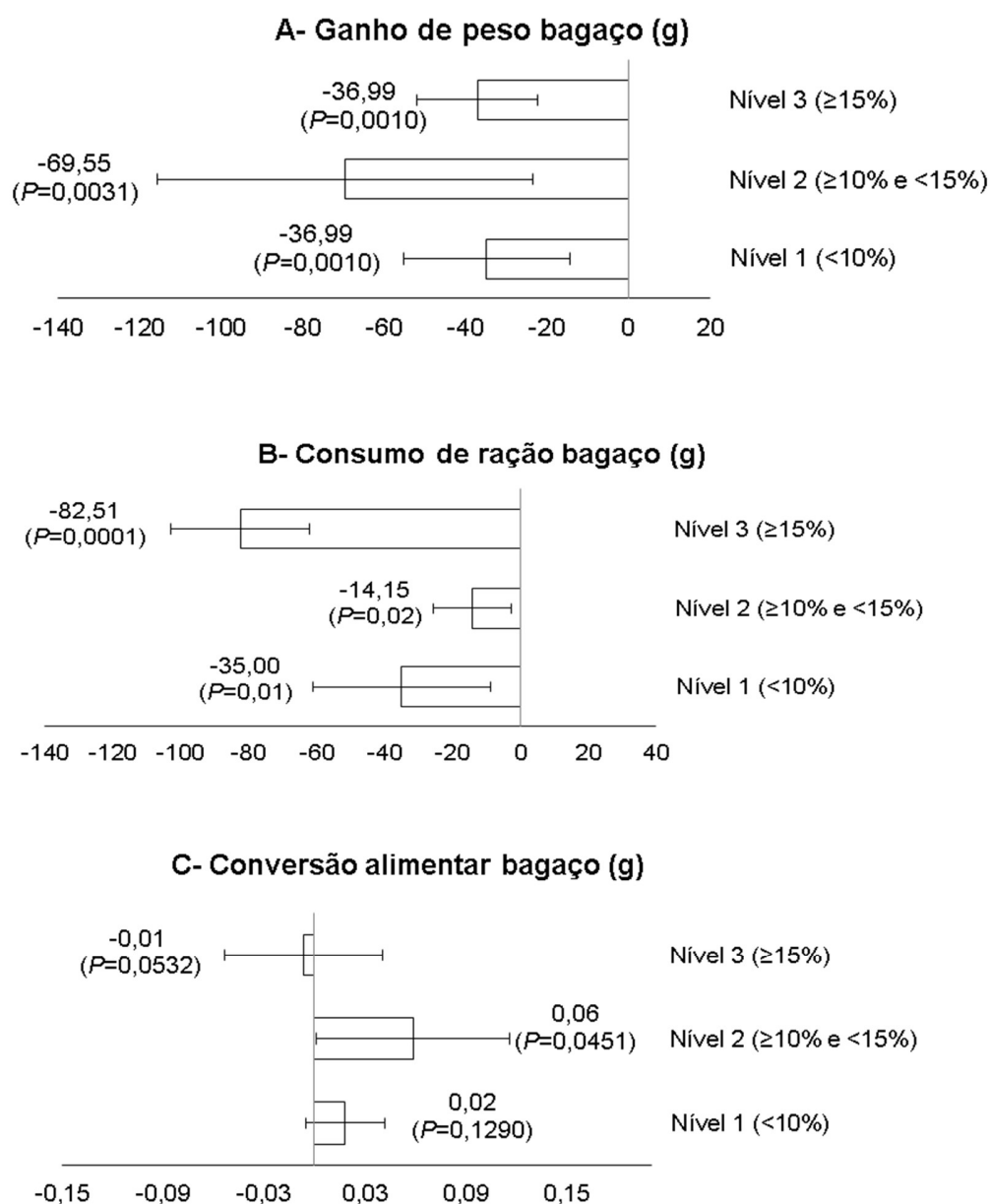
Sobre o nível de inclusão para cada fonte de subprodutos, a maior redução de consumo ocorreu no nível 3 da inclusão de bagaço ( $\geq 15\%$ ). Tal fato tem relação com a

composição amilácea diversa, decorrente das variedades de mandioca e seus processamentos, conforme relatado acima.

Em relação à conversão alimentar das aves confinadas que receberam bagaço de mandioca na alimentação, não houve efeito para os níveis 1 (DMB= 0,02;  $P=0,1290$ ) e 3 (DMB= -0,01;  $P=0,0532$ ), entretanto, o nível 2 (DMB= 0,06;  $P=0,0451$ ) resultou em piora da conversão alimentar (Figura 6C).

O bagaço apresentou pior conversão no nível 2 ( $\geq 10\%$  e  $< 15\%$ ), devido a concentração imprecisa de amido, conforme variabilidade decorrente das cultivares e do processamento.

Figura 6- Gráfico de barras que mostra os efeitos dos níveis de inclusão do bagaço de mandioca na alimentação sobre o desempenho (A - ganho de peso (g), B- consumo de ração (g) e C- conversão alimentar) de frangos de corte confinados. A linha horizontal indica a estimativa da diferença média bruta (DMB) e a linha vertical mostra o erro padrão correspondente. DMB (Mandioca-Controle) e 95% IC = Diferença média bruta entre as médias dos tratamentos com bagaço de mandioca e controle, com intervalo de confiança (IC) de 95%.



#### 5.4.2 Níveis da farinha de mandioca

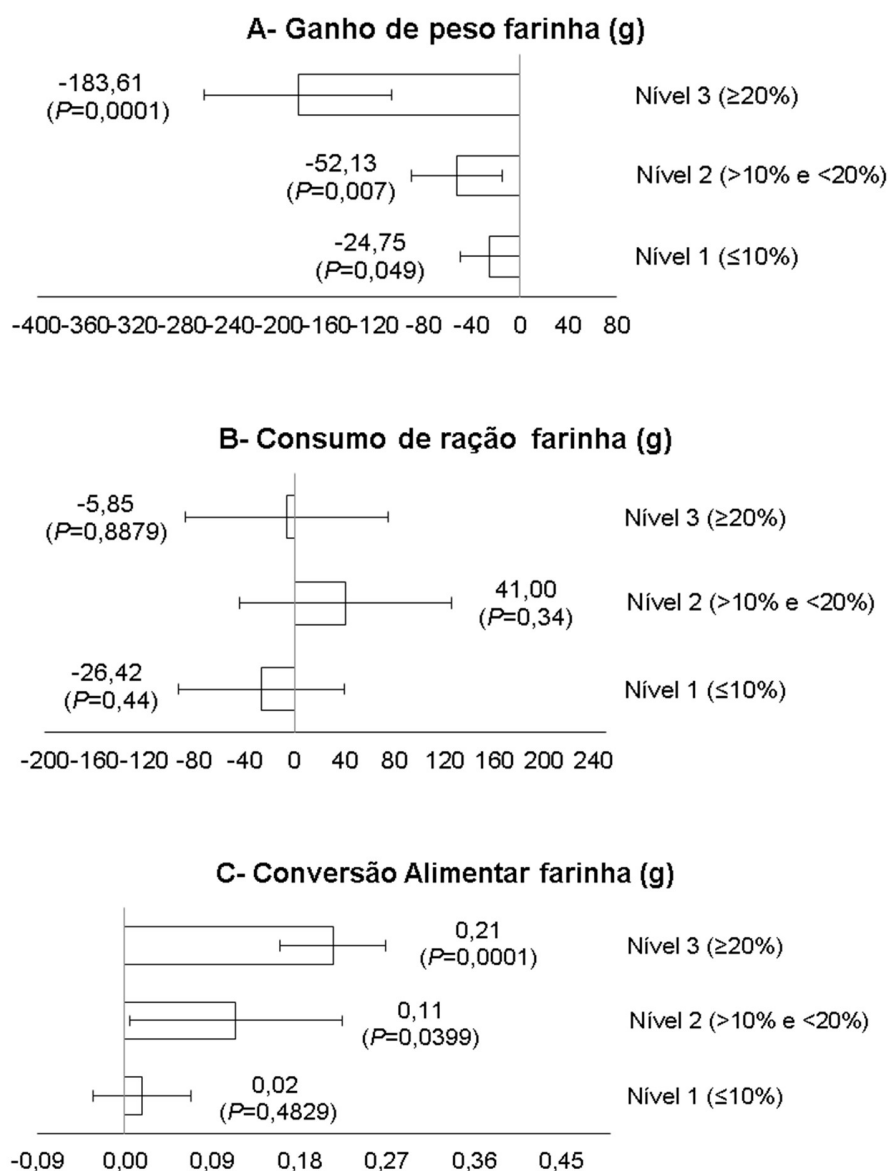
Para a farinha de mandioca, houve redução significativa no ganho de peso dos frangos confinados em todos os níveis de inclusão. Nos níveis 1 (DMB= -24,75 g;  $P=0,049$ ) e 2 (DMB= -52,13 g;  $P=0,007$ ) a redução foi semelhante, ao passo que no nível 3 (DMB= -183,61 g;  $P=0,0001$ ) a redução do ganho de peso das aves foi superior quando comparado aos demais níveis (Figura 7A).

Não houve efeito do nível de inclusão da farinha de mandioca para a característica de consumo de ração: nível 1 (DMB= -26,42;  $P=0,44$ ), nível 2 (DMB= 41,00;  $P=0,34$ ) e nível 3 (DMB= -5,85;  $P=0,8879$ ), conforme descrito na Figura 7B.

Em relação à conversão alimentar das aves confinadas que receberam farinha de mandioca na dieta, não houve efeito para os níveis 1 (DMB= 0,02;  $P=0,4829$ ) e 2 ( $P=0,11$ ;  $P=0,0399$ ), entretanto, o nível 3 (DMB= 0,21;  $P=0,0001$ ) resultou em piora da conversão alimentar (Figura 7C).

A farinha proporcionou pior conversão alimentar nos níveis 2 (>10% e <20%) e 3 ( $\leq 10\%$ ), talvez pela baixa concentração de amido na dieta, que dificultou o alcance de energia necessária para produção de proteína, pelas aves.

Figura 7- Gráfico de barras que mostra os efeitos dos níveis de inclusão da farinha de mandioca na alimentação sobre o desempenho (A - ganho de peso (g), B- consumo de ração (g) e C- conversão alimentar) de frangos de corte confinados. A linha horizontal indica a estimativa da diferença média bruta (DMB) e a linha vertical mostra o erro padrão correspondente. DMB (Mandioca-Controle) e 95% IC = Diferença média bruta entre as médias dos tratamentos com bagaço de mandioca e controle, com intervalo de confiança (IC) de 95%.



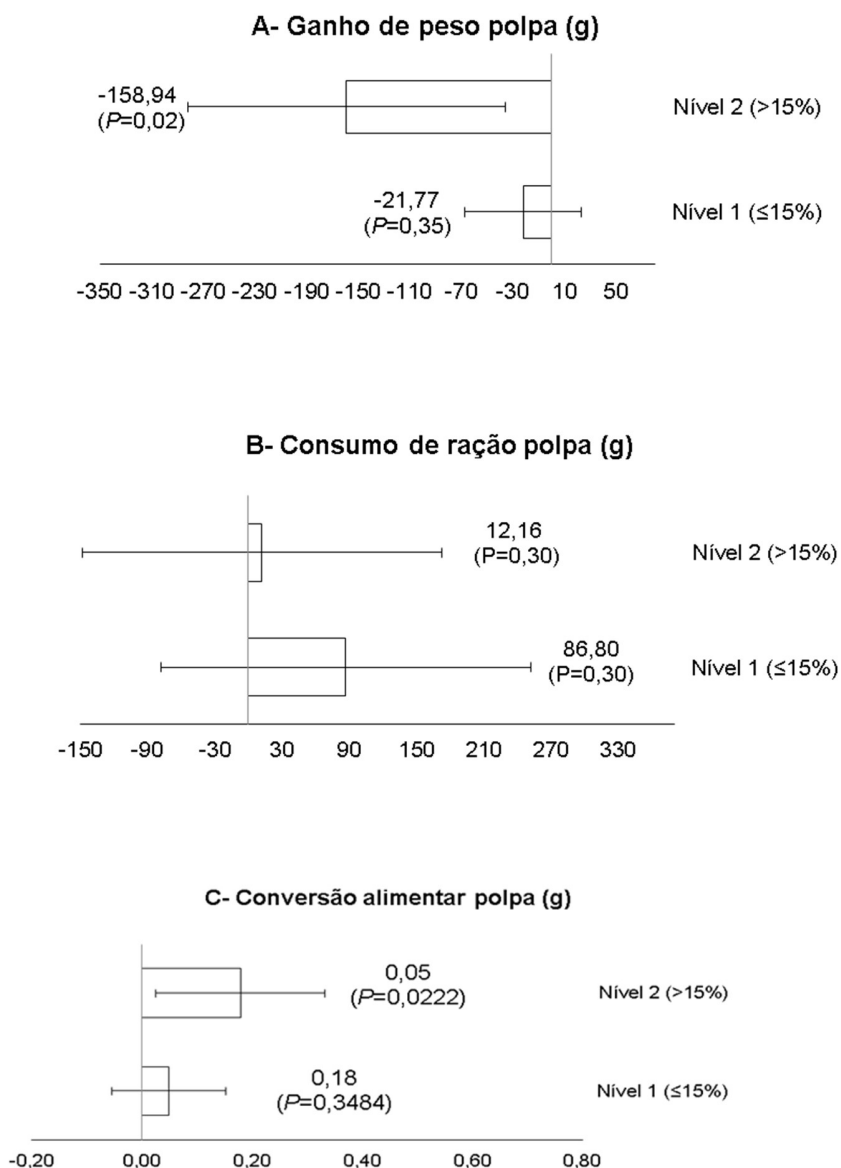
### 5.4.3 Níveis da polpa de mandioca

Para a fonte polpa de mandioca não houve efeito do nível 1 (DMB= -21,77;  $P=0,35$ ) de inclusão sobre o ganho de peso dos frangos confinados, entretanto o nível 2 (DMB= -158,94;  $P=0,02$ ) resultou em menor ganho de peso (Figura 8 A).

Não houve efeito do nível de inclusão da polpa de mandioca para a característica de consumo de ração: nível 1 (DMB= 86,80;  $P=0,30$ ) e nível 2 (DMB= 12,16;  $P=0,30$ ), conforme descrito na Figura 8 B.

Em relação à conversão alimentar das aves alimentadas com a polpa de mandioca, não houve efeito do nível 1 (DMB= 0,18;  $P=0,3484$ ) de inclusão, entretanto o nível 2 (DMB= 0,05;  $P=0,0222$ ) resultou em piora da conversão alimentar (Figura 8 C).

Figura 8 - Gráfico de barras que mostra os efeitos dos níveis de inclusão da polpa de mandioca na alimentação sobre o desempenho (A - ganho de peso (g), B- consumo de ração (g) e C- conversão alimentar) de frangos de corte confinados. A linha horizontal indica a estimativa da diferença média bruta (DMB) e a linha vertical mostra o erro padrão correspondente. DMB (Mandioca-Controle) e 95% IC = Diferença média bruta entre as médias dos tratamentos com bagaço de mandioca e controle, com intervalo de confiança (IC) de 95%.



Houve redução de ganho de peso para todas as fontes de subprodutos. Para a farinha, a maior redução ocorreu com a inclusão do nível 3 ( $\geq 10\%$ ). Esse resultado está em concordância com o estudo de Loan (2004), que testou a farinha de mandioca para frangos de corte de 1 a 42 dias de idade e concluiu que seu uso não deve ultrapassar 10%. Porém, estes resultados discordam de Brum & Albino (1990), que avaliaram a farinha integral de mandioca para frangos de até 56 dias de idade, afirmando que há possibilidade de inclusão de até 66,66%, sem comprometimento do desempenho das aves. O mesmo resultado foi encontrado por Souza et al. (2011), que avaliaram farinha de raiz integral de mandioca na alimentação de frangos caipiras, nas fases inicial, crescimento e final, sendo relatado que a inclusão de 60% não prejudica o desempenho, o rendimento de carcaça e os cortes das aves.

Para a polpa de mandioca, houve maior redução do ganho de peso no nível 2 ( $> 15\%$ ). Este resultado concorda com o relatado por Khempaka et al. (2009), que indicou a inclusão de até 8% de polpa seca de mandioca na dieta de frangos de corte de 1 a 42 dias de idade, porém mesmo assim a grande quantidade de fibras (13,59%) reduziu o ganho de peso.

## 5.5 PERÍODOS DE INCLUSÃO DOS SUBPRODUTOS DA MANDIOCA NA ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE CONFINADO

Houve redução no ganho de peso dos frangos confinados que receberam subprodutos da mandioca na alimentação, durante os períodos 1 (DMB= -27,25 g;  $P<0,01$ ) e 3 (DMB= -114,23 g;  $P<0,01$ ). Todavia, não houve efeito para o período 2 (DMB= -35,28 g;  $P>0,07$ ), conforme descrito na Figura 9 A.

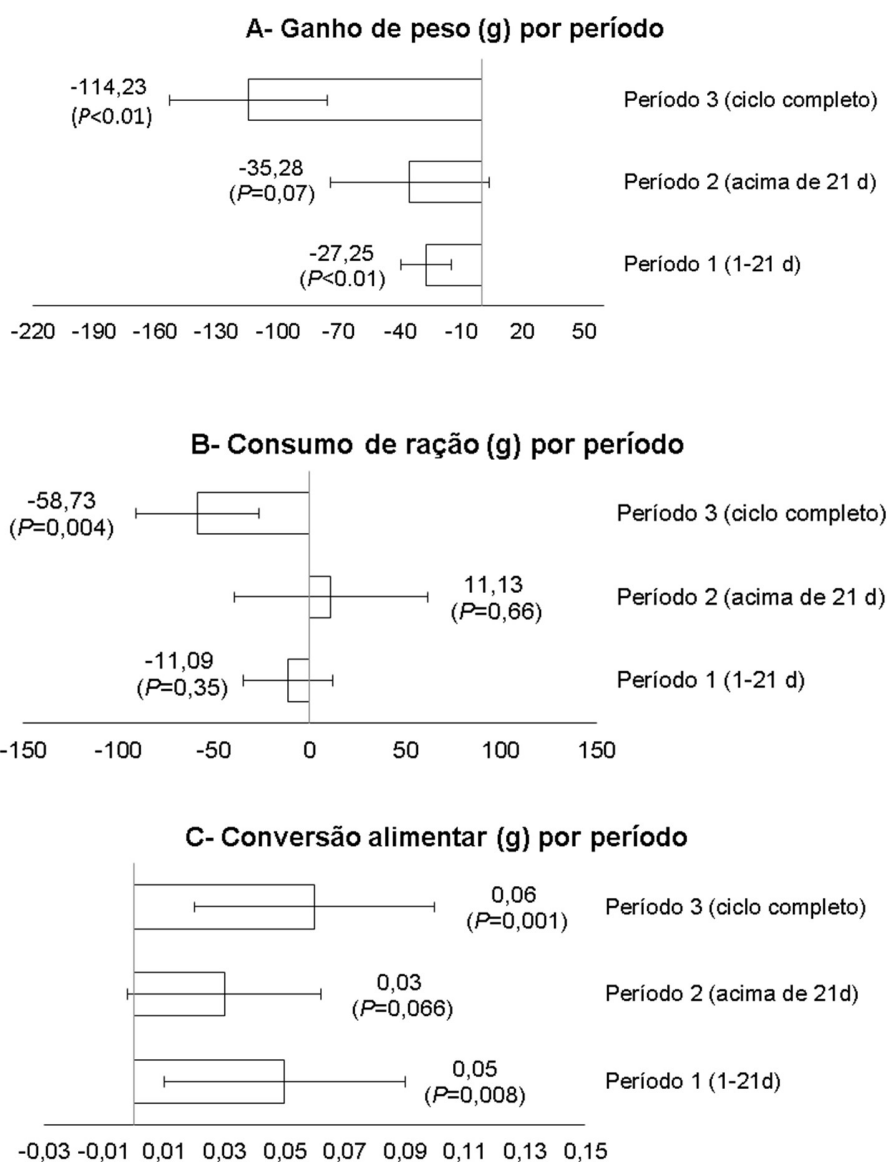
Segundo Furlan & Macari (2002), a melhora no desempenho das aves na fase de crescimento, em relação à fase inicial, se justifica porque nessa fase, as aves possuem o pâncreas mais eficiente na produção de enzimas que atuam na digestão, do que na fase inicial.

Em relação ao consumo de ração das aves, não houve efeito para os períodos 1 (DMB= - 11,09 g;  $P=0,35$ ) e 2 (DMB= 11,13 g;  $P=0,66$ ), entretanto, o período 3 (DMB= - 58,73;  $P=0,004$ ) resultou em menor consumo de ração (Figura 9 B).

Para a conversão alimentar, houve piora durante os períodos 1 (DMB= 0,05;  $P=0,008$ ) e 3 (DMB= 0,06;  $P=0,001$ ), ao passo que no período 2 (DMB= 0,03;  $P=0,066$ ) não houve efeito (Figura 9 C).

No geral, a redução do ganho de peso para todas as fontes de subprodutos não sofreu alteração nos períodos / idades de inclusão 1 (1 a 21 dias) e 3 (ciclo completo). Para os períodos 1 e 3 também houve piora da conversão alimentar. Esses resultados permitem interpretar que em qualquer fase de produção, haverá redução do ganho de peso e conversão alimentar comprometida, pela inclusão dos subprodutos da mandioca.

Figura 9- Gráfico de barras que mostra os efeitos dos períodos de inclusão de subprodutos da mandioca na alimentação sobre o desempenho (A - ganho de peso (g), B- consumo de ração (g) e C- conversão alimentar) de frangos de corte confinados. A linha horizontal indica a estimativa da diferença média bruta (DMB) e a linha vertical mostra o erro padrão correspondente. DMB (Mandioca-Controle) e 95% IC = Diferença média bruta entre as médias dos tratamentos com bagaço de mandioca e controle, com intervalo de confiança (IC) de 95%.



## 5.6 DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE CAIPIRA

Em geral, a inclusão de fontes de subprodutos da mandioca na alimentação de frangos de corte caipira não alterou significativamente o ganho de peso corporal (DMB= -3,230;  $P=0,869$ ), entretanto, resultou em maior consumo de ração (DMB= 158,86;  $P=0,0076$ ) e piora na conversão alimentar (DMB = 0,25;  $P=0,0004$ ), conforme descrito na Tabela 9.

Tabela 9–Efeito da inclusão de fontes de subprodutos da mandioca na alimentação sobre o desempenho de frangos de corte caipira

Desempenho	N <sup>1</sup>	DMB (95% IC) <sup>2</sup>		Heterogeneidade <sup>3</sup>	
		Efeito Aleatório	Valor- <i>P</i>	Valor- <i>P</i>	I <sup>2</sup> (%) <sup>4</sup>
Ganho de peso (g)	28	-3,230 (-41,61; 35,15)	0,8690	<0,0001	87,09
Consumo de ração (g)	28	158,86 (42,22; 275,51)	0,0076	<0,0001	92,18
Conversão alimentar	23	0,25 (0,11; 0,39)	0,0004	<0,0001	93,25

<sup>1</sup>N = Número de comparações de tratamentos com e sem fonte de mandioca.

<sup>2</sup>DMB (95% IC) = Diferenças médias brutas, com 95% de intervalo de confiança (IC).

<sup>3</sup>Heterogeneidade= Variabilidade entre os estudos.

<sup>4</sup>I<sup>2</sup> (%) = Proporção da variação total das estimativas de efeito de tamanho, devido à heterogeneidade; Valor-*P* para o teste  $\chi^2$  (Q) de heterogeneidade.

Em relação ao consumo, diferentemente dos animais confinados, os trabalhos sobre frangos caipiras relatam maior consumo, talvez devido ao maior tempo de permanência desses animais em campo para engorda (cerca de 120 dias), em comparação às aves confinadas (cerca de 46 dias) (ROSTAGNO et al., 2017). Como o tempo de produção é, em média, de 2,6 vezes maior, há maior consumo de ração ao final do ciclo de produção.

As variáveis de desempenho (Tabela 9) para frangos caipiras apresentaram valor de heterogeneidade alta, ou seja, maior que 50%, o que indica que os resultados sofreram interferência em suas respostas não somente da inclusão da mandioca, mas sim de outros fatores. Entretanto, devido ao número restrito (n=4, Tabela 5) de artigos disponíveis na literatura científica, não foi possível no presente estudo o estabelecimento de subgrupos relacionados às fontes de subprodutos da mandioca, além dos níveis e dos períodos de inclusão. Isto demonstra a necessidade de realização de mais estudos

relacionados à utilização de subprodutos da mandioca na alimentação sobre o desempenho de frangos de corte caipira, que é um sistema muito utilizado pela agricultura familiar e são esses pequenos produtores os mais afetados pelo aumento nos preços do milho.

## **6. CONCLUSÃO**

Recomenda-se a inclusão da polpa de mandioca em até 15% na dieta de frangos de corte confinado, acima de 21 dias de idade, sem afetar o desempenho. Embora a farinha e o bagaço não sejam recomendados por comprometer o desempenho, é importante a realização de estudos com relação ao custo vs. benefício do uso destes alimentos alternativos, em particular aos subprodutos da mandioca.

Para frangos de corte caipira, a inclusão de subprodutos da mandioca, de forma geral, resultou em maior consumo de ração e piora da conversão alimentar. Entretanto, em função do número reduzido de artigos disponíveis na literatura não foi possível a avaliação das fontes, além dos níveis e dos períodos de inclusão destes subprodutos, separadamente.

## REFERÊNCIAS

ABRAHÃO, J. J.; PRADO, I. N.; MARQUES, J. A.; PEROTTO, D.; LUGÃO, S. M. B. Avaliação da substituição do milho pelo resíduo seco da extração da fécula de mandioca sobre o desempenho de novilhas mestiças em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Maringá, v. 35, n. 2, p. 512-518, 2006.

AMORIM, S. L.; MEDEIROS, R. M. T.; RIET-CORREA, F. Intoxicações por plantas cianogênicas no Brasil. **Ciência Animal**, Patos, v. 16, p. 17-26, 2006.

ABPA - Associação Brasileira de Proteína Animal. Relatório anual 2020/2021. São Paulo, SP: ABPA, 2021. Disponível em: <https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2020>. Acesso em: 10 ago. 2021.

ARAGÃO, M. L.; PONTE, J. J. Uso da manipueira extrato líquido das raízes de mandioca como adubo foliar. **Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 26, n. 1-2, p. 45-48, 1995.

ARRUDA, C. G.; ALCANTARA, J. S.; CEREDA, M. P.; ABREU, A. P. Avaliação dos parâmetros produtivos de frangos caipiras Label Rouge alimentados com mandioca integral em substituição ao milho, como forma de sustentabilidade ao pequeno produtor. In: FÓRUM AMBIENTAL DA ALTA PAULISTA, 2008, Tupã. **Anais [...]**. Tupã: Estância Turística de Tupã, 2008. CD-ROM.

AVISITE - O Portal da Avicultura. **Estatísticas e preços**. São Paulo: AVISITE, 2021. Disponível em: <http://www.avisite.com.br/economia/prodfran.asp>. Acesso em: 23 jun. 2021.

BARRETO, S. L.; QUIRINO, S. J. B.; BRITO, O. C.; UMIGI, T. R.; DE ARAUJO, S. M.; COIMBRA, R. S. J.; ROJAS, G. E. E.; DE FREITAS, F. J.; REIS, S. R. Níveis de energia metabolizável para codornas japonesas na fase inicial de postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, p.79-85, 2007.

BELLAVER, C., FIALHO, E. T., PROTAS, J. F. S.; GOMES, P. C. Radícula de malte na alimentação de suínos em crescimento e terminação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 8, p. 969-974, 1985.

BOISSEL, J.P.; BLANCHARD, J.; PANAK, E.; PEYRIEUX, J. C.; SACKS, H.; GROUP, T. M. A. C. Considerations for the meta-analysis of randomized clinical trials. Summary of a panel discussion. **Controlled Clinical Trials**, New York, v.10, n. 3 p.254-281, 1989.

BRAGA, C. V. P.; FUENTES, M. F. F.; FREITAS, E. R.; CARVALHO, L. E.; SOUSA, F. M.; Bastos, S. C. Efeito da inclusão do farelo de coco em rações para poedeiras comerciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Fortaleza, v. 34, n. 1, p. 76-80, 2005. Disponível:

<https://www.scielo.br/j/rbz/a/NDjsNCJZKZf63NHtQVbmzzz/?format=pdf&lang=pt>.  
Acesso em: 23 jun. 2021.

BRITO, M. S.; OLIVEIRA, C. F. S.; SILVA, T. R. G.; LIMA, R. B.; MORAIS, S. N.; SILVA, J. H. V. Polissacarídeos não amiláceos na nutrição de monogástricos – revisão. **Acta Veterinaria Brasilica**, Areia, v. 2, n. 4, p. 111-117, 2008.

BRUM, P. A. R.; ALBINO, T. F. L. Farinha integral de mandioca em rações para frangos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 10, p. 1367-1373, 1990.

CALDAS NETO, S. F. **Digestibilidade parcial e total, parâmetros ruminais e degradabilidade de rações com mandioca e resíduos das farinheiras**. 1999. 66 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 1999.

CAMPOS, C. F. A. **Bagaço de mandioca e complexo enzimático fúngico em dietas de frangos de crescimento lento**. 2018. 103 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal Tropical) - Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal do Tocantins, Araguaína, 2018.

CAMPOS NETO, O.; BEM, C. H. W. Mandioca. In: PEIXOTO, A. M. A.; MOURA, J. C.; FARIA, V. P. **Utilização de resíduos culturais e de beneficiamento na alimentação de bovinos**. Piracicaba: FEALQ, 1995, p. 215- 228.

CARDOSO, C. E. L.; GAMEIRO, A. H. Adição de derivados da mandioca à farinha de trigo: algumas reflexões. **Área de Informação da Sede-Texto para Discussão (ALICE)**, Brasília, 2002.

CARRIJO, A. S.; FASCINA, V. B.; Souza, K. M. R., Ribeiro, S. S.; ALLAMAN, I. B.; GARCIA, A. M. L.; HIGA, J. A. Níveis de farelo da raiz integral de mandioca em dietas para fêmeas de frangos caipiras. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 11, n. 1, 2010.

CARRIJO, A. S., MENEZES, G. P., OLIVEIRA, M.S.S. SILVA, M.J., ONSELEN, V.J. Utilização do farelo de raiz de mandioca como fonte energética alternativa na engorda de frango tipo caipira. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39. 2002, Recife. **Anais [...]**. Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia. CDROM.

CELIS, W.; MATHIOS, M.; CÁCERES, J.; AGUILAR, J. Rendimiento productivo de pollos parrilleros alimentados con harina de yuca (*Manihot esculenta*) como reemplazo del maíz. **Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú**, Amazonas, v. 30, n. 2, p. 676-681, 2019.

CEREDA, M. P. Caracterização dos resíduos da industrialização da mandioca. In: CEREDA, M. P. **Resíduos da industrialização da mandioca**. São Paulo: Paulicéia,

1994. P. 11- 50. Disponível em:

[https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&biblioteca=vazio&busca=autoria:%22CEREDA,%20M.%20P.%20\(Coord.\)%22](https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&biblioteca=vazio&busca=autoria:%22CEREDA,%20M.%20P.%20(Coord.)%22). Acesso em: 10 ago. 2021.

CEREDA, M. P. Caracterização dos subprodutos da industrialização da mandioca. In: CEREDA, M. P. **Manejo, uso e tratamento de subprodutos da industrialização da mandioca**. São Paulo: Fundação Cargill, 2001. v. 4, cap. 1, p. 31-35. Disponível em: <https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&id=250401&biblioteca=vazio&busca=autoria:%22CEREDA,%20M.P.%22&qFacets=autoria:%22CEREDA,%20M.P.%22&sort=&paginacao=t&paginaAtual=1>. Acesso em: 10 ago. 2021.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Mandioca - Análise Mensal - Julho de 2020**, Brasília, DF: CONAB, 2020. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuario-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-mensal-de-mandioca/item/14119-mandioca-analise-mensal-julho-2020>. Acesso em: 10 ago. 2021.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Mandioca - Análise Mensal – Março de 2021**. Brasília, DF: CONAB, 2021. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuario-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-mensal-de-mandioca>. Acesso em: 10 ago. 2021.

COSTA, F. G. P.; GOULART, C. C.; COSTA, J. S.; SOUZA, C. J.; DOURADO, L. R. B.; SILVA, J. H. V. Desempenho, qualidade de ovos e análise econômica da produção de poedeiras semipesadas alimentadas com diferentes níveis de raspa de mandioca. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringá, v. 31, n. 1, p. 13-18, 2009.

CRUZ, F. G. G. **Avicultura caipira na Amazônia**. Manaus: Grafisa, 2011. 114 p.

DUARTE, J. O.; MATTOSO, M. J.; GARCIA, J. C. **Árvore do conhecimento: milho. Agência Embrapa de Informação Tecnológica (Ageitec)**, Brasília. Disponível em [https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01\\_8\\_168200511157.html](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01_8_168200511157.html). Acesso em: 10 ago. 2021.

EL-DASH, A.; GERMANI, R. **Tecnologia de farinhas mistas: uso de farinhas mistas na produção de massas alimentícias**. Brasília: Embrapa-CTAA, 1994. v. 5, 39 p.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Embrapa Suínos e Aves**. Concórdia, SC: EMBRAPA. Disponível em: <http://www.cnpsa.embrapa.br>. Acesso em: 13 de setembro. 2021.

ESPÍNDOLA, C. J. Trajetórias do progresso técnico na cadeia produtiva de carne de frango do Brasil. **Geosul**, Florianópolis, v. 27, n. 53, p. 89-114, 2012.

FAO - Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura. **Produzir mais com menos: Mandioca** - Informe de Política - Um guia para a intensificação

sustentável da produção. FAO, 2013. 24 p. Disponível em: <http://www.fao.org/3/i2929o/i2929o.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2021.

FERREIRA, A. H. C.; LOPES, J. B.; ABREU, M. L. T.; FIGUEIRÊDO, A. V.; RIBEIRO, M. N.; SILVA, F. E. S.; MERVAL, R. R. Raspa integral de mandioca para frangos de um a 42 dias de idade. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 13, n. 1, p. 160-172, 2012.

FERREIRA, A. H. C.; LOPES, J. B.; ABREU, M. L. T. D.; SANTANA JÚNIOR, H. A. D., ARAÚJO, F. S.; SARAIVA, A. Raspa integral da raiz de mandioca para frangos no período de 1 a 21 dias. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**. Maringá, v. 36, n. 4, p. 357-362, Dec. 2014. Doi 10.4025/actascianimsci.v36i4.23368. Disponível em : <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v36i4.23368>. Acesso em: 22 jun. 2021.

FIALHO, E. T.; BARBOSA, O.; FERREIRA, A. S.; GOMES, P. C.; GIROTTO, A. F. Utilização da cevada suplementada com óleo de soja para suínos em crescimento e terminação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 10, p. 1467-1475, 1992.

FREITAS, C. R. G.; LUDKE, M. C. M. M.; LUDKE, J. V.; RABELLO, C. B.; NASCIMENTO, G. R.; BARBOSA, E. N. R. Inclusão da farinha de varredura de mandioca em rações de frangos de corte. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 30, n. 1, p. 155-163, 2008.

FURLAN, R. L.; MACARI, M. Termorregulação. In: MACARI, M.; FURLAN, R. L. **Fisiologia aviária aplicada a frango de corte**. 2 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2002. p. 209-230.

GERON, L. J. V.; COSTA, F. G.; MORAES, K. J. S.; OLIVEIRA, E. M.; GOMES, R. D.; PEREIRA, S. R.; SILVA, A. P.; CRUZ, C.; PELICIA, K. Consumo, desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte alimentados com rações contendo raspa de mandioca residual desidratada. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 72, n. 4, p. 304-310, 2015.

GIL, J. L.; BUTIAGRO, J. A. La yuca na alimentación animal. In: OSPINA, B. **La yuca en el tercer Milenio: Sistemas Modernos de producción, procesamiento, utilización y comercialización**. Cali: CIAT, 2002. cap. 28, p. 527-569. Disponível em: [http://www.ciat.cgiar.org/yuca/libro\\_yuca\\_alimentacion\\_animal.htm?codigo=P327](http://www.ciat.cgiar.org/yuca/libro_yuca_alimentacion_animal.htm?codigo=P327). Acesso em: 19 de jun. 2021.

GIONGO, C. **Produção de ácidos graxos voláteis por biodigestão anaeróbia da manipueira**. 2011. 75 p. Dissertação (Mestre em Engenharia Química) - Centro de Engenharias e Ciências Exatas, Universidade do Oeste do Paraná, Toledo, 2011.

HETLAND, H.; CHOCT, M.; SVIHUS, B. Role of insoluble non-starch polysaccharides in poultry nutrition. **World's Poultry Science Journal**, v. 60, n. 4, p. 415-422, 2004.

HIGGINS, J. P.T.; GREEN, S. Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions Version 5.1. **The Cochrane Collaboration**, 2011. Disponível em: <http://handbook.cochrane.org>. Acesso em 20 jun. 2021.

HOLANDA, M. A. C.; HOLANDA, M. C. R.; VIGODERES, R. B.; DUTRA JUNIOR, W. M. Desempenho de frangos caipiras alimentados com farelo integral de mandioca. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 16 n. 1, p. 106-117, 2015.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. Brasil: IBGE, 2021. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6588#resultado>. Acesso em: 10 ago. 2021.

JASKO, A. C.; ANDRADE, J.; CAMPOS, P. F.; PADILHA, L.; PAULI, R. B.; QUAST, L. B.; SCHNITZLER, E.; DEMIATE, I. M. Caracterização físico-química de bagaço de mandioca in natura e após tratamento hidrolítico. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, Paraná, v. 5, p. 427-441, 2011.

JIN, L., REYNOLDS, L. P., REDMER, D. A., CATON, J. S., CRENSHAW, J. D. Effects of dietary fiber on intestinal growth, cell proliferation, and morphology in growing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 72, n. 9, p. 2270-2278, 1994.

KHEMPAKA, S.; MOLEE, W.; GUILLAUME, M. Dried cassava pulp as an alternative feedstuff for broilers: Effect on growth performance, carcass traits, digestive organs and nutrient digestibility. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 18, n. 3, p. 487-493, 2009.

LATIF, S.; MULLER, J. Potential of cassava leaves in human nutrition: a review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 44, n. 2, p. 147-158, 2015.

LEAN, I. J.; RABIEE, A. R.; DUFFIELD, T. F.; DOHOO, I. R. Invited review: Use of meta-analysis in animal health and reproduction: Methods and applications **Journal of Milk Science**, v. 92, n. 8, p. 3545-3565, 2009.

LEONEL, M.; CEREDA, M. P. Extração da fécula retida no resíduo fibroso do processo de produção de fécula de mandioca. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 20, n. 1, p. 122-127, 2000.

LOAN, C. P. Utilization of cassava to improve the productivity of chicken in lower Mekong. Retrieved, 2004. Disponível em: <http://www.mekarn.org/Research/loanchick.htm>. Acesso em: 10 ago. 2021.

LOVATTO, P. A.; LEHNEN, C. R.; ANDRETTA, I.; CARVALHO, A. D.; HAUSCHILD, L. Meta-análise em pesquisas científicas: enfoque em metodologias. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Santa Maria, v. 36, p. 285-294, 2007.

MAGGIONI, D.; MARQUES, J. de A.; LUGÃO, S. M. B. Evaluation of Dry Cassava

Residue of Extraction Amide in Replacement of Corno n Performance for Feedlot Heifers. In: WORLD CONFERENCE ON ANIMAL PRODUCTION, 9, 2003, Porto Alegre. **Anais[...]**. Porto Alegre, 2003.

MARKOVIC, R.; SEFER, D.; KRSTIC, M.; PETRUJKIC, B. Effect of different growth promoters on broiler performance and gut morphology. **Archivos de Medicina Veterinária**, v. 41, n. 2, p.163-169, 2009.

MARQUES, J. A.; CALDAS NETO, S. F. Mandioca na alimentação animal: parte aérea e raiz. Campo Mourão – PR. CIES, 28p. 2002.

MARQUES, J. A.; PRADO, I. N.; ZEOULA, L. M.; Avaliação da mandioca e seus resíduos industriais em substituição ao milho no desempenho de novilhas confinadas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 5, p. 1528-1536, 2000.

MARTINS, A. S.; PRADO, I. N.; ZEOULA, L. M.; BRANCO, A. F.; NASCIMENTO, W. G. Digestibilidade aparente de dietas contendo milho ou casca de mandioca como fonte energética e farelo de algodão ou levedura como fonte protéica em novilhas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 1, p. 269-277, 2000.

MMA - Ministério Da Agricultura e do Abastecimento - Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal/DIPOA - Divisão de Operações Industriais/DOI. Registro do Produto "Frango Caipira ou Frango Colonial" ou "Frango Tipo ou Estilo Caipira" ou "Tipo ou Estilo Colonial". **Ofício Circular**, n. 7, 1999.

MODESTO, E. C.; SANTOS, G. T.; VILELA, D.; SILVA, D. C., FAUSTINO, J. O.; DETMANN, E.; MARQUES, J. A. Caracterização químico-bromatológica da silagem do terço superior da rama de mandioca. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 26, n.1, p.137-146, 2004.

NAMBISAN, B. Strategies for elimination of cyanogens from cassava for reducing toxicity and improving food safety. **Food and Chemical Toxicology**, v. 49, n. 3, p. 690-693, 2011.

NGIKI, Y. U.; IGWEBUIKE, J. U.; MORUPPA, S. M. Utilization of cassava products for poultry feeding: a review. **The International Journal of Science and Technoledge**, v. 2, n. 6, p. 48-59, 2014.

NOGUEIRA JUNIOR, F. G. **Efeito residual da inclusão de raspa integral de mandioca em dietas secas e úmidas no período de creche sobre o desempenho posterior de suínos**. 2007. 98 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.

NRC - National Research Council. **Nutrient requirements of poultry**. 9. ed. Washington: National Academy Press, 1994, 176 p.

NWOKORO, S. O.; ORHERUATA, A. M.; ORDIAH, P. I. Replacement of maize with

cassava sievates in cockerel starter diets: effect on performance and carcass characteristics. **Tropical Animal Health and Production**, v. 34, n. 2, p. 163, 2002.

OKEREKE, C. O. Utilization of cassava, sweet potato, and cocoyam meals as dietary sources for poultry. **World Journal of Engineering and Pure & Applied Sciences**, v. 2, n. 2, p. 63, 2012.

OLIVEIRA, L. G.; FREITAS, D. C.; BATALHA, M. O.; ALCÂNTARA, R. L. C. Gerenciamento de riscos na cadeia agroindustrial de frango: análise da perspectiva dos avicultores em ubá, Minas Gerais. **Revista Produção Online**, v. 15, n. 4, p. 1305-1325, Florianópolis, 2015.

OLIVEIRA, K. R. F. **Processos ecotecnológicos no tratamento de efluentes líquidos de fecularia**. 2007. 111 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologias Ambientais) – Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2007.

OLIVEIRA, N. T. D.; UCHÔA, S. C. P.; ALVES, J. M. A.; SEDIYAMA, T.; ALBUQUERQUE, J. D. A. A. D.; SOUZA, E. D.; MELVILLE, C. C. Ácido cianídrico em tecidos de mandioca em função da idade da planta e adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 47, n. 10, p. 1436-1442, 2012.

OSO, A. O.; AKAPO, O.; SANWO, K. A.; BAMGBOSE, A. M. Utilization of unpeeled cassava (*Manihot esculenta Crantz*) root meal supplemented with or without charcoal by broiler chickens. **Journal of animal physiology and animal nutrition**, v. 98, n. 3, p. 431-438, 2014.

PAES, C. L. Pesquisa avalia novas fontes para produzir etanol. **Embrapa - notícias**, Brasília, 20 jan. 2010. Disponível em: [https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/18115853/pesquisa-avalia-novas-fontes-para-produzir-etanol?p\\_auth=cuIAGLKS](https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/18115853/pesquisa-avalia-novas-fontes-para-produzir-etanol?p_auth=cuIAGLKS). Acesso em: 10 ago. 2021.

PAES, M. C. D. Manipulação da composição química do milho: impacto na indústria e na saúde humana. **Infobibos – Informações Tecnológicas**, 2008. Disponível em: [http://www.infobibos.com/Artigos/2008\\_4/milho/index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2008_4/milho/index.htm). Acesso em: 10 ago. 2021.

PEDROSO, A. M.; PERES, J. R. MANELLA, M. de Q. In: AGRIPPOINT, CURSO ONLINE: utilização de subprodutos na alimentação de ruminantes com eficiência técnica e econômica. Modulo 7 – Subprodutos da mandioca e do arroz, 2004. Disponível em: [http://maneio.com.br/embrioes/artigos/Arroz\\_e\\_Mandioca2\\_Renato\\_Nutron%5B1%5D.pdf](http://maneio.com.br/embrioes/artigos/Arroz_e_Mandioca2_Renato_Nutron%5B1%5D.pdf)>Acesso em: 10 ago. 2021.

PEREIRA, L. G. R.; AZEVEDO, J. A. G.; PINA, D. D. S.; BRANDÃO, L. G. N.; ARAUJO, G. G. L.; VOLTOLINI, T. V. Aproveitamento dos coprodutos da agroindústria processadora de suco e polpa de frutas para alimentação de ruminantes. **Embrapa Semiárido-Documentos (INFOTECA-E)**, Petrolina, n. 220, 2009. Documento Online.

Disponível em: <http://www.cpatsa.embrapa.br>. Acesso em: 10 ago. 2021.

PICOLI, K. P.; MURAKAMI, A. E.; NUNES, R. V.; DUARTE, C. R. A, EYNG, C.; OSPINA-ROJAS, I. C. Cassava starch factory residues in the diet of slow-growing broilers. **Tropical animal health and production**, v. 46, n. 8, p. 1371-1381, 2014.

RATTANACHOMSRI, U.; TANAPONGPIPAT, S.; EURWILAICHITR, L.; CHAMPRED V. Simultaneous non-thermal saccharification of cassava pulp by multi-enzyme activity and ethanol fermentation by *Candida tropicalis*. **Journal of Bioscience and Bioengineering**, v. 107, n. 5, p. 488-493, 2009.

RAUPP, D. D. S.; MARQUES, S. H. D. P.; ROSA, D. A.; CALDI, C. M.; CREMASCO, A. C. V.; BANZATTO, D. A. 2002. Arrastre via fecal de nutrientes da ingestão produzido por bagaço de mandioca hidrolisada. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 59, p. 235-242, 2002.

Disponível:<https://www.scielo.br/j/sa/a/9CYpZgvWxngSvmcgrVzBhHf/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 10 ago. 2021.

RECK, A. B.; SCHULTZ, G. Aplicação da metodologia multicritério de apoio à decisão no relacionamento interorganizacional na cadeia da avicultura de corte. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Piracicaba, v. 54, n. 4, p. 709-728, 2016.

RODRIGUES, C.; ZIEGELMANN, P. Metanálise: um guia prático. Revista Brasileira de Saúde Produção Animal. **Revista HCPA**, v. 30, n. 4, p. 435-446, 2010.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; HANNAS, M. I.; DONZELE, J. L.; SAKOMURA, N. K.; PERAZZO, F. G.; SARAIVA, A.; TEIXEIRA, M. V.; RODRIGUES, P. B.; OLIVEIRA, R. F.; BARRETO, S. L. T.; BRITO, C. O. **Tabelas brasileiras para aves e suínos**: Composição de alimentos e exigências nutricionais. 4. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa - Departamento de Zootecnia, 2017. 488 p.

RUFINO, J. P. F.; CRUZ, F. G. G.; MILLER, W. P. M.; MELO, R. D.; FEIJÓ, J. C.; CHAGAS, E. O. Análise econômica da inclusão de farinha do resíduo de tucumã (*Astrocaryum vulgare*, Mart) na alimentação de poedeiras comerciais. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 16, n. 1, p. 1-9, 2015.

SAGRILO, E.; GIRÃO, E. S.; BARBOSA, F. J. V.; RAMOS, G. M.; AZAVEDO, J. N.; MEDEIROS, L. P.; Leal, T. M. Galinha Caipira - Validação do Sistema Alternativo de Criação de Galinha Caipira. **Embrapa Meio Norte. Sistema de produção**, v. 1, n. 1, 2003. Disponível em : <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/AgriculturaFamiliar/RegiaoMeioNorteBrasil/GalinhaCaipira/index.htm#topo>. Acesso em: 10 ago. 2021.

SAKOMURA, N. K.; DEL BIANCHI, M.; PIZAURO JR, J. M.; CAFÉ, M. B.; FREITAS, E. R. Efeito da idade dos frangos de corte na atividade enzimática e digestibilidade dos nutrientes do farelo de soja e soja integral. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n.

4, p. 924-935, 2004.

SÁNCHEZ, T. Evaluación de 6000 variedades de yuca. Cali: CIAT, 2004. (Programa de mejoramiento de yuca).

SBM - Sociedade Brasileira de Mandioca. 2015. Disponível em: <  
[http://sbmandioca.org/pagina.php?id\\_>](http://sbmandioca.org/pagina.php?id_>). Acesso em 10 de agosto de 2021.

SILVA, J. F. C. Uso de raízes da mandioca na alimentação de ruminantes. In: PENNA, S. F. P., COSTA, I. R. S., PERIM, S. (Ed.). A mandioca na alimentação animal brasileira. Sociedade Brasileira de Mandioca, 1983. 118p.

SILVA, R. D. M.; NAKANO, M. **Sistema caipira de criação de galinhas**. Piracicaba: O Editor, 1998. 110 p.

SOARES, M. O. S. **Sistema de Produção em Casas de Farinha: Uma leitura descritiva na Comunidade de Campinhos – Vitória da Conquista (BA)**. 2007. 115 p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente) - Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, 2007.

SOUSA, J. P. L. **Avaliação do bagaço de mandioca em rações de frangos de corte**. 2010. 66 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal Tropical) - Universidade Federal do Tocantins, Araguaína, 2010.

SOUSA, J. P. L. D.; RODRIGUES, K. F., ALBINO, L. F. T.; SANTOS NETA, E. R. D.; VAZ, R. G. M. V.; PARENTE, I. P.; AMORIM, A. F. Bagaço de mandioca em dietas de frangos de corte. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 13, n. 4, p.1044-1053, 2012.

SOUZA, A. S.; GONÇALVES, R. W.; SILVA, E. D. S. P.; MENDES, G. A.; SANTOS, D. C.; MAIA, T. L. Utilização da raspa da mandioca na alimentação animal. **PUBVET - Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia**, Londrina, v. 4, n. 14, p. 802-808, 2010.

SOUZA, K. M. R.; CARRIJO, A. S.; KIEFER, C.; FASCINA, V. B.; FALCO, A. L.; MANVAILER, G. V.; GARCIA, A. M. L. Farelo da raiz integral de mandioca em dietas de frangos de corte tipo caipira. **Archivos de Zootecnia**, v. 60, n. 231, p. 489-499, 2011.

SOUZA, L.M.G.; MURAKAMI, A.E; MARCATO, S.M.; MASSUDA, E.M.; Diferentes programas de alimentação na ração para frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, 2008.

SOUZA, S. O.; OLIVEIRA, L. C.; CAVAGIS, A. D.; BOTERO, W. G. Cyanogenic residues: Environmental impacts, complexation with humic substances, and possible application as biofertilizer. **Water, Air, & Soil Pollution**, v. 225, n. 12, p. 1-13, 2014.

STUPAK, M.; VANDERSCHUREN, H.; GRUISSEM, W.; ZHANG, P. Biotechnological

approachesto cassava protein improvement. **Trends in Food Science & Technology**, v. 17, n. 12, p. 634-641, 2006.

SUGIHARTO, S.; YUDIARTI, T.; ISROLI, I. Growth performance, haematological parameters, intestinal microbiology, and carcass characteristics of broiler chickens fed two-stage fermented cassava pulp during finishing phase. **Tropical Animal Science Journal**, v. 42, n. 2, p. 113-120, 2019.

SUGIHARTO, S.; YUDIARTI, T.; ISROLI, I. Performances and haematological profile of broilers fed fermented dried cassava (*Manihot esculenta* Crantz). **Tropical animal health and production**, v. 48, n. 7, p. 1337-1341, 2016.

TAKAHASHI, M.; FAGIOTTO, R. Balanço em Massa de Indústria de Farinha de Mandioca em da Região de Paranavaí. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 4, 1990, Londrina. **Anais[...]**. Londrina, 1990.

TAKAHASHI, M.; GONÇALO, S. **A Cultura da Mandioca**. Paranavaí: Editora Olímpica, 2005. 116 p.

TRAUTENMÜLLER, H. **Resíduo seco de mandioca na alimentação de frangos de corte**. 2016. 55 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2016.

TREVISOL, E. **Níveis e fontes de zinco para frangos de corte: revisão sistemática, meta-análise e influência do uso de fitase**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2019.

VALDIVIÉ, M.; LEYVA, C.; COBO, R.; ORTIZ, A.; DIEPPA, O.; FEBLES, M. Total substitution of corn by cassava (*Manihot esculenta*) meal in broiler chicken diets. **Journal of Agricultural Science**, v. 42, n. 1, p. 61, 2008.

VILELA, L. A. F.; PORTUGAL, A. F.; CARBALLAL, M. L.; RIBEIRO, D. O.; GONTIJO, M. F. D.; Efeitos do uso de cama de frango associada a diferentes doses de nitrogênio no acúmulo de matéria seca em *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. In: I SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE ANIMAIS - USO DOS RESÍDUOS DA PRODUÇÃO ANIMAL COMO FERTILIZANTE. Florianópolis. **Resumos[...]**. Florianópolis, 2009. p. 295-300.

YADAV, S.; MISHRA, B.; JHA, R. Cassava (*Manihot esculenta*) root chips inclusion in the diets of broiler chickens: effects on growth performance, ileal histomorphology, and cecal volatile fatty acid production. **Poultry science**, v. 98, n. 9, p. 4008-4015, 2019.