

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

Diuly Bortoluzzi Falcone

**CASCA DE BANANA EM DIETAS PARA COELHOS EM  
CRESCIMENTO**

Santa Maria, RS  
2019

**Diuly Bortoluzzi Falcone**

**CASCA DE BANANA EM DIETAS PARA COELHOS EM CRESCIMENTO**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de Concentração em Nutrição de Monogástricos, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Zootecnia**.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dra. Leila Picolli da Silva

Santa Maria, RS  
2019

Falcone, Diuly Bortoluzzi  
CASCA DE BANANA EM DIETAS PARA COELHOS EM CRESCIMENTO  
/ Diuly Bortoluzzi Falcone.- 2019.  
57 f.; 30 cm

Orientadora: Leila Picolli da Silva  
Coorientadora: Geni Salete Pinto de Toledo  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa  
Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós  
Graduação em Zootecnia, RS, 2019

1. Cunicultura 2. Nutrição animal 3. Subprodutos I.  
Picolli da Silva, Leila II. Pinto de Toledo, Geni Salete  
III. Título.

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

---

© 2019

Todos os direitos autorais reservados a Diuly Bortoluzzi Falcone. A reprodução de partes ou  
do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.

E-mail: diuly\_bortoluzzi@hotmail.com

**Diuly Bortoluzzi Falcone**

**CASCA DE BANANA EM DIETAS PARA COELHOS EM CRESCIMENTO**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de Concentração em Nutrição de Monogástricos, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Zootecnia**.

Aprovada em 05 de agosto de 2019:

---

**Leila Piccoli da Silva, Dra.**  
(Presidente/Orientador)

---

**Luciana Pötter, Dra. (UFSM)**

---

**Priscila de Oliveira Moraes, Dra. (UFSC) - Videoconferência**

Santa Maria, RS  
2019

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Federal de Santa Maria pela oportunidade dos estudos, por ser o local onde passei a maior parte da minha vida nos últimos anos e encontrei amigos e professores.

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia pelo acolhimento.

Ao Setor de Cunicultura pelos anos de trabalho, oportunidades de crescimento pessoal e principalmente pelo encontro com a minha realização profissional.

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoas de Nível Superior (CAPES) pelo incentivo a pesquisa.

À minha orientadora, Doutora Leila Piccoli da Silva, pela confiança, por compartilhar seus conhecimentos e auxiliar na minha trajetória.

À minha coorientadora, Doutora Geni Salete Pinto de Toledo, pelo incentivo, compreensão e apoio das mais diversas formas.

Agradeço a colega Ana Carolina, por toda ajuda durante o experimento, pela parceria e pelo apoio.

Agradeço aos meus colegas estagiários e ao funcionário do Setor de Cunicultura pela ajuda durante a pesquisa.

A minha mãe Glauce, por sempre me apoiar, me incentivar, me auxiliar no período de faculdade e pelo seu amor incondicional.

Agradeço ao meu padrasto Claudio e meu avô Luiz Carlos, por me apoiarem.

A minha avó Neli (*in memoriam*), por ser um anjo em minha vida.

Ao meu “pet” Meg, por ser minha companheira que me traz alegrias e preenche momentos vazios.

Enfim, agradeço a todos que participaram diretamente ou indiretamente desta fase decisiva da minha vida.

Muito obrigada!

## **RESUMO**

### **CASCA DE BANANA EM DIETAS PARA COELHOS EM CRESCIMENTO**

AUTOR: Diuly Bortoluzzi Falcone  
ORIENTADORA: Leila Piccoli da Silva

O objetivo deste trabalho foi avaliar o uso de casca de banana (CB) como ingrediente energético em dietas para coelhos de corte. O ensaio biológico foi conduzido por 49 dias, em delineamento inteiramente casualizado, no Laboratório de Cunicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria, utilizando 45 coelhos da raça Nova Zelândia Branco (9 animais/tratamento), desmamados aos 35 dias de idade. A substituição crescente do milho pela casca de banana foi usada para compor os tratamentos: 0CB (dieta controle sem inclusão de CB), 25CB(substituição de 25% de milho por CB), 50CB (substituição de 50% de milho por CB) , 75CB (substituição de 75% de milho por CB) e 100CB (substituição de 100% de milho por CB). Os resultados foram submetidos a análise de variância e as médias dos parâmetros avaliados foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância. Os parâmetros zootécnicos de consumo, ganho de peso diário, conversão alimentar e rendimento de carcaça não foram alterados pela substituição crescente do milho pela casca de banana. O teor de água, proteína e cinzas, bem como a coloração da carne ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ), também não apresentaram diferenças entre os tratamentos. Da mesma forma, as variáveis características de pelagem se mantiveram idênticas, independente dos níveis usados da casca de banana na dieta. A substituição do milho por CB reduziu linearmente o custo da ração, sendo a dieta 0CB a mais onerosa (R\$1,11/Kg) e a 100CB (1,02/Kg) a mais econômica. Os resultados obtidos neste trabalho permitem concluir que a casca de banana pode substituir completamente o milho nas rações de coelhos de corte, a menor custo e garantindo a manutenção de desempenho, qualidade de carne e de pelagem dos coelhos de corte.

**Palavras-chave:** Cunicultura. Nutrição animal. Subproduto.

## **ABSTRACT**

### **BANANA PEEL IN DIETS FOR GROWING RABBITS**

AUTHOR: Diuly Bortoluzzi Falcone

ADVISER: Leila Piccoli da Silva

This study aimed to evaluate the use of banana peel (BP) as an energetic ingredient in diets for growing rabbits. The biological assay was conducted in a completely randomized design in the Cuniculture Laboratory of the Department of Animal Science of the Federal University of Santa Maria. A total of 45 New Zealand White rabbits (9 animals / treatment), weaned at 35 days of age were feed with different levels of BP as a replacement maize: 0BP (control diet without BP), 25BP (BP as a replacement 25% of maize), 50BP (BP as a replacement 50% of maize), 75BP (BP as a replacement 75% of maize) and 100BP (BP as a replacement 100% of maize). The results were submitted to analysis of variance and the means of the evaluated parameters were compared by the Tukey test at 5% of significance. The intake, daily weight gain, feed conversion and carcass yield were not altered by the increasing substitution of maize by BP. The water, protein and ash contents, as well as the color meat ( $L^*$ ,  $a^*$  and  $b^*$ ), also did not present significant differences between the treatments. Likewise, the characteristic of the coat remained identical, regardless of the levels of BP used in the diet. Maize replacement by BP reduced linearly the feed cost, with the 0BP diet most costly (R\$ 1.11 / kg) and 100BP (R\$ 1.02 / kg) the most economical. The results obtained in this study showed that the BP can completely replace the maize in the diets for growing rabbits, at a lower cost and keep similar performance, meat quality and great pelage.

**Keywords:** Animal nutrition. By-products. Cuniculture.

## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 01 - Produção mundial de coelho no ano de 2017.....	13
Figura 02 - Volume de banana produzido por regiões no Brasil.....	15
Figura 03 - Modelo de produção sustentável com geração de produtos. ....	18
Figura 04 - Fases do processo de secagem das cascas de banana.. ..	20
Figura 05 - Condições experimentais de coelhos sendo submetidos a dietas com diferentes níveis de casca de banana. ....	21
Figura 06 - Pesagem dos animais do experimento, nas primeiras horas da manhã.....	23

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 01 – Composição de dietas para coelhos na fase de crescimento com diferentes níveis de substituição do milho pela casca de banana (CB). ....	22
---	----

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>12</b>
2.1	OBJETIVO GERAL.....	12
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	12
<b>3</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>13</b>
3.1	PANORAMA DA CUNICULTURA.....	13
3.2	FRUTICULTURA MUNDIAL E BRASILEIRA.....	14
3.3	PRODUÇÃO DE BANANA.....	14
3.4	CASCA DE BANANA .....	15
3.5	SUBPRODUTOS NA NUTRIÇÃO CUNÍCOLA .....	16
<b>4</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>19</b>
4.1	LOCAL E PERÍODO EXPERIMENTAL .....	19
4.2	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	19
4.3	AQUISIÇÃO DAS CASCAS DE BANANA .....	19
4.4	CONFECÇÃO DAS RAÇÕES .....	20
4.5	INSTALAÇÕES.....	20
4.6	ANIMAIS .....	21
4.7	DIETAS .....	21
4.8	AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO.....	23
4.9	ABATE.....	23
4.10	ANÁLISES <i>POST-MORTEM</i> .....	24
4.11	ANÁLISE DE PELO.....	24
4.12	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	24
4.13	CUSTOS.....	25
<b>5</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>26</b>
<b>6</b>	<b>DISCUSSÃO GERAL .....</b>	<b>27</b>
<b>7</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>28</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>29</b>	
<b>ANEXO A – CASCA DE BANANA E SEU EFEITO NA REDUÇÃO DE CUSTOS E CARACTERÍSTICAS DE CARCAÇA DE COELHOS DE CORTE.....</b>	<b>33</b>	
<b>ANEXO B – PERFORMANCE, MEAT CHARACTERISTICS AND ECONOMIC VIABILITY OF RABBITS FED DIETS CONTAINING BANANA PEEL.....</b>	<b>41</b>	
<b>ANEXO C – EFFECT OF THE INCLUSION OF BANANA PEELS ON RABBITS' FUR.....</b>	<b>47</b>	

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o segundo maior exportador de alimentos (FAOSTAT, 2018); no entanto, a má distribuição de renda e o elevado desperdício produtivo faz com que milhares de pessoas ainda estejam em estágio de desnutrição no País. Estudos demonstraram que a condição de alto risco nutricional é observada com frequência na área rural, em comunidades com pouco acesso a tecnologias (quilombolas, assentamentos, invasões) e a financiamentos para aprimorar a produção (KHALIL & BOLET 2010; JÚNIOR et al., 2012; OSENI & LUKEFAHR, 2014).

Producir fontes de proteína de qualidade com baixo custo, vem ao encontro de suprir a necessidade destas populações carentes (JÚNIOR, et al. 2006). Neste sentido, a cunicultura pode ser usada como estratégia para a diversificação de atividade dentro de propriedades familiares (SORDI et al., 2016), garantindo o acesso a alimentação digna, bem como, contribuindo para a renda familiar e o desenvolvimento rural.

O nosso País ocupa a terceira posição no ranking mundial de produção de frutas (CEASA-PR, 2017), onde a cultura da banana representa aproximadamente 18% de todo o volume de frutas colhidas. No entanto, as perdas na cadeia produtiva da banana podem chegar à alarmantes 40% da produção (EMBRAPA, 2018). Obviamente, a industrialização é uma das principais alternativas para minimizar essas perdas, mas ainda gerará um volume significativo de passivos ambientais representados pela sua casca. Esse resíduo tem possibilidade de ser explorado racionalmente para algumas produções zootécnicas, desde que sejam disponibilizadas informações quanto ao seu valor nutricional e limites de inclusão nas dietas.

Ao acreditar que a pesquisa deva contribuir para o avanço da ciência e atender demandas sociais iminentes, a proposta deste trabalho de mestrado foi de estudar estratégias simples para otimização de recursos existentes, através do uso da casca de banana como ingrediente energético alternativo no arraçoamento de coelhos de corte.

## 2 OBJETIVOS

Com base na hipótese que coelhos da raça Nova Zelândia Branco na fase de crescimento podem apresentar diferenças no desempenho zootécnico, características centesimais e oxidativas da carne, pelagem e custos de produção quando alimentados com casca de banana ao invés do milho em suas dietas, este trabalho apresenta os seguintes objetivos:

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a eficiência da utilização da casca de banana (CB) como ingrediente alternativo energético na alimentação de coelhos de corte.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar o efeito das dietas contendo CB sobre o consumo de ração, o ganho de massa e conversão alimentar de coelhos em crescimento.
- Avaliar as características da carne de coelhos em crescimento, alimentados com dietas contendo diferentes níveis de CB em substituição ao milho.
- Avaliar a coloração e as características de pele/ pelo de coelhos alimentados com dietas contendo diferentes níveis de CB em substituição ao milho.
- Verificar o impacto econômico causado pela substituição crescente do milho pela CB, sobre os custos produtivos de coelhos de corte.

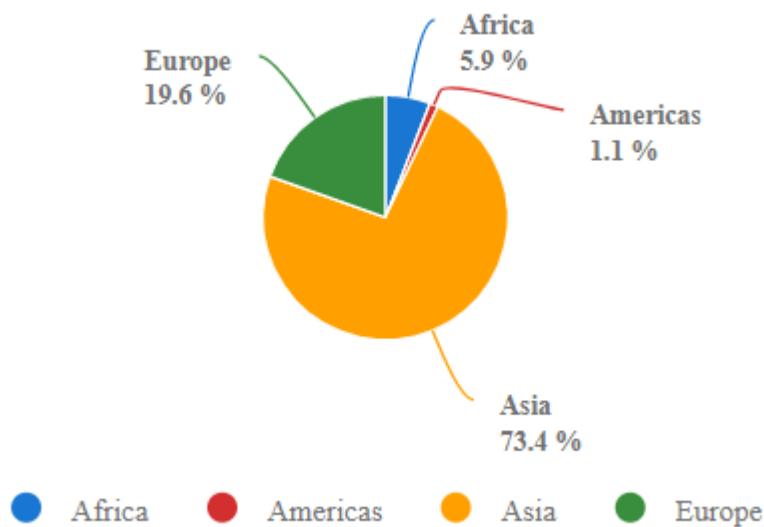
### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 PANORAMA DA CUNICULTURA

O coelho é um animal que permite larga escala produtiva em pequenos espaços, apresentando alto potencial reprodutivo em intervalos curtos entre partos e elevada taxa de crescimento. Além destas características produtivas, estes monogástricos conseguem converter eficientemente forragens e subprodutos agroindustriais administrados na dieta, em proteína animal de elevada qualidade nutricional (FERREIRA; FERREIRA, 2013).

Segundo dados recentes da FAO, em 2017 a produção mundial de carne de coelho atingiu 1.482.441 toneladas, tendo como maiores produtores a Ásia e Europa, seguidos em menor escala pela África e Américas (Figura 01).

Figura 01 – Produção mundial de coelho no ano de 2017.



Fonte: FAOSTAT (2017).

No Brasil, dados concretos sobre a população e produção de coelhos são escassos, o que geram muitas dúvidas devido à carência de atualizações. No entanto, de acordo com o último censo agropecuário do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE, 2006), constatou-se que o rebanho efetivo era de 295.584 cabeças de coelhos, distribuídos em 17.615 estabelecimentos. Os dados apontavam que, a maior parte destes animais, estão localizados em propriedades de pequeno porte, com menos de 20 hectares. Ainda, de acordo com o censo, os

coelhos estão distribuídos em propriedades que trabalham primariamente com a pecuária e outras criações, seguido daqueles com produção de lavoura temporárias.

A produção anual brasileira de carne de coelho é baixa e pouco difundida, com estimativa de cerca de 12 mil toneladas, com consumo considerado inexpressivo (ESPÍNDOLA et al., 2007). Este cenário, mostra a necessidade de organização do setor, divulgando a qualidade nutricional e culinária do produto, bem como, derrubando barreiras culturais que expõem o coelho como animal *pet* (MACHADO, 2012).

### 3.2 FRUTICULTURA MUNDIAL E BRASILEIRA

A produção de frutas a nível mundial tem apresentado crescimento contínuo. Nos anos de 1989 - 1991 a produção média foi de 420,0 milhões de toneladas, sendo que em 1996 esse valor ultrapassou os 500,0 milhões de toneladas e em 2014, o volume produzido foi de 830,4 milhões de toneladas (ANDRADE, 2017). Dentre os principais países produtores de frutas estão a China, Índia e Brasil, que juntos representam 45,9% do total mundial produzido.

O nosso País, ocupa a terceira posição no *ranking* da produção mundial de frutas, onde a produção supera os 40,0 milhões de toneladas (ANDRADE, 2017), representada por ampla variedade de frutas cultivadas em grande amplitude geográfica, com diferentes climas e características de solo, que favorece diversificação de cultivares, promovendo a fruticultura brasileira a um dos setores de maior destaque do agronegócio.

Dentre as principais variedades de frutas produzidas no Brasil, está a laranja com quase 16 milhões de toneladas, seguido da banana com cerca de 7 milhões de toneladas, o abacaxi com 3,5 milhões de toneladas, a uva com aproximadamente 1 milhão de toneladas e as outras frutas que totalizam pouca mais de 12 milhões de toneladas (IBGE, 2017).

### 3.3 PRODUÇÃO DE BANANA

A bananeira (*Musa spp.*) é uma das frutíferas de maior produção a nível mundial, cultivada principalmente nas regiões subtropicais e tropicais. Sua origem não é precisa; no entanto admite-se que seja oriunda do Sudoeste Asiático, ainda que haja outros centros de origem secundários como na África (CASTRO et al., 2008).

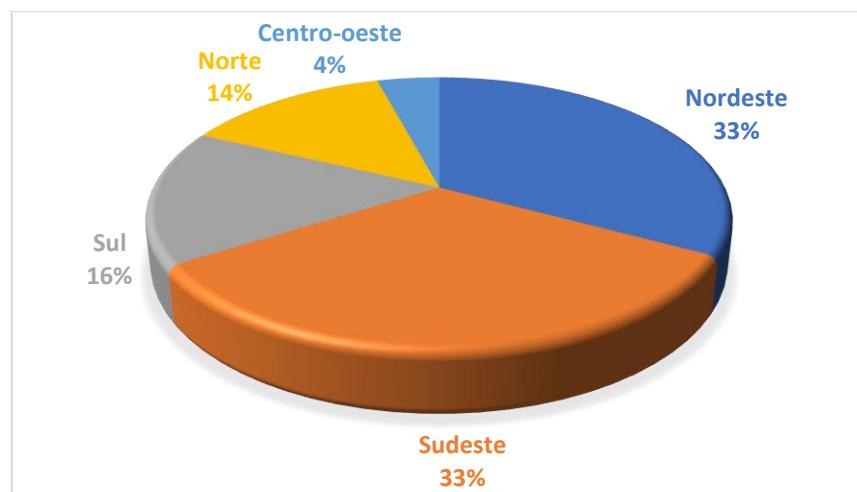
De acordo com dados disponíveis na FAO, em menos de 10 anos a produção de banana quase dobrou, sendo que no ano de 2017 atingiu recorde de 114 milhões de toneladas, em comparação ao ano de 2000 que era cerca de 67 milhões de toneladas (FAO, 2017). No entanto,

estes dados não são concretos, uma vez que, o cultivo é comumente realizado por pequenos agricultores e comercializado informalmente, não sendo rastreável.

Os principais produtores de banana estão localizados predominantemente na Ásia, América Latina e África. De acordo com dados da FAO (2017), a Índia lidera o *ranking* dos produtores, com um volume médio de 29 milhões de toneladas por ano, seguido pela China com 11 milhões de toneladas, Filipinas com 7,5 milhões, Equador e Brasil ambos com uma média de 7 milhões de toneladas.

No Brasil a bananicultura está distribuída em diversos estados, totalizando uma área total colhida de aproximadamente 478 mil hectares (IBGE, 2017), com destaque para as regiões Sudeste, Nordeste e Sul que juntas contribuem com 82% do volume produzido (Figura 02). Neste contexto, o estado do Rio Grande do Sul apresenta produção de 130 mil toneladas, dividida entre as variedades: Caturra, Prata, Maçã e Ouro.

Figura 02- Volume de banana produzido por regiões no Brasil.



Fonte: adaptado IBGE (2017). Nota: Nordeste: 2.290 mil toneladas, Sudeste: 2.305 mil toneladas, Sul: 1.121 mil toneladas, Norte: 958 mil toneladas e Centro-Oeste: 290 mil toneladas.

### 3.4 CASCA DE BANANA

O principal destino da banana no Brasil é para o consumo na forma *in natura*, sendo que somente 3% da produção total de bananas é usada para industrialização (SEBRAE, 2017). Desta industrialização, origina-se diversos produtos (banana desidratada, banana chips, farinha de banana, balas, geleias, bebidas alcoólicas, etc.), e como principal resíduo gerado está a casca.

A casca de banana é amplamente utilizada por pequenos produtores como alimento complementar para os animais, principalmente em regiões tropicais (EMAGA et al., 2011). Ainda, os referidos autores ao estudarem a casca de banana, observaram que sua composição varia de acordo com a espécie, variedade e estágios de maturação. De acordo com Emaga et al. (2011) e Omole et al. (2008), a casca de banana é caracterizada como uma fonte energética, sendo seu valor nutritivo similar ao da casca de laranja e casca de mandioca, apresentando potencial de aplicabilidade na dieta animal.

Anhwange (2011) relata que se exploradas e processadas adequadamente, a casca de banana pode ser uma fonte barata e de alta qualidade de carboidratos e minerais, além de possuir uma série de princípios ativos como taninos e saponinas. Além disso, são ricas em fibras, polifenóis e pobres em proteínas (EMAGA et al. 2011). Quando a sua composição nutricional, apresentam valores de matéria seca entre 7,7 a 21,4%, proteína bruta entre 6,3 a 11,2%, extrato etéreo de 2,2 a 10,9% e matéria mineral de 6,4 a 12,8% (CONTE, 2017).

A casca de banana representa cerca de 30 a 40% do peso total da fruta, que normalmente é descartada durante o processo de industrialização da fruta. Se considerarmos apenas os 3% de bananas industrializadas ao ano no País (aproximadamente 210 mil toneladas), chegamos ao alarmante número de 74 mil toneladas de geração de massa residual, descartada de forma inadequada e com grande risco de se tornar contaminante ambiental. Esse cenário mostra a urgência no desenvolvimento de estudos sobre caracterização química e nutricional dessa fonte potencial, que poderá auxiliar tanto na produção de proteína animal, como ser agente mitigativo para evitar impactos ambientais iminentes.

### 3.5 SUBPRODUTOS NA NUTRIÇÃO CUNÍCOLA

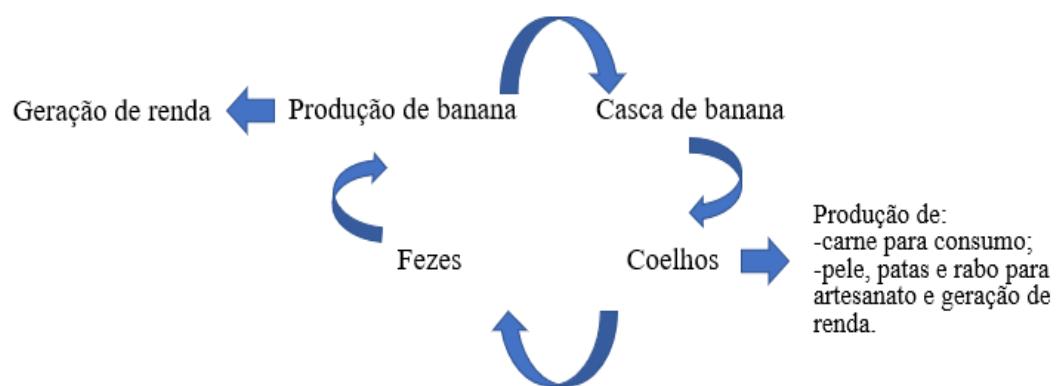
O denso crescimento populacional nos últimos anos, acarretou o aumento na demanda de produtos para a alimentação humana. O Brasil, um dos maiores produtores agropecuários, acompanhou esse crescimento, intensificando sua produção vegetal e animal. Como consequência, houve geração expressiva de resíduos agroindustriais (VOLPATO et al., 2015), muitos dos quais, com sérios riscos de se tornarem contaminantes ambientais. Uma grande parcela da biomassa residual gerada nas agroindústrias possui alto potencial de aplicabilidade devido a sua densidade nutricional, mas falta informação científica e técnica para seu uso racional e mitigativo.

A inclusão de subprodutos vegetais e industriais de todo tipo em dietas para coelho, é possível pelo peculiar sistema digestivo dessa espécie (MATEOS; VIDAL, 1996). Diferentemente da maioria dos animais monogástricos, o coelho possui ceco funcional e, por meio da atividade microbiana em seu ceco, originam-se os cecotrofos, que uma vez ingeridos, garantem o acesso a proteína, minerais e vitaminas, disponibilizados pela fermentação microbiana cecal (CARABAÑO; PIQUER, 1998; KLINGER; TOLEDO, 2018). Desta forma, o coelho apresenta-se com grande aptidão para intercversão de biomassas residuais em proteína animal.

Os diferentes resíduos agroindustriais e subprodutos podem ser fontes de proteína, energia e fibra (OLIVEIRA, 2013). No entanto, muitas vezes seu uso é limitado pelo escasso conhecimento quanto as suas características nutricionais e diferenças bromatológicas, tornando-se difícil categorizá-los como substitutos clássicos dos concentrados ou forragens (NRC, 2001; MENEGHETTI; DOMINGUES, 2008). Existem diversos resíduos que podem ser utilizados para coelhos de corte, os principais são cascas, farelos, bagaços e polpas. Alguns estudos demonstram a eficiência de uso destas massas residuais para geração de carne na cunicultura de corte, destacando-se a eficiência de uso da casca de soja (TOLEDO et al., 2012), polpa cítrica desidratada (MARIA et al., 2013) e bagaço de uva (KLINGER et al., 2013).

Desta forma, cabe ressaltar que em propriedades com cultivo prioritário da fruta (banana), seguido de industrialização, a cunicultura de corte pode ser inserida no modelo de produção, reduzindo custos e promovendo uma ciclagem correta e ambientalmente amigável da massa residual. Além do uso da casca como nutriente nas dietas cunícolas, as fezes do animal poderão ser utilizadas como adubo no cultivo de banana, contribuindo para um modelo de produção sustentável, conforme ilustrado na Figura 03.

Figura 03 – Modelo de produção sustentável com geração de produtos.



Fonte: adaptado de Klinger (2016).

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

Anteriormente à realização deste ensaio biológico, houve a elaboração de um projeto piloto, onde foi desenvolvido o primeiro ensaio (ANEXO A), em que se analisou três níveis de substituição do milho pela CB (0%, 25% e 50%).

### 4.1 LOCAL E PERÍODO EXPERIMENTAL

O ensaio biológico foi realizado no Laboratório de Cunicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria. As análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia e no Laboratório de Bromatológica e Nutrição de Ruminantes da Universidade Federal de Santa Maria.

### 4.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Foi realizado um ensaio biológico conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos. O tratamento teve nove repetições na qual cada animal foi considerado uma unidade experimental, onde a única fonte de variação foi a dieta.

### 4.3 AQUISIÇÃO DAS CASCAS DE BANANA

A CB utilizada foram obtidas gratuitamente no Restaurante Universitário (RU) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Onde, semanalmente eram coletas uma média de 50 kg de CB. Em seguida, as CB eram secas em estufa com circulação de ar forçado, a temperatura média de 55° a 60°C por aproximadamente 72 horas (Figura 04).

Figura 04 – Fases do processo de secagem da casca de banana.



Fonte: da autora.

#### 4.4 CONFECÇÃO DAS RAÇÕES

Os ingredientes utilizados foram analisados previamente quanto a sua composição centesimal de acordo com as técnicas descritas pela AOAC (1995). As rações experimentais foram produzidas no Laboratório de Cunicultura da Universidade Federal de Santa Maria.

As dietas confeccionadas eram isonutritivas, formuladas de forma a atender as necessidades da categoria correspondente – coelhos na fase de crescimento – e fornecidas na forma farelada. Para a preparação da ração, os ingredientes foram inicialmente pesados, em seguidamente, misturados, até obter-se a homogeneização completa.

É válido salientar que no Laboratório de Cunicultura, se opta pelo uso de ração farelada, visto que o foco dos estudos elaborados é voltado para a agricultura familiar.

#### 4.5 INSTALAÇÕES

Os animais foram alojados individualmente em gaiolas de arames galvanizados, com dimensões de 50cm x 50cm, em galpão próprio para cunicultura (Figura 05), cada gaiola era equipada com comedouro e bebedouro do tipo cerâmica.

Figura 05 – Condições experimentais de coelhos sendo submetidos a dietas com diferentes níveis de casca de banana.



Fonte: da autora.

#### 4.6 ANIMAIS

Foram utilizados 45 animais da raça Nova Zelândia Branco, de ambos os sexos, com idade inicial de 35 dias, submetidos aos tratamentos até os 84 dias de idade.

#### 4.7 DIETAS

O ensaio biológico constou de cinco dietas, sendo um o tratamento controle (0CB), elaborada com ingredientes convencionais, e os demais com níveis de 25% (25CB), 50% (50CB), 75% (75CB) e 100% (100CB) de substituição do milho pela casca de banana (Tabela 01). As dietas experimentais foram fornecidas à vontade, assim como a água.

Tabela 01 – Composição de dietas para coelhos na fase de crescimento com diferentes níveis de substituição do milho pela casca de banana (CB).

Ingredientes (%)	Dietas experimentais				
	0CB	25CB	50CB	75CB	100CB
Milho	18,00	13,50	9,50	4,50	-
Casca de banana*	-	4,50	9,50	13,50	18,00
Farelo de trigo	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
Farelo de soja	16,75	16,75	16,75	16,75	16,75
Óleo de soja	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50
Casca de arroz	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00
Feno de alfafa	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
Fosfato bicálcico	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Calcário calcítico	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Sal	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Premix	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Total	100	100	100	100	100
Composição nutricional (%)					
Matéria seca <sup>1</sup>	85,92	86,43	86,85	87,04	87,12
Matéria mineral <sup>1</sup>	7,72	8,60	8,95	9,45	9,96
Proteína bruta <sup>1</sup>	18,54	18,47	18,40	18,33	18,27
Fibra bruta <sup>1</sup>	14,58	15,02	15,47	15,91	16,36
FDA <sup>2</sup>	18,48	18,59	18,73	18,81	18,93
Extrato etéreo <sup>1</sup>	2,81	2,92	3,02	3,13	3,23
Energia bruta(kcal/kg) <sup>2</sup>	4.240	4.215	4.195	4.187	4.174
Energia digestível (Kcal/kg)** <sup>2</sup>	2.685	2.664	2.644	2.635	2.621

Nota: 0CB: Dieta sem casca de banana; 25CB, 50CB, 75CB, 100CB: Dietas com 25%, 50%, 75%, 100% de substituição do milho por casca de banana, respectivamente. Premix fornecido (por kg de ração): Vitamina A 600,000 IU; Vitamina D 100,000 IU; Vitamina E 8,000; Vitamina K3 200 mg; Vitamina B1 400 mg; Vitamina B2 600 mg; Vitamina B6 200,00 mg; Vitamina B12 2,000 mg; Ácido pantotênico 2,000 mg; Colina 70,000 mg; Fe 8,000 mg; Cu 1,200 mg; Co 200 mg; Mn 8,600 mg; Zn 12,000 mg; I 65 mg; Se 16 mg.

\*Composição analisada da CB, com base na MS: 6,7% de PB, 6,44% de EE, 12% de FB, 4,5% de MM.

\*\*Energia digestível (kcal/kg)= energia bruta (kcal/kg MS x (84,77 – 1,16 x FDA%MS)/100 (De Blas et al., 1984)

<sup>1</sup>Composição nutricional analisada; <sup>2</sup>Composição nutrional calculada.

#### 4.8 AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO

No ensaio biológico foram realizadas diversas pesagens, sendo elas: inicial, aos 35 dias; intermediárias, aos 49 e 63 dias; e final, aos 84 dias. As pesagens foram sempre realizadas nos primeiros horários da manhã. Nas manhãs que eram realizadas as pesagens dos animais também eram feitas as pesagens da quantidade de ração e das sobras. Estas, forneceram dados para calcular os parâmetros de desempenho (Figura 06).

Figura 06 – Pesagem dos animais do ensaio biológico, nas primeiras horas da manhã.



Fonte: da autora.

#### 4.9 ABATE

Ao final do período experimental, os animais foram abatidos, através da dessensibilização com descarga elétrica seguido de sangria. Neste momento analisou-se os dados de carcaça e peles.

#### 4.10 ANÁLISES POST-MORTEM

Para averiguar a quantidade de gordura e proteína da carne, foram realizadas análises centesimais. Na análise de cor da carne foi avaliada por colorímetro digital MINOLTA SpectraMagic<sup>TM</sup>NX, Color leitor CM- S100w. O mesmo foi calibrado usando o padrão branco e realizou-se seis medições em diferentes pontos da carne. Operando no sistema CIELab, que utiliza três coordenadas: o espaço L\* indica a luminosidade, variando de branco (+L\*) a preto (-L\*); coordenadas cromáticas a\* e b\*, sendo a\* o eixo que vai de verde (-a\*) a vermelho (+a\*) e b\* variando de azul (-b\*) a amarelo (+b\*), de acordo com CIE (1976). As diferenças entre colorações ( $\Delta E$ ) foram calculadas através da seguinte equação:

$$\Delta E_{1-2} = \sqrt{(a_1^* - a_2^*)^2 + (b_1^* - b_2^*)^2 + (L_1 - L_2)^2}$$

Onde  $L_1$ ,  $a_1^*$ ,  $b_1^*$ , e  $L_2$ ,  $a_2^*$ ,  $b_2^*$  são valores de dois grupos distintos. O  $\Delta E$  igual a 2,3 unidades corresponde a uma diferença apenas perceptível para o olho humano; maior variação é considerada discernível (MANCINI et al., 2019).

#### 4.11 ANÁLISE DE PELO

Durante o ensaio biológico, a coloração dos pelos foi avaliada quando os animais estavam com 84 dias de idade, onde foram feitas seis medições em diferentes pontos da amostra. O equipamento utilizado foi o mesmo para mensurar a coloração da carne (descrito no item 5.10). Ainda foi avaliado o comprimento dos pelos no mesmo dia, através da secção de uma pequena porção de pelos da região da nuca, lombo e coxa. Para mensuração do comprimento dos pelos, foi utilizado paquímetro digital.

#### 4.12 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados obtidos foram submetidos a análise de variância das médias (ANOVA) seguida pelo teste de Tukey a 5% de significância. Análise de correlação e regressão, foi realizada para análise de comprimento de pelo, com intuito de averiguar melhor nível de inclusão de casca de banana nas dietas.

#### 4.13 CUSTOS

O índice econômico das dietas foi avaliado de acordo com os preços dos ingredientes da safra do ano, os valores utilizados foram retirados do banco de dados do Instituto de Economia Agrícola (IEA, 2019). Nesse caso, o custo por quilograma das dietas e suas respectivas economias foram calculados em comparação com a dieta controle. No entanto, os valores para a casca de arroz e casca de banana não foram considerados no cálculo do custo.

## 5 RESULTADOS

Os resultados deste estudo são apresentados sob a forma de Anexos. No Anexo A, é exibido o resultado do estudo piloto, onde elaborou-se o primeiro ensaio com apenas três níveis de substituição do milho pela CB (0%, 25% e 50%), de forma que os resultados obtidos propiciaram a elaboração do segundo ensaio biológico, com níveis mais elevados de substituição. No Anexo B e C, estão expressos os dados do segundo ensaio. No Anexo B, os dados acerca do desempenho, características da carne e viabilidade econômica e no Anexo C, os dados sobre o pelo.

De modo geral, observou-se que não houve diferença no desempenho zootécnico entre os tratamentos do ensaio. As análises centesimais da carne também não diferiram entre os grupos experimentais. Quanto a pelagem, os resultados indicam similaridade na coloração e comprimento do pelo. Ainda, quanto aos custos, percebe-se que o uso da CB é racional e econômico, representando 1,80%, 4,50%, 6,30% e 8,10% nas dietas com 25%, 50%, 75% e 100% de substituição de milho por CB, respectivamente em redução de custos da dieta.

## 6 DISCUSSÃO GERAL

Pesquisas acerca de resíduos em dietas para coelhos são poucas quando comparadas com outras espécies animais. No entanto, esse cenário está mudando e estudos com ingredientes alternativos vem ganhando espaço, motivados pelo aumento da produção e industrialização de alimentos, que gera biomassa residual passível de ser incorporada em dietas animais, contribuindo na redução da carga ambientais e na melhora da lucratividade do produtor.

Em nosso estudo foi possível constatar que é possível o aproveitamento de toda a casca de banana em substituição ao milho, reduzindo os passivos ambientais e gerando proteína animal com eficiência e qualidade. Novos estudos sobre uso de fontes alternativas residuais para aporte de outros nutrientes merecem continuidade, a fim de aumentar a eficiência de uso da biomassa gerada no cultivo vegetal, contribuindo para atender à crescente demanda de alimentos, causada pelo aumento da população mundial (FAO, 2017). Neste viés, dietas para engorda de coelhos a base de resíduos de culturas vegetais, como a CB, devem ser implementadas nos países em desenvolvimento, onde auxiliarão inúmeras famílias no combate à desnutrição, como já acontece em alguns países africanos (KHALIL, 2010, OSENI & LUKEFAHR, 2014). Neste cenário, a consociação da bananicultura com a cunicultura agregará valor a cadeia produtiva, gerando alternativas de alimento e renda a populações em risco de segurança alimentar.

A qualidade da pele também não foi afetada pelo uso da casca de banana como ingrediente energético, demonstrando que o valor agregado dos produtos cunícolas não serão afetados pelo uso deste ingrediente alternativo. Ainda, correspondem com a necessidade real de programas sustentáveis, que visam minimizar impactos ao meio ambiente e ao mesmo tempo auxiliam famílias produtoras (POTRICH et al., 2017).

Além de necessitar espaços reduzidos para criação, diminuindo a mobilidade de terras, os coelhos são rústicos e tem facilidade de adaptação e aproveitamento de distintos ingredientes vegetais, em função do seu hábito alimentar herbívoro e ceco funcional. Neste contexto, nosso estudo demonstra que além dos aspectos produtivos e qualitativos na produção de carne e pele, a criação de coelhos pode ter seu custo diminuído em 8,10% na alimentação, se considerarmos o uso da casca da banana como fonte energética das dietas. Este cenário demonstra que é possível usar um modelo de maior sustentabilidade ambiental, a partir de estudos direcionados para a mitigação e racionalidade operacional dos sistemas produtivos.

## 7 CONCLUSÃO

Os nossos resultados demonstraram que a casca de banana pode ser incluída em dietas para coelhos de corte, substituindo o milho em até 100%, sem afetar o desempenho dos animais e as características na pele, além de reduzir o custo das dietas. Estes resultados demonstram a viabilidade e potencialidade da utilização de resíduos na nutrição de coelhos, como estratégia mitigativa de impactos ambientais e como produtora de excelente proteína animal, que pode ser aplicada na prevenção da desnutrição de populações de baixa renda.

## 8 REFERÊNCIAS

- ANDRADE, P. F. S. **Análise da conjuntura agropecuária safra 2016/17.** Secretaria da Agricultura e do Abastecimento: 2017. Disponível em: <[http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/2017/Fruticultura\\_2016\\_17.pdf](http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/2017/Fruticultura_2016_17.pdf)>. Acesso em 03 jun. 2019.
- ANHWANGE, B. A. Chemical Composition of *Musa sapientum* (Banana) Peels. **Journal of Food Technology**, v.9, n.6, p.263-266, 2008.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official Methods of Analysis.** 16. ed. Arlington: AOAC International, 1995.
- CARABAÑO, R.; PÍQUER, J. The digestive system of the rabbit. In: **The nutrition of the rabbit.** Cambridge: CABI Publishing, 1998. p. 1 16.
- CASTRO, P. R. C.; KLUGE, R. A.; SESTARI, I. **Manual de Fisiologia Vegetal: fisiologia dos cultivos.** Piracicaba: Editora Agronômica Ceres, 864p. 2008.
- CEASSA-PR. Banana: Produção, mercado e preços na CEASA-PR. In: **Boletim Técnico 06. BANANA:** outubro de 2017. Disponível em: <[http://www.ceasa.pr.gov.br/arquivos/File/BOLETIM/Boletim\\_Tecnico\\_Banana.pdf](http://www.ceasa.pr.gov.br/arquivos/File/BOLETIM/Boletim_Tecnico_Banana.pdf)>. Acesso em 05 jun. 2019.
- COMMISSION INTERNATIONALE DE L'ECLAIRAGE (CIE). **Official recommendations on uniform colour spaces, colour differences equations and metric colour terms.** Paris, France, 1976.
- CONTE, R. A. Conservação e utilização do subproduto da banana como alimento alternativo para vacas leiteiras, 2017, 63p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Santa Catarina, 2017.
- EMAGA, T. H. et al. Ripening influences banana and plantain peels composition and energy content. **Tropical Animal Health Production**, v.43, n.1, p.171-177, 2011.
- EMBRAPA, 2018. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Tecnologia pós-colheita.** Disponível em: <[https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/recursos/Livro\\_Banana\\_Cap\\_12ID-ZU0HVGp1W7.pdf](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/recursos/Livro_Banana_Cap_12ID-ZU0HVGp1W7.pdf)>. Acesso em 10 jun. 2019.
- ESPÍNDOLA, G. B. et al. Parâmetros reprodutivos e desenvolvimento ponderal dos láparos das raças Nova Zelândia e Califórnia no Brasil. **Caatinga**, Mossoró, v. 20, n. 1, p. 01 04, 2007.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO, 2017. **Media** – News releases. Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acesso em 08 jun de 2019.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO, 2017. **Faostat** – Statistics database. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/>>. Acesso em 07 jun de 2019.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO, 2018. **Faostat** – Statistics database. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/>>. Acesso em 07 jun de 2019.

FERREIRA, W. M. et al. Digestibilidade aparente dos nutrientes de dietas simplificadas baseadas em forrageiras para coelhos em crescimento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 59, n. 2, p. 451-458, 2007.

FERREIRA, F. N. A.; FERREIRA, W. M. Uso de leveduras na alimentação de coelhos. **Revista Brasileira de Cunicultura**, v. 4, n. 1, 2013.

HERRERA, V. É. et al. Cadeia produtiva de frutas para exportação: limitações e melhorias na infraestrutura de transportes. In: XXX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2010, SÃO CARLOS, SP. **Anais...** São Carlos, SP: 2010. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2010\\_tn\\_sto\\_113\\_741\\_17215.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2010_tn_sto_113_741_17215.pdf)>. Acesso em 03 jun. 2019.

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA IEA. **Preços Médio mensais pagos pela agricultura em 2019**. São Paulo, 2018. Disponível em: <[http://ciagri.iea.sp.gov.br/bancoiea\\_Teste/pagos2.aspx?cod\\_sis=5](http://ciagri.iea.sp.gov.br/bancoiea_Teste/pagos2.aspx?cod_sis=5)>. Acesso em: 20 jun. 2019

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2006** – Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação: segunda apuração. Rio de Janeiro, 2012. Disponível em <[ftp://ftp.ibge.gov.br/Censos/Censo\\_Agropecuario\\_2006/Segunda\\_Apuracao/censoagro2006\\_2apuracao.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Censos/Censo_Agropecuario_2006/Segunda_Apuracao/censoagro2006_2apuracao.pdf)>. Acesso em 22 mai. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – LEVANTAMENTO SISTEMÁTICO DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA (LSPA). **Produção Agrícola Municipal**. 2018. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1618>>. Acesso em 21 mai. 2019.

JÚNIOR, J. E. L. et al. Caracterização físico-química de subprodutos obtidos do processamento de frutas tropicais visando seu aproveitamento na alimentação animal. **Revista Ciência Agronômica**, v. 37, n. 1, p. 70-76, 2006.

JÚNIOR, B. S. B. et al. Implantação da cunicultura como uma alternativa de produção de proteína animal para a comunidade carente de São João do Barro preto. **Revista Brasileira de Cunicultura**, v.2, n. 1, p.1-16, 2012.

KHALIL, M. H. E.; BOLET, G. Sustainable rabbit breeding and genetic improvement programs achieved in developing countries. In: 9TH World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, 9. 2010, Leipzig. **Anais...** Germany: WCGALP, 2010.

KLINGER, A. C. K. et al. Bagaço de uva como ingrediente alternativo no arraçoamento de coelhos em crescimento. **Ciência Rural**, Santa Maria, vol. 43, n. 9, p. 1654 1659, 2013.

KLINGER, A. C. K. **Resíduos olerícolas em dietas para coelhos de corte.** Dissertação (Dissertação em Zootecnia) – Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Santa Maria, 72 p., 2016.

KLINGER, A.C.K.; TOLEDO, G.S.P. **Cunicultura.** Didática e Prática na criação de coelhos. Santa Maria: Editora UFSM, 2018.

MACHADO, L. C. Opinião: Panorama da cunicultura Brasileira. **Revista Brasileira de Cunicultura**, Bambuí, MG, v. 2, n. 1, 2012.

MANCINI, S. et al. The influence of dietary chestnut and quebracho tannins mix on rabbit meat quality. **Animal science journal**, v.90, p.680-689, 2019.

MARIA, B. G. et al. Digestibilidade da polpa cítrica desidratada e efeito de sua inclusão na dieta sobre o desempenho de coelhos em crescimento. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 35, n. 1, p. 85 92, 2013.

MATEOS, G. G.; VIDAL, J. P. Diseño de programas alimenticios para conejos: aspectos teóricos y formulación práctica. **Cuniculture**, Barcelona, v. 21, n. 119, p. 27-42, 1996.  
Disponível em:  
<[http://ddd.uab.cat/pub/cunicultura/cunicultura\\_a1996m2v21n119/cunicultura\\_a1996m2v21n119p27.pdf](http://ddd.uab.cat/pub/cunicultura/cunicultura_a1996m2v21n119/cunicultura_a1996m2v21n119p27.pdf)>. Acesso em 21 ago. 2019.

MENEGHETTI, C. D.; DOMINGUES, J. L. Características nutricionais e uso de subprodutos da agroindústria na alimentação de bovinos. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.5, n 2, p.512-536, 2008.

MOLINA, E. et al. Effects of diets with Amaranthus dubius Mart. ex Thell. on performance and digestibility of growing rabbits. **Word Rabbit Science**, Valencia, v. 23, n. 1, p. 9 18, 2015.

OLIVEIRA, E. R. A. **Subprodutos agroindustriais na dieta de coelhos em crescimento.** 2013. 108 p. Tese (Doutorado em Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB, 2013).

OMOLE, A. J. et al. Performance characteristics of weaned rabbit fed plantain peel as replacement for maize. **Nutrition & Food Science**, v. 38 n. 6, p. 559-563, 2008.

OSENI, S. O; LUKEFAHR, S. D. Rabbit production in low-input systems in Africa: situation, knowledge and perspectives – A review. **World Rabbit Science**, v.22, p.147-160, 2014.

POTRICH, R. et al. Sustentabilidade nas pequenas propriedades rurais: um estudo exploratório sobre a percepção do agricultor. **Estudos Sociedade e Agricultura**, v. 25, n. 1, p. 1-21, 2017.

RETORE, M.; SILVA, L. P. D., TOLEDO, G. S. P., et al. Fontes de fibra de coprodutos agroindustriais protéicos para coelhos em crescimento. **Ciência Rural**, v.40, n.4, 2010.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS- SEBRAE. Agronegócio: produção de banana – **Estudo de Mercado**, 2017. Disponível em: <

<https://m.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/UFs/BA/Anexos/Produ%C3%A7%C3%A3o%20de%20banana%20na%20Bahia.pdf> >. Acesso em 23 mai. 2019.

SORDI, V. F. et al. Estratégia de diversificação em propriedades rurais: o caso da cunicultura. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, PB, v. 18, n. 3, p. 325-333, 2016.

TOLEDO, G. S. P., EGGLERS, D. P.; SILVA, L. P.; et al. Casca de soja em substituição ao feno de alfafa em dietas fareladas para coelhos em crescimento. **Ciência Rural**, v.42, n.10, 2012.

VOLPATO, R. M.; OLIVEIRA, V.; GEWEHR, C. E.; PEREZ NETO, D. Coprodutos da agroindústria na alimentação de leitões. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 45, n. 1, p. 86-91, 2015.

## ANEXO A – CASCA DE BANANA E SEU EFEITO NA REDUÇÃO DE CUSTOS E CARACTERÍSTICAS DE CARCAÇA DE COELHOS DE CORTE

Este artigo foi publicado como capítulo de livro na **Athena Editora** –

**DOI: 10.22533/at.ed.6091915042**

### Abstract

*Purpose to this study was to evaluate the characteristics and the profitability of carcass in rabbits that were fed with diets containing banana peels (BP) in substitution of maize (M). The biological essay was carried out with three groups of White New Zealand rabbits, submitted to the different diets: 0BP – control diet without BP; 25BP – diet with 25% of BP in substitution of M; and 50BP – diet with 50% of BP in substitution of M. The slaughter was made when the rabbits were 84 days old. Carcass mass was recorded, and the carcasses were submitted to chemical analysis for verifying dry matter, mineral matter and crude protein (CP). After-slaughter data (mass, carcass yield, liver and skin) showed that, with an increasing level of BP in the diet, there were no differences for the evaluated parameters in all the treatments. Centesimal analysis of meat composition data revealed that, with the substitution, there were no differences in the parameters; although, in the analysis of CP, there was a small increase of this nutrient due to the addition of BP, being: 18.02% in CP and 19.02 in 50BP. It demonstrates a good use of the inclusion of BP. For the economic viability, BP inclusion of 25 and 50% levels reduced the cost of the diet in 2.76% and 5.52% respectively. Conclusion is that providing BP to rabbits, as a substitute of maize, in a level up to 50% does not interfere in the meat quality; this demonstrates the use of BP is viable.*

## CAPÍTULO 2

# CASCA DE BANANA E SEU EFEITO NA REDUÇÃO DE CUSTOS E CARACTERÍSTICAS DE CARCAÇA DE COELHOS DE CORTE

**Diuly Bortoluzzi Falcone**

Universidade Federal de Santa Maria, Santa  
Maria – RS

**Ana Carolina Kohlrausch Klinger**

Universidade Federal de Santa Maria, Santa  
Maria – RS

**Aline Neis Knob**

Universidade Federal de Santa Maria, Santa  
Maria – RS

**Geni Salete Pinto De Toledo**

Universidade Federal de Santa Maria, Santa  
Maria – RS

**Leila Picolli Da Silva**

Universidade Federal de Santa Maria, Santa  
Maria – RS

**RESUMO:** Objetivo deste estudo foi avaliar as características de carcaça e a viabilidade econômica na substituição parcial do milho (M) por casca de banana (CB) em dietas para coelhos de corte. Conduziu-se ensaio biológico com três grupos de coelhos da raça Nova Zelândia Branco, submetidos as diferentes dietas: 0CB – dieta controle, sem inclusão de CB; 25CB – dieta com 25% de substituição do M por CB; e 50CB – dieta com 50% de CB em substituição ao M. Quando os coelhos estavam com 84 dias de idade, foram abatidos. Foram anotadas as massas das carcaças que posteriormente foram submetidas a análises químicas para

verificação de: matéria seca, cinzas e proteína (PB). Os dados pós-abate, (massa, rendimento de carcaça, fígado, pele) mostraram que com aumento do nível de CB, não houve diferenças nos parâmetros estudados em nenhum dos tratamentos. Os dados de análise centesimal da composição da carne não apresentaram diferenças nos parâmetros, porém, a quantidade de PB teve pequeno aumento com a inclusão de CB, sendo: 18,02% de PB no grupo controle e 19,02 no grupo 50CB. Isso mostra o bom aproveitamento da inclusão de CB. Quanto à viabilidade econômica, a inclusão de CB a nível de 25 e 50%, diminuiu o custo da dieta em 2,76% e 5,52% respectivamente. Conclui-se que, o fornecimento de CB para coelhos como substituto ao M no nível de até 50% não interfere na qualidade da carne, tornando viável o uso da CB.

**PALAVRAS-CHAVE:** carne, cunicultura, produção animal, subprodutos.

**ABSTRACT:** Purpose to this study was to evaluate the characteristics and the profitability of carcass in rabbits that were fed with diets containing banana peels (BP) in substitution of maize (M). The biological essay was carried out with three groups of White New Zealand rabbits, submitted to the different diets: 0BP – control diet without BP; 25BP – diet with 25% of BP in substitution of M; and 50BP – diet with 50% of

BP in substitution of M. The slaughter was made when the rabbits were 84 days old. Carcass mass was recorded, and the carcasses were submitted to chemical analysis for verifying dry matter, mineral matter and crude protein (CP). After-slaughter data (mass, carcass yield, liver and skin) showed that, with an increasing level of BP in the diet, there were no differences for the evaluated parameters in all the treatments. Centesimal analysis of meat composition data revealed that, with the substitution, there were no differences in the parameters; although, in the analysis of CP, there was a small increase of this nutrient due to the addition of BP, being: 18.02% in CP and 19.02 in 50BP. It demonstrates a good use of the inclusion of BP. For the economic viability, BP inclusion of 25 and 50% levels reduced the cost of the diet in 2.76% and 5.52% respectively. Conclusion is that providing BP to rabbits, as a substitute of maize, in a level up to 50% does not interfere in the meat quality; this demonstrates the use of BP is viable.

**KEYWORDS:** by-products, cuniculture, production animal, meat.

## 1 | INTRODUÇÃO

Conforme a FAO (2014), atualmente estima-se que cerca de um quarto dos alimentos produzidos para consumo humano são desperdiçados, sendo estes, suficientes para alimentar dois bilhões de pessoas. Além disso, estudos apontam que em um futuro bem próximo, o grande desafio mundial será o de alimentar mais de nove bilhões de pessoas. Em vista disso, emerge a necessidade da diversificação da produção, tornando a cunicultura uma atividade viável a este viés (SORDI et al., 2016). Deste modo, estudar estratégias para melhorar o aproveitamento dos resíduos agroindustriais e utilizar estes para a nutrição cúnícola torna-se necessário.

O elevado preço dos ingredientes convencionais para alimentação animal elevou o custo da produção e reduziu a margem de lucro dos produtores. Consequentemente, ingredientes alternativos têm recebido atenção especial, uma vez que apresentam baixo custo de aquisição (CHAVES et al., 2014; AKANDE, 2015).

As bananas (*Musa ssp.*) estão entre as frutas mais populares, produzidas e consumidas, tornando-as uma das culturas mais importantes no mundo (FAO, 2018). As cascas de banana (CB) são usualmente descartadas, mesmo apresentando características nutricionais favoráveis para utilização na alimentação animal e baixo custo na aquisição (OMER, 2009).

Como alternativa valiosa e viável, a cunicultura se destaca pela criação racional, visto que são animais que alcançam altas taxas de reprodução e produtividade em pequenas áreas sendo possível assim, a expressiva capacidade de equilíbrio com o ambiente, tendo em vista reduzir impactos ambientais, através do uso de resíduos na alimentação, produção de peles bem como a produção de proteína de alto valor biológico para a alimentação humana (FERREIRA et al., 2012). Além disso, o coelho possui características peculiares onde consegue aproveitar eficientemente a fibra da dieta.

Neste contexto, o objetivo deste estudo foi avaliar as características e a rentabilidade da carcaça de coelhos alimentados com dietas contendo CB em substituição ao milho (M).

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio biológico foi conduzido, no Laboratório de Cunicultura do Departamento de Zootecnia, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), localizada a 29°41' S de latitude e 53°48' W de longitude. O recinto utilizado para o ensaio foi um galpão próprio para cunicultura, sem controle de temperatura, umidade e iluminação artificial.

Foram utilizados 30 coelhos de ambos os sexos, da raça Nova Zelândia Branco, desmamados aos 35 dias de idade, com massa média de 762g. Os mesmos foram distribuídos em três grupos (10 coelhos/grupo) em delineamento inteiramente casualizado e alojados em gaiolas individuais de arame galvanizado, com dimensões 50x50x40cm (sendo cada animal uma unidade experimental).

Foram formuladas três dietas experimentais, de modo a satisfazer as exigências nutricionais da categoria (AEC, 1987). Cada animal foi submetido a uma delas, sendo: 0CB - dieta controle sem cascas de banana; 25CB - dieta experimental com 25% de CB em substituição ao M; e 50CB - dieta experimental com 50% de CB em substituição ao M. As CB utilizadas nas dietas T25CB e T50CB foram secas em estufa com circulação de ar forçado, a temperatura média de 55° a 60°C por aproximadamente 72 horas.

Os coelhos receberam água e ração à vontade durante todo o ensaio biológico, que compreendeu 49 dias. Durante o ensaio, a massa dos animais e o consumo de ração foram registrados.

Ao final do ensaio biológico, quando estavam com 84 dias de idade, os animais foram abatidos pelo método de insensibilização seguida de sangria. As peles foram retiradas para obtenção da massa. A massa de carcaça e o rendimento de carcaça quente também foram mensurados. Considerou-se como carcaça, o corpo do animal sem a cabeça pele e vísceras não comestíveis. Posteriormente, as carcaças foram submetidas a análises químicas para verificação de: umidade, cinzas e proteína no Laboratório de Nutrição Animal da UFSM.

A viabilidade econômica das dietas, foi avaliada a partir dos valores dos ingredientes da safra ano, onde calculou-se o custo por quilograma das dietas e suas respectivas economias em comparação a dieta controle.

Os dados foram analisados em arranjo inteiramente casualizado, com três tratamentos e dez repetições cada, totalizando 30 animais, utilizando-se o software estatístico SAS (1988). As médias de: massa corporal final, massa de carcaça, fígado, pele e rendimento de carcaça foram submetidas à Análise de Variância das Médias (ANOVA), seguida pelo Teste de Tukey (0.05).

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos valores médios dos dados pós-abate, observou-se que não houveram diferenças para os parâmetros analisados em nenhum dos três tratamentos (Tabela 1). Diante disto, nota-se a importância da ampliação da produção de carne de coelhos. Em alguns países da África, que são acometidos pela fome, diversas pesquisas vêm sendo feitas na produção de coelhos a partir de dietas simplificadas a base de resíduos de culturas (KHALIL et al., 2010).

Oseni e Lukefahr (2014) estudaram a inclusão de ingredientes como a torta de palmito em dietas cunícolas, como resultado obterão a viabilidade deste ingrediente alternativo, desta forma, auxiliando centenas de famílias no combate à desnutrição. Transpondo esse pensamento para a realidade brasileira, onde as possibilidades de integração são enormes devido a vasta produção agrícola, as possibilidades são muitas. Principalmente em propriedades de agricultura familiar, para assim, melhorar a qualidade de vida.

Parâmetros	Dietas experimentais			Valor P
	0CB	25CB	50CB	
Peso corporal final (g)	2152,66	2096,66	2046	0,11
Peso de carcaça (g)	1074	1045,33	984,66	0,40
Fígado (g)	62	66	57,33	0,34
Pele (g)	275,33	286,66	264	0,67
Rendimento de carcaça (%)	49	49	48	0,81

0CB – dieta controle sem casca de banana; 25CB – dieta com 25% de casca de banana em substituição ao milho; 50 CB – dieta com 50% de casca de banana em substituição ao milho.

Tabela 1 – Dados pós-abate de coelhos alimentados com dietas contendo casca de banana em substituição ao milho.

As análises de teor de umidade, cinzas e proteína na carne não diferiu (Tabela 2), sendo que os valores de proteína variaram entre: 18,02% no 0CB, 18,70% no 25CB e 19,02% no 50CB. A carne de coelhos é considerada mais magra e mais saudável quando comparada a outras carnes (SOUZA et al., 2009); ainda, Hernández et al. (2000) e Dalle Zotte (2002), citaram que ela é altamente digerível, rica em proteínas, saborosa, com baixo teor calórico, gorduras e colesterol.

Parâmetros	Dietas experimentais		
	0CB	25CB	50CB
Matéria seca (%)	23	25	24.8
Matéria mineral (%)	1.44	1.42	1.44
Proteína (%)	18.02	18.70	19.02

0CB – dieta controle sem casca de banana; 25CB – dieta com 25% de casca de banana em substituição ao milho; 50 CB – dieta com 50% de casca de banana em substituição ao milho.

Tabela 2 – Dados de carcaças submetidas à análises químicas.

Em relação a viabilidade econômica, os resultados do presente estudo (Tabela 3), indicaram que a inclusão de casca de banana em dietas para coelhos em crescimento reduz custos nas dietas, gerando redução uma economicidade de 2,64% nos grupos 25CB e 5,27% no 50CB respectivamente. Estes resultados vão de encontro com estudo realizado por Omole et al. (2008), ao estudarem a substituição de M por CB, descreveram que o custo total da ração reduziu conforme o nível de CB incorporado às dietas. Tendo em vista que, na cunicultura, os custos com alimentação podem compreender entre 70-75% dos custos totais da criação (FERREIRA et al., 2007; OLIVEIRA, 2013). Deste modo, reduzir custos na dieta, utilizando fontes alternativas aos ingredientes convencionais é um recurso essencial do ponto de vista econômico.

Esses resultados vão ao encontro do desenvolvimento da zootecnia sustentável, onde pequenas modificações em cada elo da cadeia, acarretam em grandes resultados no final do ciclo produtivo/produto final.

Ingredientes	Dietas experimentais		
	0CB	25CB	50CB
Milho (R\$/kg)	0,1825	0,1525	0,1225
Farelo de trigo (R\$/kg)	0,1833	0,1833	0,1833
Farelo de soja (R\$/kg)	0,2100	0,2100	0,21
Óleo de soja (R\$/kg)	0,0700	0,0700	0,0700
Casca de arroz (R\$/kg)	-	-	-
Feno de alfafa (R\$/kg)	0,4800	0,4800	0,4800
Casca de banana (R\$/kg)	-	-	-
Fosfato bicálcico (R\$/kg)	0,0112	0,0112	0,0112
Calcário calcítico (R\$/kg)	0,00035	0,00035	0,00035
Sal (R\$/kg)	0,0015	0,0015	0,0015
Premix (Vitamina/mineral) (R\$/kg)	0,009	0,009	0,009
Custo por quilo da dieta (R\$)	1,14	1,11	1,08

0CB – dieta controle sem casca de banana; 25CB – dieta com 25% de casca de banana em substituição ao milho; 50 CB – dieta com 50% de casca de banana em substituição ao milho.

Valores calculados com base no preço da safra de 2018 no Brasil.

Tabela 3 – Custo e viabilidade econômica das dietas experimentais.

## 4 | CONCLUSÃO

No presente estudo, verificou-se que resíduos, como cascas de banana, que não são aproveitados para consumo humano e poluem o meio ambiente podem ser aproveitados na nutrição animal sendo, portanto, convertidos em proteína de alta qualidade. Neste contexto, conclui-se que o fornecimento de CB para coelhos como substituto ao milho no nível de até 50% não interfere na qualidade da carne, tornando assim viável o uso deste subproduto além de mais rentável e ambientalmente correto.

## 5 | AGRADECIMENTO

Agradeço a CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pelo auxílio à pesquisa.

## REFERÊNCIAS

- AEC. **Recomendações para nutrição**. 5.ed. Antony, France: RHÔNE-POULENC, 86p, 1987.
- AKANDE, K. E. Dietary effects of increasing levels of pigeon pea meal on rabbit performance. **Journal of Agriculture Science**, v.7, n.7, p.156–162, 2015.
- CHAVES, B.W.; STEFANELLO, S. F.; BURIN, A. P.; RITT, L. A.; NORNBERG, J. N. Utilização de resíduos industriais na dieta de bovinos leiteiros. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 18. Ed. Especial Mai. 2014, p. 150-156, 2014.
- DALLE ZOTTE, A. Perception of rabbit meat quality and major factors influencing the rabbit carcass and meat quality. **Livestock Production Science**, v.75, n.1, p. 11–32, 2002.
- FAO. Yearbook of Fishery Statistics. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 2014.
- FAO. News: Producir bananos sin dejar huellas. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 2018.
- FERREIRA, W. M.; HERRERA, A. D. P. N.; SCAPINELLO, C.; FONTES, D. O.; MACHADO, L. C.; FERREIRA, S. R. A. Digestibilidade aparente dos nutrientes de dietas simplificadas baseadas em forragens para coelhos em crescimento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 59, n. 2, p. 451-458, 2007.
- FERREIRA, W. M.; HOSKEN, F.; PAULA, E.; FERREIRA, S. R. A.; MACHADO, L. C.; EULER, A. C. C.; OLIVEIRA, C. E. Á.; VASCONCELOS, C. H. F. Estado da arte da pesquisa em nutrição e alimentação de coelhos no Brasil. **Revista Brasileira de Cunicultura**, v.2, n. 1, p. 1- 67, 2012.
- HERNÁNDEZ, P.; PLA, M.; OLIVER, M. A.; BLASCO, A. Relationships between meat quality measurements in rabbits fed with three diets of different fat type and content. **Meat Science**, v. 55, n. 4, p. 379-384, 2000.
- KHALIL, M. H. E.; BOLET, G. Sustainable rabbit breeding and genetic improvement programs achieved in developing countries. In: 9TH World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, 9. 2010, Leipzig. Anais... Germany: WCGALP, 2010.
- OLIVEIRA, E. R. A. Subprodutos agroindustriais na dieta de coelhos em crescimento. 2013. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza 2013.
- OMER, S. A. *In situ* dry matter degradation characteristics of banana rejects, leaves, and pseudo stem. **Assiut Veterinary Medicine Journal**, v. 55, n. 1, p. 120-129, 2009.
- OMOLE, A. J.; AJASIN, F. O.; OLUOKUN, J. A.; OBI, O.O. Performance characteristics of weaned rabbit fed plantain peel as replacement for maize. **Nutrition & Food Science**, v. 38 n. 6, p. 559-563, 2008.
- OSENI, S. O.; LUKEFAHR, S. D. Rabbit production in low-input systems in Africa: situation, knowledge and perspectives – a review. **World Rabbit Science**, v. 22, p. 719-731, 2014.
- SAS. 1988. SAS/STAT User's Guide (Release 6.03). SAS Inst. Inc., Cary NC, USA.

SORDI, V. F.; ROSA, C. O.; MARTINS, V. N.; GARCIA, R. G.; REIS, J. G. M. Estratégia de diversificação em propriedades rurais: o caso da cunicultura. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 18, n. 3, p. 325-333, 2016.

SOUZA, D.V., ZAPATA, J. F. F.; FREITAS, E. R.; SOUZA NETO, M. A.; PEREIRA, A. L. F.; VIDAL, T. F.; ABREU, V. K. G.; SILVA, E. M. C. et al., Ácidos graxos e composição centesimal da carne de coelhos alimentados com ração contendo farelo de coco. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 29, n. 4, p.778-784, 2009.

## ANEXO B – PERFORMANCE, MEAT CHARACTERISTICS AND ECONOMIC VIABILITY OF RABBITS FED DIETS CONTAINING BANANA PEEL

Este artigo foi publicado na revista **Tropical Animal Health and Production** -  
<https://doi.org/10.1007/s11250-019-02057-z>

### Abstract

*In developing countries, agricultural areas are used to grow ingredients for rabbits' nutrition instead of food to human population. In this context, in places where people starve, it is unreasonable to use ingredients, such as maize, in rabbits' diets. This research aimed to evaluate performance, meat composition and coloration, and economic viability in rabbits fed with diets containing banana peel (BP) in substitution to maize. Forty-five White New Zealand rabbits were used; they were weaned at thirty-five days old and divided in five treatments, in a completely randomized design. The animals were fed with some of the following diets: control diet (0BP) – without banana peel; experimental diets: 25BP, 50BP, 75BP and 100BP – with 25%, 50%, 75% and 100% of banana peel in substitution to maize, respectively. Means were compared through analysis of variance, followed by Tukey test (0.05). Results indicate there were no differences in performance and meat parameters. Banana peel inclusion resulted in lower costs. Therefore, banana peel can replace maize up to 100% in diets for rabbits with no loss in performance and meat composition, representing a promising alternative in rabbits' nutrition.*



# Performance, meat characteristics and economic viability of rabbits fed diets containing banana peel

Diuly Bortoluzzi Falcone<sup>1</sup> · Ana Carolina Kohlrausch Klinger<sup>1</sup> · Geni Salete Pinto de Toledo<sup>1</sup> · Leila Picolli da Silva<sup>1</sup>

Received: 19 June 2019 / Accepted: 20 August 2019

© Springer Nature B.V. 2019

## Abstract

In developing countries, agricultural areas are used to grow ingredients for rabbits' nutrition instead of food for the human population. In this context, in places where people starve, it is unreasonable to use ingredients, such as maize, in rabbits' diets. This research aimed to evaluate performance, meat composition and coloration, and economic viability in rabbits fed with diets containing banana peel (BP) in substitution to maize. Forty-five White New Zealand rabbits were used; they were weaned at 35 days old and divided into five treatments in a completely randomized design. The animals were fed with some of the following diets: control diet (0BP)—without banana peel; experimental diets: 25BP, 50BP, 75BP and 100BP—with 25%, 50%, 75% and 100% of banana peel in substitution to maize, respectively. Means were compared through analysis of variance, followed by Tukey test (0.05). Results indicate there were no differences in performance and meat parameters. Banana peel inclusion resulted in lower costs. Therefore, banana peel can replace maize up to 100% in diets for rabbits with no loss in performance and meat composition, representing a promising alternative in rabbits' nutrition.

**Keywords** Animal nutrition · By-products · Cuniculture · Sustainability

## Introduction

Currently, in the agricultural context, productive emphasis relies on only one product, with little or no significance regarding residual biomass (FAO 2017a). In this sense, agro-industrial residues have been a constant subject in production and science contexts because those are environmental liabilities and cost reducers. Therefore, using these residues rationally, for rabbits' nutrition, for example, to reduce environmental burden and to improve economic profit is necessary (De Blas et al. 2018).

In developing countries, most of ingredients for rabbits' nutrition are grown in areas that could be used to grow food for the human population (Klinger et al. 2018). In this context, it is unreasonable that ingredients, such as maize, are used in diets for rabbits in places where people starve.

Rabbits are traditionally used for subsistence in farming communities, in systems with low feedstock usage (Oseni

and Lukefahr 2014). In this system, animals are fed diets containing ingredients that would be considered waste, such as banana peel (BP). Banana is mainly produced in subtropical and tropical regions, predominant in developing countries such as India, China, the Philippines, Ecuador, and Brazil (FAOSTAT 2017b). As a consequence of the intense production—in 2017, 114 million tons were produced—there is a massive amount of discarded BP (from 30 to 40% of mass).

In this context, researches about the efficient utilization of residues—as BP—are relevant, especially in more deprived communities. Because of this, reducing costs, minimizing food insecurity and reaching environmental sustainability in productive systems is possible. Due to these information, this study aimed to evaluate performance, meat parameters and economic viability of rabbits fed diets containing different levels of BP in substitution to maize.

## Materials and methods

This study was approved by the Biosecurity and Ethics Committee—project filled under number 098/2011. The bioassay was carried out in a rabbit breeding facility—

✉ Diuly Bortoluzzi Falcone  
diulybortoluzzi@gmail.com

<sup>1</sup> Department of Animal Science, Federal University of Santa Maria, Santa Maria, Brazil

Department of Animal Production, unit at the main campus of the Federal University of Santa Maria, Brazil (UFSM), located at 29° 41' S latitude, 53° 48' W longitude. Animals were kept in a closed room without control of temperature, humidity and light.

A total of 45 White New Zealand rabbits, males and females—weaned at 35 days old and weighing on average 660 g—were randomly assigned to one of the five experimental groups (nine rabbits/group) up at 84 days old. The rabbits were housed in individual cages measuring 50 × 50 cm and received one of the five experimental diets and fresh water *ad libitum* until the end of the bioassay. During the experimental period, body mass and feed consumption were registered weekly, in accordance with the guidelines for applied nutrition in rabbits (Fernández-Carmona et al. 2005).

Banana peel (BP) were obtained without cost at the University Restaurant (RU-UFSM), where 50 kg are produced weekly. The BP used in the diets were previously dried in a forced-air circulation at 55–60 °C for 72 h. Diets were formulated to contain a similar crude protein and fiber content

(Table 1) and to comprise with growth requirements for growing rabbits (AEC 1987).

Five mash diets were formulated. The control diet (0BP) without BP; 25BP, experimental diet with 25% BP as maize substitute; 50BP, experimental diet with 50% BP as maize substitute; 75BP, experimental diet with 75% BP as maize substitute; and 100BP experimental diet with 100% BP as maize substitute. After that, analyses were carried out at the Laboratory of Animal Nutrition of UFSM, following the methodology described by AOAC (2000). No antibiotics and no synthetic amino acids for supplementation were added to diets or water.

At the end of the bioassay, animals were stunned and slaughtered by jugular bleeding. The carcasses were submitted to chemical analysis to verify the contents of dry matter, crude protein and ashes at the Laboratory of Animal Nutrition of UFSM, Brazil. The carcass yield (CY) was calculated on the basis of carcass mass (CM) and animal body mass (BM) with 84 days old, in the following equation:

$$\text{CY}(\%) = \frac{\text{CM}}{\text{BM}} \times 100$$

For color analysis in the meat, 6 measurements were taken at different points of the sample, in which the parameters of  $L^*$ ,  $a^*$  and  $b^*$  were recorded. For this, the MINOLTA SpectraMagic™ NX, Color reader CM-S100w colorimeter was used. It was calibrated using the white standard. It was operated in the CIELAB system, which uses three coordinates: the space  $L^*$  indicates the luminosity, varying from white (+  $L$ ) to black (-  $L^*$ ); chromatic coordinates  $a^*$  and  $b^*$ , in which  $a^*$  goes from green (-  $a^*$ ) to red (+  $a^*$ ), and  $b^*$  varies from blue (-  $b^*$ ) to yellow (+  $b^*$ ), according to CIE (1976). Color differences between samples ( $\Delta E$ ) were calculated in the following equation:

$$\Delta E_{1-2} = \sqrt{(a_1^* - a_2^*)^2 + (b_1^* - b_2^*)^2 + (L_1 - L_2)^2}$$

in which  $L_1$ ,  $a_1^*$ ,  $b_1^*$ , and  $L_2$ ,  $a_2^*$ ,  $b_2^*$  are the values of two different experimental groups. A variation in color ( $\Delta E$ ) of 2.3 units corresponds to a just noticeable difference (JND) for the human eye; higher variation is considered discernible (Mancini et al. 2019).

The economics index of the diets was evaluated according to the prices of ingredients of the year crop (IEA 2019). In this case, the cost per kilo of the diets and their respective economies were calculated in comparison to the control diet.

Data were analyzed in a completely randomized design, and each animal was considered an experimental unit. The means were compared through analysis of variance, followed

**Table 1** Ingredients and chemical composition of ration with banana peels in replacement to maize for rabbits

Ingredients (g/kg)	Experimental diets				
	0BP	25BP	50BP	75BP	100BP
Maize	180	135	90	45	—
Banana peel*	—	45	90	135	180
Wheat meal	250	250	250	250	250
Soybean meal	167.5	167.5	167.5	167.5	167.5
Soybean oil	25	25	25	25	25
Rice hull	60	60	60	60	60
Alfalfa hay	300	300	300	300	300
Dicalcium phosphate	8	8	8	8	8
Calcitic limestone	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
Salt	5	5	5	5	5
Premix	2	2	2	2	2
Chemical composition of feed mixtures (%)					
Dry matter	85.92	86.43	86.85	87.04	87.12
Crude protein	18.54	18.47	18.40	18.33	18.27
Crude ash	7.72	8.60	8.95	9.45	9.96
Crude fiber	14.58	15.02	15.47	15.91	16.36
Crude fat	2.81	2.92	3.02	3.13	3.23

0BP: diet without banana peel; 25BP, 50BP, 75BP and 100BP: diets with 25%, 50%, 75%, and 100% of replacement of maize for banana peel, respectively. Premix composition (per diet kilogram): vitamin A 600,000 IU; vitamin D 100,000 IU; vitamin E 8000; vitamin K3 200 mg; vitamin B1 400 mg; vitamin B2 600 mg; vitamin B6 200,00 mg; vitamin B12 2000 mg; pantothenic acid 2000 mg; choline 70,000 mg; Fe 8000 mg; Cu 1200 mg; Co 200 mg; Mn 8600 mg; Zn 12,000 mg; I 65 mg; Se 16 mg. \*Banana peel containing 6.7% crude protein, 6.44% crude fat and 12% crude fiber

**Table 2** Effects of replacing maize with banana peel on the performance of growing rabbits

	Experimental diets						
	0BP	25BP	50BP	75BP	100BP	SDM	P value
Body weight at 35 days (g)	682	682	682	655	655	119	0.97
Body weight at 49 days (g)	1117	1082	1080	1132	1143	138	0.84
Body weight at 63 days (g)	1506	1526	1473	1521	1581	142	0.65
Body weight at 84 days (g)	2012	2025	1974	1970	2047	134	0.76
Post-weaning phase (35–49 days)							
Daily feed intake (g/day)	72.9	69.8	74.5	77.7	81.8	12.99	0.43
Daily weight gain (g/day)	31	28.5	28.3	34	34.8	5.4	0.06
Feed conversion ratio (g/g)	2.36	2.45	2.63	2.3	2.35	0.34	0.34
Intermediate phase (49–63 days)							
Daily feed intake (g/day)	96.5	100	103.4	94.2	103.7	12.65	0.56
Daily weight gain (g/day)	27.8	31.7	28	27.7	31.2	5.85	0.48
Feed conversion ratio (g/g)	3.48	3.15	3.7	3.4	3.34	0.5	0.41
Final phase (63–84 days)							
Daily feed intake (g/day)	112.5	111.2	112.3	113.4	115.4	8.64	0.90
Daily weight gain (g/day)	24	23.7	23.8	21.3	22.1	3.51	0.49
Feed conversion ratio (g/g)	4.7	4.7	4.71	5.33	5.23	0.66	0.13
Total trial period (35–84 days)							
Daily feed intake (g/day)	97.8	96.7	100.1	97.5	102.4	8.73	0.72
Daily weight gain (g/day)	27.14	27.4	26.36	26.82	28.4	2.51	0.57
Feed conversion ratio (g/g)	3.61	3.53	3.79	3.64	3.61	0.31	0.55

0BP: diet without banana peel; 25BP, 50BP, 75BP, and 100BP: diets with 25%, 50%, 75%, and 100% of replacement of maize for banana peel, respectively. SDM: standard deviation mean

by Tukey test ( $P < 0.05$ ), with SAS statistical software (SAS 2009).

## Results

The study shows that daily feed intake, mass gain, and feed conversion were similar in all five treatments (Table 2). However, there is a tendency of feed conversion reduction ( $p = 0.13$ ) in final phases. No animals died during experimental period.

No differences were observed in carcass yield (CY) and centesimal compositions of meat in all five treatments (Table 3). Likewise, no differences were observed in  $L^*$ ,  $a^*$  and  $b^*$  parameters. However, a small difference among colors ( $\Delta E$ ) was detected (Table 3). The  $\Delta E$  was higher than 2.3 units—a JND for the human eye—in the  $\Delta E_{0BP-25BP}$ ,  $\Delta E_{0BP-50BP}$ ,  $\Delta E_{0BP-100BP}$ ,  $\Delta E_{25BP-75BP}$ ,  $\Delta E_{25BP-100BP}$ ,  $\Delta E_{50BP-100BP}$  and  $\Delta E_{75BP-100BP}$ .

Results for economic analysis indicate the inclusion of banana peel (BP) in diets for growing rabbits reduces cost (Table 4). BP inclusion resulted in saving 1.80%, 4.50%, 6.3% and 8.10% in diets containing 25%, 50%, 75% and 100% of BP in substitution to maize, respectively.

## Discussion

The results are aligned with concerning data provided by FAO (2017), which indicate Earth is reaching stages of stagnation of agricultural areas. Furthermore, FAO (2017) reports that food demand in the world will have to be increased by 60% to assist the growing population demand until 2050. In this context, searching alternative ingredients is important because conventional ones, besides demanding big areas to be grown, cause negative changes in soil, water and local biodiversity.

Benefits and advantages of banana peel (BP) inclusion in animal feeding have been studied in several researches for the past years. However, similar studies to this one are scarce. In this context, it is important to compare data to similar studies, as Akinmutimi et al. (2006), in which five diets, with BP and different levels of energy, for growing rabbits were analyzed. Authors report that the use of this ingredient is advantageous due to performance data.

In this context, diets for rabbit fattening based on residues from vegetal cultures, such as BP, were established in developing countries, where these helped a lot of families to fight undernutrition (Khalil and Bolet 2010; Oseni and Lukefahr 2014). Still, Falcone et al. (2018) evaluated carcass of rabbits fed different levels of partial substitution of maize for BP

**Table 3** Post-slaughter data of rabbits fed diets containing different levels of banana peel as a replacement for maize

Experimental diets						
	0BP	25BP	50BP	75BP	100BP	P value
Carcass						
Carcass mass (g)	1012	1074	1016	1088	1089	0.53
Carcass yield (%)	51	52	51	54	53	—
Meat composition (shoulder)						
Water (%)	77.11	76.37	76.20	75.02	76.77	—
Protein (%)	18.32	18.60	18.93	19.03	18.96	—
Ashes (%)	4.69	4.75	4.86	4.76	4.91	—
Color						
L*	45.3	47.7	46.9	45.2	48.8	0.31
a*	9.6	11.1	11.6	11.4	7.7	0.37
b*	7.1	7.8	8.2	8	6.4	0.73
Differences between samples						
x	0BP	25BP	50BP	75BP	100BP	
ΔE <sub>0BP-x</sub>	—	2.91 <sup>a</sup>	2.78 <sup>a</sup>	2.01	4.04 <sup>a</sup>	—
ΔE <sub>25BP-x</sub>	—	—	1.02	2.52 <sup>a</sup>	3.83 <sup>a</sup>	—
ΔE <sub>50BP-x</sub>	—	—	—	1.72	4.69 <sup>a</sup>	—
ΔE <sub>75BP-x</sub>	—	—	—	—	5.40 <sup>a</sup>	—
ΔE <sub>100BP-x</sub>	—	—	—	—	—	—

0BP, diet without banana peel; 25BP, 50BP, 75BP, 100BP, diets with 25%, 50%, 75%, and 100% of replacement of maize for banana peel, respectively. ΔE: difference between treatments. <sup>a</sup> Value over the threshold (2.3 points) with a noticeable difference in color between the samples

(from 25 to 50%). They checked similar nutritional quality which indicates that BP does not change carcass mass and yield nor percentage of meat protein.

Regarding meat coloration, there were no differences among L\*, a\* and b\* indexes, which shows that including BP does not interfere in coloration indexes. However, little differences in ( $\Delta E$ ) point out that some little variation happened among treatments. In this sense, meat color may be affected by a lot of variables (Wang et al. 2016). This variation, probably, is not related to BP because it did not happen in a homogeneous way and it was very subtle. Furthermore, only a very well-trained person would be able to notice these differences.

Regarding costs, Omole et al. (2008), in their research about including BP in diets for rabbits, report there was a decrease in food cost according to the level of banana. Still, the same authors emphasize that maize, an important energy source, is an expensive ingredient.

In cuniculture, food can represent 70% or more of total costs in production (Gidenne et al. 2017). In this context, using residues in diets for rabbits represents a viable strategy for production because of the possibility to reduce food costs and to benefit environment.

Another important issue, regarding costs, may be observed in other studies, in which researchers report that the high cost of ingredients has led to the search for non-conventional and more accessible ones (Akande 2015). In this way, human population would have access to a food with high biological/nutritional value—rabbit meat—in which the animals were fed agricultural residues. This initiative would reduce environmental liabilities and economic costs, besides helping people to reduce expenses with food.

After this research, the finding was that residues as banana peel, which generates environmental liabilities and takes massive density of nutrients, can be used in diets for rabbits. In this sense, the results enable diets to be less expensive and to

**Table 4** Cost and economic viability of the experimental diets

Ingredients	Cost per ingredient needed to produce 1 kg of feed (R\$)				
	0BP	25BP	50BP	75BP	100BP
Maize	0.0954	0.0715	0.0477	0.0238	—
Banana peel	—	—	—	—	—
Wheat meal	0.1175	0.1175	0.1175	0.1175	0.1175
Soybean meal	0.1814	0.1814	0.1814	0.1814	0.1814
Soybean oil	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
Rice hull	—	—	—	—	—
Alfalfa hay	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46
Dicalcium phosphate	0.0112	0.0112	0.0112	0.0112	0.0112
Calcitic limestone	0.00035	0.00035	0.00035	0.00035	0.00035
Salt	0.0015	0.0015	0.0015	0.0015	0.0015
Premix	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18
Cost per kilogram of diet	1.11	1.09	1.06	1.04	1.02

0BP: diet without banana peel; 25BP, 50BP, 75BP, and 100BP: diets with 25%, 50%, 75%, and 100% of replacement of maize for banana peel, respectively. Amounts calculated based on price of 2019 crop in Brazil

contain a high-quality protein. Therefore, banana peel can replace maize up to 100% in diets for growing rabbits.

**Funding information** The authors thank the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (CAPES) for financial support for this research.

## Compliance with ethical standards

**Statement of animal rights** This study was approved by the Biosecurity and Ethics Committee—project filled under number 098/2011.

**Conflict of interest** The authors declare that they have no conflict of interest.

## References

- AEC, 1987. Recomendações para nutrição. 5.ed. Antony, France: RHÔNE-POULENC, 86p.
- Akande, KE. 2015. Dietary Effects of Increasing Levels of Pigeon Pea Meal on Rabbit Performance. *Journal of Agricultural Science*. 7, 156–162. <https://doi.org/10.5539/jas.v7n7p156>
- Akinmutimi, AH, Odoemelam, VU, Obasienkong, SF. 2006. Effect of replacing maize with ripe plantain and yam peels in the diet of weaner rabbits. *Journal of Animal and Veterinary Advances*. 5, 737–740.
- AOAC, 2000. Official Methods of Analysis. 12th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC. 1094 pp.
- CIE, 1976. Official recommendations on uniform colour spaces, colour differences equations and metric colour terms. Paris, France: Commission Internationale de l'Eclairage. Commission.
- De Blas, JC, Ferrer P, Rodríguez, CA, Cerisuelo, A, García Rebollar, P, Calvet, S, Farias, C. 2018. Nutritive value of citrus co-products in rabbit feeding. *World Rabbit Science*. 26, 7–14. <https://doi.org/10.4995/wrs.2018.7699>
- Falcone, DB, Klinger, ACK, Knob, AN, Toledo, GSP, Silva, LP. 2018. Casca de banana e seu efeito na redução de custos e características de carcaça de coelhos de corte. Atena Editora. 1, 6–12. <https://doi.org/10.22533/at.ed.6091915042> (in Portuguese)
- FAO, 2017a. Food and Agriculture Organization of the United Nations: Yearbook of Fishery Statistics. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome
- FAO, 2017b. Faostat- Food and Agriculture Organization of the United Nations: Statistics database. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome
- Fernández-Carmona, J, Blas, E, Pascual, JJ, Maertens, L, Gidenne, T, Xicato, G, García, J. 2005: Recommendations and guidelines for applied nutrition experiments in rabbits. *World Rabbit Science*. 13, 209–228. <https://doi.org/10.4995/wrs.2005.516>
- Gidenne, T, Garreau H, Drouillet L, Aubert C, Maertens L. 2017. Improving feed efficiency in rabbit production, a review on nutritional, technico-economical, genetic and environmental. *Animal Feed Science and Technology*. 225, 109–122. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2017.01.016>
- IEA, 2019. Instituto de Economia Agrícola - Banco de dados. São Paulo, Brazil. (in Portuguese)
- Khalil, MH, Bolet, G. 2010. Sustainable rabbit breeding and genetic improvement programs achieved in developing countries. In: 9th World congress on genetics applied to livestock production. Leipzig, GE. <https://doi.org/10.13140/2.1.2155.6161>
- Klinger, ACK, Silva, LP, Toledo, GSP, Falcone, DB, Goulart, FR. 2018. Sweet potato vines in diets for growing rabbits on performance, carcass characteristics and meat quality. *Animal Science Journal*. 89, 1556–156. <https://doi.org/10.1111/asj.13105>
- Mancini, S, Minieri, S, Buccioni, A, Cossato, MMF, Russo, C, Paci, G. 2019. The influence of dietary chestnut and quebracho tannins mix on rabbit meat quality. *Animal science journal*. 90, 680–689. <https://doi.org/10.1111/asj.13194>
- Omole, A J, Ajasin, FO, Oluokun, JA, Obi, OO. 2008. Performance characteristics of weaned rabbit fed plantain peel as replacement for maize. *Nutrition & Food Science*. 38, 559–563. <https://doi.org/10.1108/00346650810920169>
- Oseni, SO, Lukefahr, SD. 2014. Rabbit production in low-input systems in Africa: situation, knowledge and perspectives – A review. *World Rabbit Science*. 22, 147–160. <https://doi.org/10.4995/wrs.2014.1348>
- SAS, 2009. Statistical Analyses System. User's guide: Statistics. Version 9.0. SAS Institute, Cary, NC, USA.
- Wang, J, Su, Y, Elzo, MA, Jia, X, Chen, S, Lai, S. 2016. Comparison of Carcass and Meat Quality Traits among Three Rabbit Breeds. *Korean Journal Food Science Animal Resources*. 36, 84–89. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2016.36.1.84>

**Publisher's note** Springer Nature remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

## ANEXO C – EFFECT OF THE INCLUSION OF BANANA PEELS ON RABBITS' FUR

Este artigo é apresentado de acordo com as normas para publicação na **Revista Brasileira de Cunicultura**.

### Abstract

*Rabbit' fur is considered a natural fiber, which is used in textile garment industries. Along with the fur, skin is considered one of the main byproducts from rabbits breeding, it can be extremely important in the income generation of familiarly farmers. This study aimed to evaluate the effect of the inclusion of banana peels (BP) in substitution to maize on the characteristics of rabbits' fur. A total of 45 rabbits, New Zealand White, from both sexes, weaned at 35 days old was used and distributed into five treatments, with nine replicates each, in a completely randomized arrangement. The animals were fed one of the following diets: 0BP – control diet without BP or 25BP, 50BP, 75BP and 100BP – experimental diets, with respectively 25%, 50%, 75%, and 100% BP in replacement to maize. The biological assay was carried out for 49 days, during which ration and water were provided ad libitum. At the end, 3 rabbits were randomly selected per group, in which a small sample of hair (nape, loin and thigh) was collected to measure the length and skin color analysis was performed, parameters L\*, a\* and b\*. Collected data was tabulated and analyzed, at level of 5% significance, followed by analysis of correlation and regression curves. The results of rabbits' fur length and coloring showed that there were no differences among treatments. The conclusion is that BP can substitute up to 100% of maize in rabbit diets without adversely affecting the characteristics of the fur.*

**Effect of the inclusion of banana peels on rabbits' fur**  
**Efeito da inclusão de casca de banana sobre o pelo de coelhos**  
**Efecto de la inclusión de cáscara de banana sobre el pelo de conejos**

Diuly Bortoluzzi Falcone<sup>1\*</sup>, Ana Carolina Kohlrausch Klinger<sup>2</sup>, Dayana Bernadi Sarzi Sartori<sup>3</sup>, Angela Souza Rodrigues<sup>4</sup>, Geni Salete Pinto de Toledo<sup>5</sup>, Leila Picolli da Silva<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Mestranda do programa de pós-graduação de Zootecnia – Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)

<sup>2</sup>Doutoranda do programa de pós-graduação de Zootecnia – Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)

<sup>3</sup>Graduanda do curso de Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)

<sup>4</sup>Doutoranda do programa de pós-graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos - Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)

<sup>5</sup>Professora, Doutora e Pesquisadora da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)

\*E-mail: diulybortoluzzi@gmail.com

**ABSTRACT**

Rabbit' fur is considered a natural fiber, which is used in textile garment industries. Along with the fur, skin is considered one of the main byproducts from rabbits breeding, it can be extremely important in the income generation of familiarly farmers. This study aimed to evaluate the effect of the inclusion of banana peels (BP) in substitution to maize on the characteristics of rabbits' fur. A total of 45 rabbits, New Zealand White, from both sexes, weaned at 35 days old was used and distributed into five treatments, with nine replicates each, in a completely randomized arrangement. The animals were fed one of the following diets: 0BP – control diet without BP or 25BP, 50BP, 75BP and 100BP – experimental diets, with respectively 25%, 50%, 75%, and 100% BP in replacement to maize. The biological assay was carried out for 49 days, during which ration and water were provided ad libitum. At the end, 3 rabbits were randomly selected per group, in which a small sample of hair (nape, loin and thigh) was collected to measure the length and skin color analysis was performed, parameters L\*, a\* and b\*. Collected data was tabulated and analyzed, at level of 5% significance, followed by analysis of correlation and regression curves. The results of rabbits' fur length and coloring showed that there were no differences among treatments. The conclusion is that BP can substitute up to 100% of maize in rabbit diets without adversely affecting the characteristics of the fur.

**Keyword:** colorimeter, co-products, cuniculture, fur length

## RESUMO

O pelo do coelho é considerado uma fibra natural, utilizada em indústrias têxteis para confecções diversas. Juntamente com a pele são os principais subprodutos da cunicultura de corte, sendo de extrema importância na geração de renda de produtores familiares. Este trabalho objetivou avaliar o efeito da inclusão de casca de banana (CB) em substituição ao milho, sobre as características do pelo de coelhos. Utilizou-se 45 coelhos, Nova Zelândia Branco, ambos os sexos, desmamados aos 35 dias, distribuídos em cinco tratamentos com nove repetições cada, em arranjo inteiramente casualizado. Os animais receberam uma das seguintes dietas: 0CB – dieta controle sem CB ou 25CB, 50CB, 75CB e 100CB – dietas experimentais com respectivamente 25%, 50%, 75%, e 100% de CB como substituta ao milho. O ensaio biológico teve duração de 49 dias, onde ração e água foram fornecidas à vontade. No final do ensaio, foram selecionados aleatoriamente 3 coelhos por grupo, para coletar uma pequena amostra de pelo (nuca, lombo e coxa) para medir o comprimento e realizar a análise de coloração, parâmetros L\*, a\* e b\*. Os dados foram tabulados e analisados, a nível de 5 % de significância, seguido pelas análises de correlação e de regressão de curva. Os resultados de comprimento e coloração de pelo obtidos mostraram que não houve diferenças entre os tratamentos. Conclui-se que a CB pode substituir em até 100 % o milho em dietas para coelhos, sem alterar negativamente as características no pelo.

**Palavras-chave:** colorímetro, comprimento do pelo, coprodutos, cunicultura

## RESUMEN

El pelo del conejo es considerado una fibra natural, utilizada en industrias textiles para confecciones diversas. Junto con la piel son los principales subproductos de la cunicultura de corte, siendo de extrema importancia en la generación de renta de productores familiares. Este trabajo objetivó evaluar el efecto de la inclusión de cáscara de banana (CB) en sustitución del maíz, sobre las características del pelo de conejos. Se utilizó 45 conejos, Nueva Zelanda Blanco, ambos sexos, destetados a los 35 días, distribuidos en cinco tratamientos con nueve repeticiones cada una, en un arreglo completamente casualizado. Los animales recibieron una de las siguientes dietas: 0CB - dieta control sin CB o 25CB, 50CB, 75CB y 100CB - dietas experimentales con respectivamente 25%, 50%, 75%, y 100% de CB como sustituto al maíz. El ensayo biológico tuvo una duración de 49 días, donde la ración y el agua se suministran a voluntad. Al final del ensayo, se seleccionaron aleatoriamente 3 conejos por grupo, para recoger una pequeña muestra de pelo (nuca, lomo y muslo) para medir la longitud y realizar el análisis de coloración, parámetros L \*, a \* y b \*. Los datos fueron tabulados y analizados, a nivel de 5% de significancia, seguido por los análisis de correlación y de regresión de curva. Los resultados de longitud y coloración de los obtenidos mostraron que no hubo diferencias entre los tratamientos. Se concluye que la CB puede sustituir en hasta 100% el maíz en dietas para conejos, sin alterar negativamente las características en el pelo.

**Palabras-clave:** colorímetro, coproductos, cunicultura, longitud del pelo

## **Introduction**

The use of alternative ingredients in animal nutrition has been of great interest to researchers around the world, especially in developing countries where conventional foods are more expensive (Akande, 2015). In this context, studies aiming to increase the efficiency and the use of agroindustrial residues are of great importance, in order to reduce the cost of animal nutrition.

Most of the ingredients used in diets in Brazilian cuniculture occupy agricultural areas that could be used for grain production, such as corn, for human consumption (Klinger et al., 2015). In turn, maize is the main source of energy and a reference in Brazil, used in the feeding of non-ruminant animals, which justifies the search for alternative raw materials to it.

Bananas are among the most produced and consumed fruits, turning this into one of the most important crops in the world (FAO, 2018). Consequently, banana peels (BP), which are usually discarded, have favorable characteristics, since they present promising nutritional value in animal feed and low acquisition cost (Omer, 2009). Due to that, giving a correct destination is a way to reduce environmental impacts as well as a way to increase the sustainability of productive systems.

Rabbit skin is considered a byproduct in growing rabbits breeding (Machado, 2012), and it often does not gain prominence. However, data has shown that it can be an alternative in the income generation in family farming (Sordi et al., 2016). In this sense, studies on this subject are necessary, even though research on the effect of nutrition on fur quality is still scarce.

In this context, the objective of this study was to measure the effects of BP on length, color and skin quality of rabbits fed different levels of BP as a replacement to maize in diets for growing rabbits.

## **Materials and methods**

### *Animals and location*

To develop this study, a total of 45 rabbits, New Zealand White (NZW), from both sexes, was used, and they were weaned at 35 days old. The animals were allocated randomly, in five groups (9 rabbits per group), in a completely randomized arrangement. The animals were housed in a shed for rabbits, in individual galvanized wire cages – with a dimension of 50x50x50cm – with ceramic feeders and drinkers. Each animal was considered an experimental unit.

The biological essay was conducted in the Cuniculture Laboratory at the Federal University of Santa Maria, located at 29 ° 41 ' S latitude and 53 ° 48' W longitude.

#### *Experimental diets and feeding management*

Five experimental diets were formulated. Control diet: 0BP – without banana peels; and experimental diets: 25BP, 50BP, 75BP and 100BP – with respectively 25%, 50%, 75% and 100% of banana peels in replacement to maize. The diets were formulated containing similar nutritional levels (Table 1), in order to match the needs of the corresponding category, according to the AEC (1987). BP were obtained free of charge in Santa Maria, and its bromatological composition was analyzed by AOAC (1995).

Rabbits received water and food *ad libitum*. Each rabbit received randomly one of the 5 diets, during 49 days (until 84 days old). When the animals were 84 days old, average age of slaughter, the collect of fur for analysis was performed.

#### *Fur collection*

At the end of the biological essay, 3 rabbits per group were randomly selected, and a little portion of fur was removed from nape, loin and thigh. This portion of fur was removed through section with a blade, in order to obtain a length from the skin bottom. Length fur measurement was executed with a digital pachymeter.

For color analysis in the fur, 6 measurements were taken at different points of the sample, in which the parameters of L\*, a\* and b\* were recorded. For this, the MINOLTA SpectraMagicTMNX, Color reader CM-S100w colorimeter was used. It was calibrated using the white standard. It was operated in the CIELAB system, which uses three coordinates: the space L\* indicates the luminosity, varying from white (+ L \*) to black (-L \*); chromatic coordinates a\* and b\*, in which a\* goes from green (- a \*) to red (+ a \*), and b \* varies from blue (-b \*) to yellow (+ b \*), according to CIE (1976).

#### *Statistical analysis*

The fur length and colorimetric data were tabulated through the Microsoft® Office Excel® 2013 program. Then, these parameters were analyzed by the statistical software R, version 3.5.0, at a level of 5% significance, followed by analysis of correlation and regression curves.

## **Results and discussion**

It was observed that fur length of the rabbits was not affected by the experimental diets (Table 2). Data related to the correlation test showed the value of (p) was positive (Figure 1). In this sense, for each 1% BP in substitution to maize, the hair length increased by 0.0024 cm. This replacement was proved to be feasible, since an alternative was sought in order to reduce the cost in production (from the substitution of ingredients), and because it also allowed satisfactory zootechnical responses. In a study by Klinger et al. (2018), sweet potato was used to replace fiber in rabbit diets, in order to evaluate the effect of this alternative ingredient on the fur. According to the author, no changes were observed in the fur quality, proving the total replacement of alfalfa hay by sweet potato vines is possible.

The skin of the rabbits is lined by hair follicles, which produce fur or wool; it consists of a protein compound, called keratin. Zhao et al. (2017) report that studies are conducted in order to identify the molecular mechanisms of skin development. These authors, in recent studies, have verified that the genetic factors have great part in the development of the skin. In contrast, non-genetic factors, such as nutrition, are important to be considered as influence on skin/hair quality.

The mean values found in the analysis of color components ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) showed that the different diets did not alter the quality of skin color (Table 3). The values of luminosity ( $L^*$ ) observed were all +  $L^*$ , that is, close to 100, which means characteristic light colors, close to pure white; it is represented in the illustrative graphic (Figure 2). These data are desired, since there were no changes in coloration, and the skin can be used as an alternative in the income generation (Bonamigo, 2017).

The coloring is an important aspect at the time of purchase, so analyzing the color in animal fur is necessary, as industries seek quality in the manufacture of fabrics for clothing and crafts. Thus, these results are in accordance with the findings of Ferreira et al. (2012), which state that white New Zealand rabbit hides are easily marketed. In addition, industries have a greater preference for them because these hides can be dyed.

Thus, these results demonstrate the possibility of using alternative ingredients, of low or no cost, in the production of rabbit hides, with the purpose to maintain the desired quality standard. In this context, the use of co-products has been a promising tool in raising rabbits (Oseni and Lukefar, 2014). These results also correspond to the real need for sustainable

programs, which aim to minimize environmental impacts and, at the same time, to help family farming (Potrich, Grzybovski e Toebe, 2017), proving to be a model with potential in the productive chain.

## Conclusion

It was concluded, after this study, that banana peels can replace up to 100% of maize hay in diets for rabbits, without negatively affecting any characteristic on the fur.

## References

- AEC. **Recomendações para nutrição.** 5. ed. Antony, France: Rhône-Poulenc, 1987.
- AKANDE K. E. Dietary Effects of Increasing Levels of Pigeon Pea Meal on Rabbit Performance. **Journal of Agricultural Science**, v.7, n. 7, p.156-162, 2015.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official Methods of Analysis.** 16. ed. Arlington, United States: AOAC International, 1995.
- BONAMIGO, A.; DUARTE, C.; WINCK, C. A.; et al. Produção da carne cunícola no brasil como alternativa sustentável. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v.10, n.4, p.1247-1270, 2017.
- CIE. Commission Internationale de l'Éclairage. **Colorimetry.** 2. ed. Vienna, 1976.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **News:** Producir bananos sin dejar huellas. Rome, 2018. Disponível em: <<http://www.fao.org/americas/noticias/ver/es/c/1101185/>>. Accessed on: February, 20, 2019.
- FERREIRA, W. M.; MACHADO, L.C.; JARUCHE, Y.G.; et al. **Manual prático de cunicultura.** Bambuí: Editora do Autor, 2012.
- KLINGER, A.C.K.; TOLEDO, G. S. P.; EGGERS, D. P.; et al. Soybean hulls on diets for growing rabbits. **Ciência Rural**, v.45, n.1, p.98-103, 2015.

KLINGER, A.C.K.; PRATES, L. S. A.; SARTORI, D. B. S.; et al. Effect of sweet potato vine on rabbits' fur. **Revista Brasileira de Cunicultura**, v.14, n.1, p.14-22, 2018.

MACHADO, L.C. Opinião: Panorama da cunicultura Brasileira. **Revista Brasileira de Cunicultura**, v.2, n.1, p.1-17, 2012.

OMER, S. A. In situ dry matter degradation characteristics of banana rejects, leaves, and pseudo stem. **Assiut Veterinary Medicine Journal**, v.55, n.120, p.120-129, 2009.

OSENI, S. O.; LUKEFAHR, S. D. Rabbit production in low-input systems in Africa: situation, knowledge and perspectives – a review. **World Rabbit Science**, v.22, p.147-160, 2014.

POTRICH, R.; GRZYBOVSKI, D.; TOEBE, C.S. Sustentabilidade nas pequenas propriedades rurais: um estudo exploratório sobre a percepção do agricultor. **Estudos Sociedade e Agricultura**, v.25, p.1, p.1-21, 2017.

SORDI, V. F.; ROSA, C. O.; MARTINS, V. N.; et al. Estratégia de diversificação em propriedades rurais: o caso da cunicultura. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.18, n.3, p.325-333, 2016.

ZHAO, B.; CHEN, Y.; YAN, X.; et al. Gene expression profiling analysis reveals fur development in rex rabbits (*Oryctolagus cuniculus*). **NRC Research Press**, v.60, n.12, p.1060-1067, 2017.

Table 1 – Ingredients and chemical composition of ration with banana peels in replacement to maize for rabbits.

Ingredients (%)	Experimental diets				
	0BP	25BP	50BP	75BP	100BP
Maize	18.00	13.50	9.50	4.50	-
Banana peels	-	4.50	9.50	13.50	18.00
Wheat meal	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00
Soy-bean meal	16.75	16.75	16.75	16.75	16.75
Soy-bean oil	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
Rice hull	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
Alfalfa hay	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00
Dicalcium phosphate	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
Calcitic limestone	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Salt	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Premix*	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Total	100	100	100	100	100
Chemical composition of feed mixtures (%)					
Dry matter	85.92	86.43	86.85	87.04	87.12
Crude ash	7.72	8.60	8.95	9.45	9.96
Crude protein	18.54	18.47	18.40	18.33	18.27
Crude fiber	14.58	15.02	15.47	15.91	16.36
Crude fat	2.81	2.92	3.02	3.13	3.23

Note: 0BP: Diet without banana peels; 25BP, 50BP, 75BP, 100BP: Diets with 25%, 50%, 75%, 100% of replacement of maize for banana peels, respectively.\*Premix Composition (per diet kilogram): Vitamin A 600,000 IU; Vitamin D 100,000 IU; Vitamin E 8,000; Vitamin K3 200 mg; Vitamin B1 400 mg; Vitamin B2 600 mg; Vitamin B6 200,00 mg; Vitamin B12 2,000 mg; Panthothenic acid 2,000 mg; Choline 70,000 mg; Fe 8,000 mg; Cu 1,200 mg; Co 200 mg; Mn 8,600 mg; Zn 12,000 mg; I 65 mg; Se 16 mg.

Table 2 – Fur length of rabbits fed different levels of banana peels in replacement to maize.

	Experimental diets					
	0BP	25BP	50BP	75BP	100BP	P value
Nape (cm)	2.36±13.5	2.56±9.8	2.43±11.8	2.76±16.6	2.76±16.6	0.57
Loin (cm)	3.76±4	3.83±7.9	3.53±7.1	3.66±4.1	3.96±5.2	0.23
Thigh (cm)	3.63±8.8	3.4±5.8	3.83±11.7	3.73±3	3.73±10.1	0.54

Note: 0BP: Diet without banana peels; 25BP, 50BP, 75BP, 100BP: Diets with 25%, 50%, 75%, 100% of replacement of maize for banana peels, respectively. Means followed by coefficient of variation.

Table 3 – Fur coloring of rabbits submitted to different levels of banana peels in replacement to maize.

	Experimental diets					
	0BP	25BP	50BP	75BP	100BP	P value
L*	93.91±0.2	92.51±1.4	93.91±0.3	93.43±1	93.14±0.6	0.27
a*	1.33±0.7	1.42±23.2	1.51±9	1.41±12.7	1.88±11.2	0.06
b*	6.27±1.1	6.38±16.7	6.41±2	6.33±6.4	6.5±5.7	0.98

Note: 0BP: Diet without banana peels; 25BP, 50BP, 75BP, 100BP: Diets with 25%, 50%, 75%, 100% of replacement of maize for banana peels, respectively. Means followed by coefficient of variation.

Figure 1 – Rabbit's fur length (x) due to banana peels levels as a replacement to maize (y) in the diets.

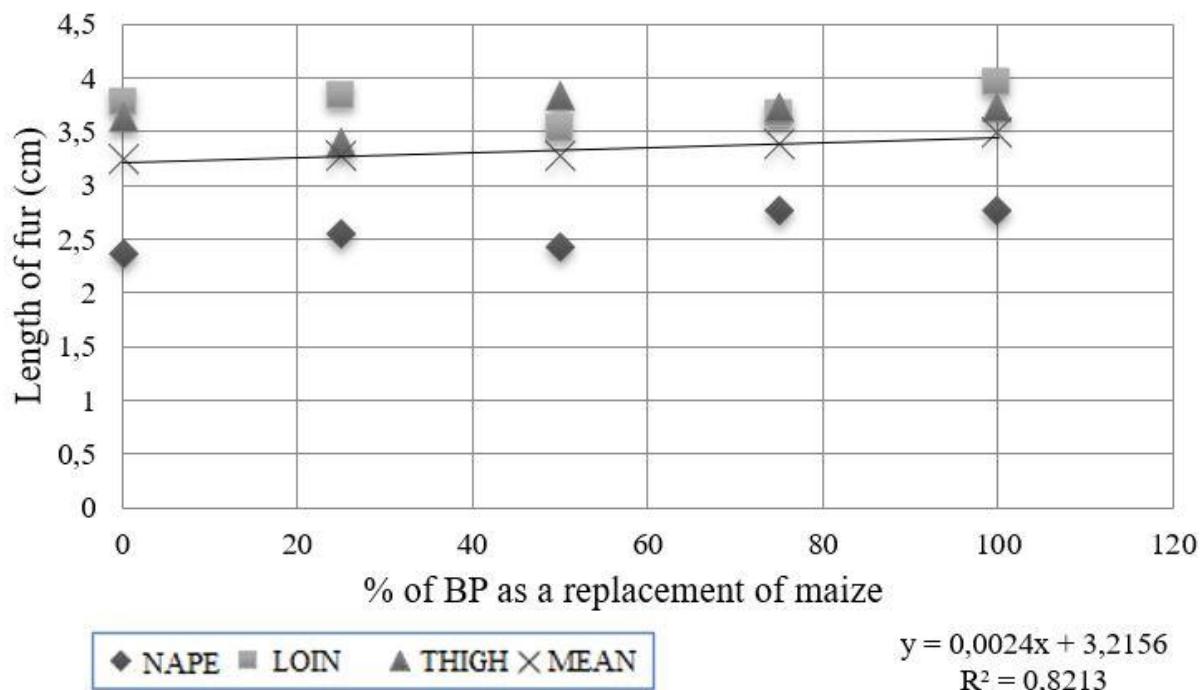
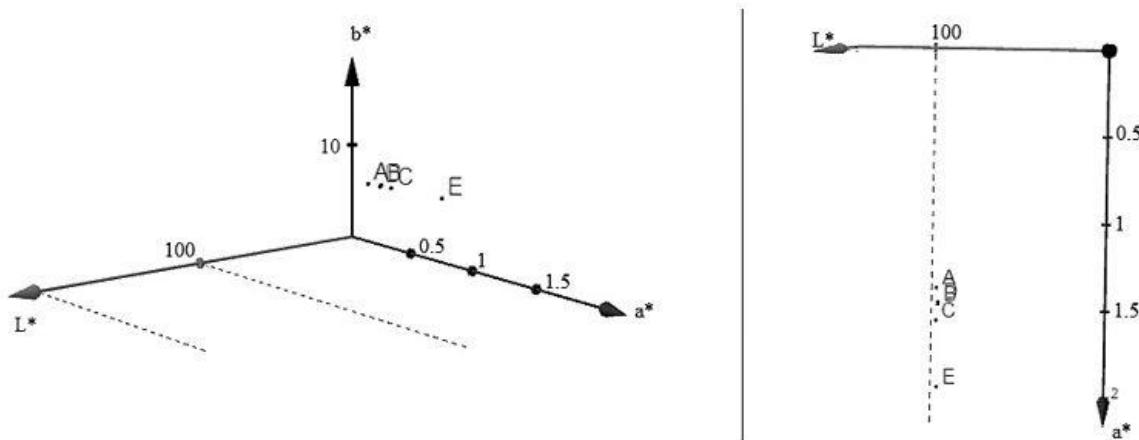


Figure 2 – Representative graph of the color system XYZ (by CIE) for the mean values found in the L \*, a \* and b \* colorimetric analysis of the rabbits' fur.



Note: A: Diet without banana peels; B, C, D, E: Diets with 25%, 50%, 75%, 100% of replacement of maize for banana peels, respectively. \*CIE: International commission on illumination.